

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIGUIAIRACÁ GRADUAÇÃO DE
ODONTOLOGIA**

LEONARDO KOHLER MORESCHI

**INFLUÊNCIA DOS DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DE
IMPLANTES DENTÁRIOS NA OSSEOINTEGRAÇÃO: REVISÃO DE
LITERATURA.**

GUARAPUAVA

2022

LEONARDO KOHLER MORESCHI

**INFLUÊNCIA DOS DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DE IMPLANTES
DENTÁRIOS NA OSSEOINTEGRAÇÃO: REVISÃO DE LITERATURA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como pré-requisito para obtenção do título de
Cirurgião Dentista pelo Centro Universitário
UniGuairacá de Guarapuava.

Professor Orientador: Vinicius Traiano

GUARAPUAVA

2022

Dedico esse trabalho a Deus, pois sem ele nada seria possível. E também aos meus pais, pilares para a minha formação como pessoa.

AGRADECIMENTOS

O tão almejado fim chegou, dentre tantos agradecimentos não poderia deixar de agradecer primeiramente a deus, por ter me dado força, ânimo e persistência para chegar onde cheguei e alcançar o tão sonhado título.

Agradeço também, imensamente, aos meus pais, Vanusa e Luigi, peças fundamentais para que eu pudesse realizar meu sonho, deixando seus planos e sonhos de lado, sem eles nada disso seria possível, serei eternamente grato à vocês.

Agradecimento especial devo a minha noiva, Victória, por todo apoio, por toda confiança depositada em mim durante esses cinco anos de formação acadêmica, por nunca deixar que eu desanimasse e viesse a desistir de meu sonho.

Agradeço aos meus irmãos Matheus e Giovanna, por acreditarem que eu seria capaz de conseguir me graduar na profissão que tanto sonhava, por todo apoio e paciência nesses arduos anos.

Minha eterna gratidão ao corpo docente, por transmitirem todo o seu conhecimento durante toda a formação, conhecimento este vasto e que sem dúvidas agregou e muito para minha formação como profissional e também pessoal.

Não posso deixar de agradecer aqui a meu amigo e Orientador Vinícius Traiano, onde durante anos possuiu seu conhecimento dentro das aulas e também me dando a possibilidade de estagiar ao seu lado em seu consultório, aceitando o desafio de me orientar e passar por esse “caminho de pedras” ao meu lado, meu muito obrigado.

Aos colegas de classe o meu muito obrigado por cada caso compartilhado em clínica, debate e aprendizados por nos compartilhados.

Para finalizar agradeço a todos que direta ou indiretamente me auxiliaram na formação acadêmica e também no desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

Moreschi, L.K. **INFLUÊNCIA DOS DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DE IMPLANTES DENTÁRIOS NA OSSEOINTEGRAÇÃO: REVISÃO DE LITERATURA.** [Trabalho de Conclusão de Curso]. Guarapuava: Centro Universitário UniGuairacá; 2022.

O objetivo desta revisão de literatura foi fazer um estudo dentro da implantodontia, para entender como o tratamento da superfície do implante influencia para uma melhor osseointegração. Com o avanço da tecnologia aliada a odontologia, muitos são os métodos do tratamento de superfície de implantes dentários. É de extrema importância que o profissional capacitado para reabilitar um paciente com implantes esteja interado não somente com o passo a passo cirurgico, mas também com o material com que o implante foi confeccionado como também como aquela superfície de implante irá auxiliar na efetivação do tratamento de seu paciente. As empresas sempre estão em busca de inovações para que os implantes, por elas produzido, seja o melhor no que se diz respeito a osseointegração e melhor qualidade de tratamento até mesmo em ossos com baixa quantidade e qualidade. Nesse estudo foi avaliado alguns tipos de tratamento de implante, trazendo qual é melhor para a osseointegração, ficando a critério do cirurgião dentista a escolha do implante a ser utilizado.

Palavras-chave: Implante; Osseointegração; Cirurgião dentista; Cirúrgico.

ABSTRACT

Moreschi, L.K. **INFLUENCE OF DIFFERENT SURFACE TREATMENTS OF DENTAL IMPLANTS ON OSSEOINTEGRATION: LITERATURE REVIEW.** [Completion of course work] Graduation of Dentistry. Guarapuava: UniGuairacá University Center; 2022.

The objective of this literature review was to make a study within implantology, to understand how the implant surface treatment influences for a better osseointegration. With the advancement of technology combined with dentistry, there are many methods of surface treatment of dental implants. It is extremely important that the professional qualified to rehabilitate a patient with implants is interacted not only with the surgical step, but also with the material with which the implant was made, as well as how that implant surface will help in the effectiveness of the treatment of your patient. Companies are always looking for innovations so that the implants they produce are the best in terms of osseointegration and better quality of treatment even in bones with low quantity and quality. In this study, some types of implant treatment were evaluated, bringing which one is better for osseointegration, leaving the choice of implant to be used at the discretion of the professional.

Key words: Implant; Osseointegration; Dental surgeon; Surgical.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Implante submetido a usinagem visualizado em microscopia eletrônica de varredura 17
- Figura 2 - Morfologia da superfície de um implante revestido com titânio em plasma spray 19
- Figura 3 - Amostras da superfície do implante em um aumento de 500 e 5000 vezes. 20
- Figura 4 - Rugosidades na superfície do implante, causadas pelo tratamento através do duplo ataque ácido. 21

LISTA DE ABREVIATURAS

1. Spray de plasma de titânio..... SPT
2. Spray de plasma de hidroxiapatita..... SPH
3. Óxido de alumínio..... Al_2O_3
4. Hidroxiapatita..... HA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. PROPOSIÇÃO	12
3. METODOLOGIA	13
4. REVISÃO DE LITERATURA	14
4.1. Histórico da implantodontia	14
4.2. Osseointegração	15
5. IMPLANTES DENTÁRIOS E SUAS SUPERFÍCIES	17
6. TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES DOS IMPLANTES EM TITÂNIO	18
6.1. Implantes usinados	19
6.2. Implantes macrotextrizados	20
6.2.1. <i>Spray de plasma de titânio – SPT</i>	20
6.2.2. <i>Spray de plasma de hidroxiapatita – SPH</i>	21
6.2.3. <i>Modificada por feixe de laser</i>	21
6.3. Implantes microtexturizados	23
6.3.1. <i>Ataque ácido</i>	23
6.3.2. <i>Jateamento + ataque ácido</i>	23
6.3.3. <i>Jateamento com óxido de alumínio (Al₂O₃)</i>	24
6.4. Implantes nanotextrizados	25
6.5. Implantes com superfície biomiméticas	25
7. DISCUSSÃO	27
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

É notório que com o passar dos tempos o número de pessoas edêntulas vem crescendo cada vez mais, seja total ou parcialmente. Essa perda dentária ocorre por diferentes motivos como doença periodontal, lesão cariosa e também trauma. Por esse motivo pessoas que possuem a falta de elementos dentários tem uma insatisfação muito grande com sua estética, com seu sorriso e principalmente com a parte funcional de sua mordida devido à ausência desses elementos (NÓIA et al., 2010).

Os implantes dentais tem sido uma alternativa segura nos tratamentos reabilitadores em pacientes edêntulos. Para que se obtenha sucesso no tratamento com implante, faz-se necessário uma boa osseointegração, caracterizando-se pela deposição óssea na superfície do implante, que por sua vez depende da interação entre as células e a superfície do implante (PALMQUIST et al., 2010).

Conforme relata Jardim Júnior et al., (2006), estudiosos afirmam que para um implante obter seu sucesso alguns pontos são levados em consideração, onde cita-se a caracterização da sua superfície como uma fator para que se tenha a efetivação da instalação e osseointegração do implante.

Quando um implante é submetido ao tratamento de superfície, tem-se uma melhor fixação, assim favorecendo a integração óssea. Alguns estudos trazem fracassos significativos no que diz respeito a implantes que possuem a sua superfície lisa (NAGEM FILHO et al., 2007).

No estagio inicial da osseointegração, as características da superfície do implante tem papel fundamental, podendo alterar as respostas biomoleculares e celulares in vitro e as respostas dos tecidos moles e ósseos, sendo elas modificações macrométricas, micrométricas ou nanométricas (JEMAT et al., 2015).

Além dos cuidados operatórios e protocolo cirúrgico, o cuidado com o material que o implante é confeccionado e o modo com que o mesmo é tratado é imprescindível, tendo em vista que a capacidade do implante suportar cargas é dependente da qualidade da interface osso-implante (CARVALHO et al., 2008).

Alguns objetivos são almejados em um implante que foi submetido ao tratamento de superfície como: redução do tempo de carregamento, aceleração do crescimento e maturação óssea onde é possível conseguir o carregamento imediato, aumento da estabilidade primária, garantia de sucesso quando instalado em região com menores quantidades e qualidade óssea, obtenção de crescimento ósseo diretamente na superfície do implante e uma maior área de osseointegração (ELIAS, LIMA E SANTOS, 2008).

Os métodos de tratamento de superfícies de implantes podem ser divididos em método de subtração, que é quando se remove uma parte da camada superficial do implante, ou método de adição, que consiste em acrescentar algo sobre a superfície. Nesse método é aplicado um recobrimento, que poderá ser do mesmo material do corpo do implante ou não (GROISMAN; VIDIGAL-Jr, 2005).

Implantes confeccionados em titânio podem ser classificados em cinco grupos menores de acordo com o tratamento que sua superfície foi submetida: usinados, macrotextrizados, microtexturizados, nanotextrizados ou biomiméticos. Também é possível que eles sejam constituídos de outros materiais como tântalo, ouro, cerâmica, zircônia, entre outros (CARVALHO et al., 2008).

2. PROPOSIÇÃO

O proposito do presente estudo foi realizar uma revisão de literatura, tendo como principal objetivo ampliação do conhecimento dentro da área da odontologia, especificadamente no campo da implantodontia. Com ênfase no estudo do tratamento da superfície dos implantes osseointegrados feitos em titânio e como esse tratamento de sua superfície influência no processo de osseointegração. Sendo analisado se os diferentes tipos de tratamento das superfícies alteram o tempo do processo de osseointegração tornando-o mais rápido ou mais lento e também analisando a aceitação do implante pelo corpo humano, observando relatos de rejeição de implantes devido ao tipo de tratamento de superfície a que ele foi submetido.

3. METODOLOGIA

Para a realização desta revisão de literatura, sobre implantes ósseo integrados e o tratamento de suas superfícies, foi realizado pesquisas em livros, revistas eletrônicas e artigos científicos já publicados, obtidos através de busca nos bancos de dados, como Scielo, Pubmed, Bireme e Google Acadêmico.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Histórico da implantodontia

Com o decorrer dos anos a evolução da odontologia foi grandiosa, através de relatos, é possível saber que desde as antigas civilizações, por meio de uma busca constante, através de elementos encontrados na natureza, tentava-se uma possível reposição de perdas dentárias. Reposições estas muitas vezes realizadas como adornos para recomposição estética de cadáveres em seus velórios, ou até mesmo por crenças religiosas para o *póst mortem* (MORAES, 2012).

Com o intuito de reestabelecer a função estética e mastigatória, registros da história dos implantes dentários trazem que no Egito Antigo, eram esculpido conchas do mar dentro da mandíbula, no lugar do dente perdido (FARIAS; CAPPATO, 2015).

Diversos materiais foram utilizados para substituir elementos dentários perdidos, como o alumínio, prata, latão, cobre, magnésio, ouro, aço e níquel. Foi constatado a corrosão desses materiais testados. Deste modo, diversos estudiosos tentaram entender qual seria o material mais compatível com o organismo humano. Através desses estudos, surgiu o conceito de biocompatibilidade em 1937, com Charles Venable, Beach e Stuck (MORAES, 2012).

Após 15 anos de estudos e investigação clínica e científica, em 1969, o autor e professor sueco Per-Ingvar Branemark, publica seus resultados, onde fica provado que implantes confeccionados em titânio, apresentavam melhores propriedades físicas e biológicas, fazendo com que ocorra uma osseointegração de forma perfeita (FAVERANI, 2011).

Os estudos e procedimentos do professor Branemark ganham força em 1975, com a instalação voluntária, de quatro implantes mandibulares no Sueco Gosta Larsson, onde obteve o sucesso. Surge assim então, em meados de 1977 o conceito atual de osseointegração: processo onde a fixação rígida e assintomática de um material aloplástico no osso é mantida durante a função (KAWAHARA; KAWAHARA, 2008).

Breve cronologia histórica da implantodontia segundo MORAES, 2012:

- 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 agulhados (Bicortical);

- 1967 – Linkow: Implantes Laminados;
- 1972 – Robert James: Hemidesmossomas nos implantes;
- 1972 – implantes em carbono vítreo;
- 1980 – Branemark: Implantes osteointegrados;
- 1980 – Straumann lança o primeiro implante de estágio único;
- 1985 – A Bicon Dental Implants lançou o cone-morse;
- 1987 – Newrwing e Moser reproduzem a primeira peça protética de dente natural;
- 1990 – Reconstrução de maxila sobre um enxerto;
- 1992 – Sargon Lazarof criou implantes de expansão tardia;
- 1992 – Surgimento da carga imediata;
- 1993 – Bioform lançou os implantes anatômicos;
- 1994 – Surge a fixação zigomática e os implantes com um colar de zircônia;
- 1997 – A Nobel Biocare lançou o sistema procera;
- 2002 – A nobel Biocare lança a Nobel Guide;
- 2005 – 40 anos de osteointegração: Gosta Larsson aos 74 anos;
- 2006 – Surgem os implantes pré-angulados.

4.2. Osseointegração

Durante um estudo sobre circulação sanguínea, feito em tíbias de coelhos, Branemark fundamentou o conceito de osseointegração. Quando foi tentar remover as câmeras feitas em titânio, que estavam inseridas nas tíbias, verificou que estas estavam fortemente aderidas ao osso. Após muito estudo, conceituou a osseointegração como uma conexão direta, estrutural e funcional entre osso vital organizado e a superfície do implante (em titânio), capaz de receber carga funcional (BRANEMARK et al., 1970).

Foi um avanço dentro da odontologia contemporânea a descoberta da osseointegração. A introdução deste conceito por Branemark, possibilitou a reabilitação de pacientes parcial e totalmente edêntulos. A quantidade e qualidade do contato osso-implante podem fazer variações na osseointegração, assim como fenômenos celulares como a cicatrização, reparação e remodelação, adequados sempre em intensidade e frequência (COSTA et al., 2014).

A reabilitação com implantes osseointegrados tornou-se um tratamento que além de restaurar a estabilidade e a harmonia facial, tornou-se um algo vantajoso para o paciente. Com a descoberta da osseointegração, procedimentos odontológicos tem tido uma grande previsibilidade (BARROS., 2019).

Para o sucesso de uma reabilitação com implantes alguns pontos relevantes são ressaltados, onde um de grande importância, seria evitar o superaquecimento ósseo. Este ponto faz com que ocorra a formação de uma extensa área de tecido necrótico, o que faz com que aumente a ação de osteoclastos, desequilibrando a neoformação óssea. Também é de extrema importância a ausência total de tecido conjuntivo na interface osso-implante. Ambos os exemplos resultaram em não existência de osseointegração (DAVARPANA et al., 2013).

O índice de sucesso de reabilitações orais com a utilização de implantes dentários é em torno de 90%. Para que se obtenha tal sucesso, além de um vasto conhecimento na área pelo cirurgião dentista, é necessário que se faça uma boa anamnese, com ênfase no estado de saúde do paciente e também cuidados antes, durante e pós procedimento cirúrgico (MARTINS et al., 2011).

É de suma importância atentar-se, no momento pré-cirúrgico, à fatores que influenciem ou alterem o metabolismo ósseo e também a presença de doenças sistêmicas que interfiram no estado geral de saúde do paciente, ou ao seu processo de reparação tecidual (CASADO et al., 2011).

O cirurgião dentista deve estar atento em alguns itens, no momento da anamnese, que podem interferir na osseointegração. Alguns inviabilizando a cirurgia e outros fazendo com que seja prorrogada ou até mesmo prolongar o tempo de tratamento. Citam-se exemplos como idade, sexo, presença de doença cardiovascular, entre outras. No entanto, a presença de algumas cardiopatias são contornadas apenas com o uso de profilaxia antibiótica, evitando assim endocardite bacteriana. Já no caso de cardiopatias congênitas, valvulopatias e miocardiopatias obstrutivas faz-se necessário contato com o cardiologista para decisão cirúrgica (MARTINS et al., 2011).

Durante a cirurgia de implantodontia é necessário evitar o superaquecimento ósseo no momento da fresagem. Pode-se ser evitado com irrigação abundante e também o adequado preparo técnico manual do cirurgião dentista na execução de movimentos sutis, precisos e intermitentes durante a perfuração e inserção do dispositivo cirúrgico (RAMALHO et al., 2010).

Recomendações pós-cirúrgicas são de suma importância para a efetiva osseointegração do implante. No osso mandibular necessita-se de um período de aproximadamente de quatro meses para cicatrização, já o maxilar de seis meses de espera para que seja colocado o implante em função, variando de acordo com as características de cada estrutura óssea. Aguardar esse período é um fator relevante para a osseointegração,

salvo em casos do uso da técnica de carga imediata, em que possui indicação de colocar o implante em função após a instalação (FAVERANI et al., 2011).

5. IMPLANTES DENTÁRIOS E SUAS SUPERFÍCIES

Com o surgimento da implantodontia os primeiros implantes não possuíam nenhum tratamento de superfície, isso por serem realizados pelo processo de usinagem. O resultado disso eram implantes com superfície lisa. Com o decorrer dos tempos, estudos mostraram que implantes com as superfícies rugosas tinham uma melhor resposta biológica. Com a evolução dos implantes, alterações em suas superfícies começaram a ser realizadas de modo a obter uma melhor osseointegração (NOVAES, 2010).

O tratamento da superfície do implante pode ser realizado pelo método de adição, que consiste em acrescentar algum material na superfície através de revestimento de plasma *spray*, ou pelo método de subtração, que remove-se parte da camada superficial através de processos físicos e/ou químicos, como por exemplo, a abrasão através do jateamento ou condicionamento ácido (SILVA, 2016).

A adição de hidroxiapatita (HA) foi um dos primeiros métodos de tratamento de superfície utilizado. Por meio deste método, tentava-se buscar uma ligação química entre o implante que recebeu o tratamento com HA e o tecido ósseo (GROISMAN; VIDIGAL-JR, 2005).

Para se obter uma superfície rugosa, através do método de subtração, são utilizadas técnicas de ataque ácido ou as superfícies são jateadas com óxidos, ou até mesmo com areia. A indústria, em algumas vezes, procura fazer uma combinação dos métodos, fazendo o jateamento e o ataque ácido, para assim obter um maior grau de rugosidade (BRANDÃO et al., 2010).

Objetivos do tratamento de superfície em implantes osseointegrados (ELIAS; OSHIDA; LIMAD, 2008):

- Reduzir o tempo de carregamento após cirurgia;
- Acelerar o crescimento e 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 um 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);
- Obter maior concentração possível de proteínas de ligação celular.

Pensando na importância da topografia e das propriedades químicas das superfícies dos implantes, a indústria procurou otimizar essas superfícies. Isso foi feito através de vários métodos de tratamento, alterando assim as forças interfaciais, molhabilidade, rugosidade, energia e também a capacidade de absorver moléculas, fazendo com que se altere a resposta tecidual (BRANDÃO et al., 2010).

6. TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DOS IMPLANTES EM TITÂNIO

O Titânio pode ser obtido através do mineral Rutílio, o qual consiste em aproximadamente 97 a 98% de dióxido de titânio (TiO_2). O óxido de titânio é o primeiro convertido, quimicamente, em tetracloreto de titânio puro ($TiCl_4$). O processo envolve a redução de tetracloreto de titânio ($TiCl_4$), primeiro com sódio e cálcio, e finalmente com magnésio, isso sob uma atmosfera de gás inerte (JACHINOSKI; SILVA, 2005).

O titânio e suas ligas são aplicados em grande escala no universo da implantodontia, e apresentado excelente biocompatibilidade, mesmo com isso ainda existem receios quanto às suas características e propriedades físicas destes materiais. Também mostra-se que não há uma definição do padrão ideal de morfologia superficial dos implantes (ELIAS et al., 2005).

Estudos clínicos trazem a alta taxa de sucesso de implantes que foram submetidos ao tratamento de superfície, até mesmo em áreas com uma baixa qualidade óssea, como a região posterior da maxila e em regiões que foram submetidas a enxertos ósseos. Tem-se uma taxa de sucesso variante entre 96% e 100% com os implantes de superfície tratada comparadas com implantes sem qualquer tipo de tratamento (BRANDÃO et al., 2010).

Classificação das superfícies dos implantes em titânio (CARVALHO et al., 2009):

- Superfícies Usinadas/Maquinadas;
- Superfícies Macroteturizadas;
- Superfícies Microtexturizadas;
- Superfícies Nanoteturizadas;
- Superfícies Biomiméticas.

6.1. IMPLANTES USINADOS

Implantes usinados, passam por um processo de limpeza, passivação, descontaminação e esterilização. Ranhuras presentes nos implantes, devido a usinagem, fazem com que o crescimento celular seja esparramado e somente naquele sentido (ELIAS et al., 2002).

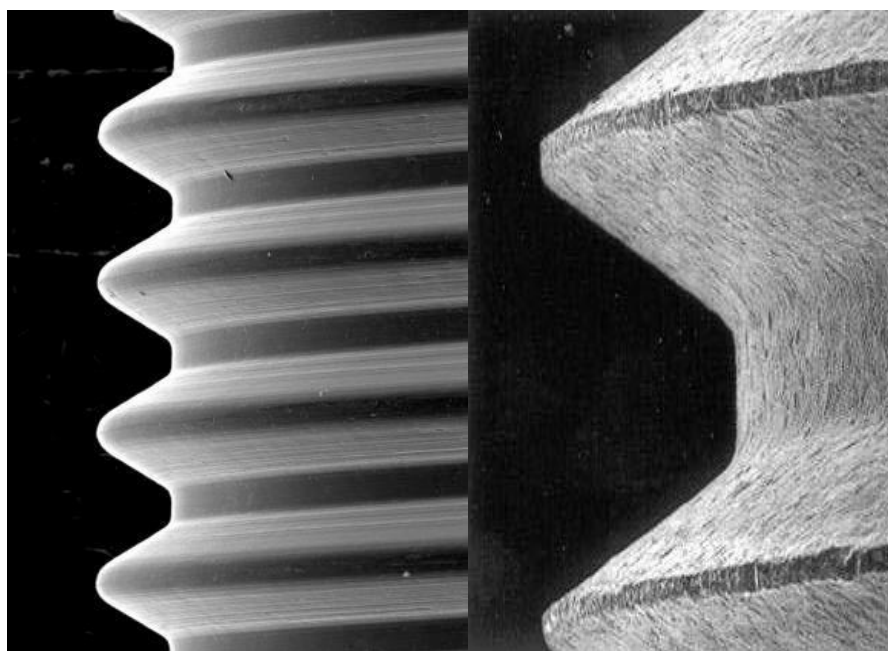
Elias et al. (2004) descreveram que um implante, quando usinado, faz com que o processo de mineralização óssea seja em direção ao implante, mas não possui uma superfície indutora.

Pelo fato do processo de corte e usinagem da peça metálica existem a presença de micro-ranhuras superficiais, o que faz com que o implante não possua características de completa lisura superficial em seu corpo (TEIXEIRA, 2009).

Implantes que passaram pelo processo de usinagem possuem um valor médio de rugosidade de superfície entre 0,53 e 0,96 μm . Ranhuras superficiais possuem extrema importância no processo de adesão celular e também na produção de matriz proteica (FAVERANI, 2011).

Em microscopia eletrônica de varredura (figura 1), observou-se que a orientação das estrias e sulcos da superfície, de um implante usinado, seguem o sentido do corte, o que dificulta com que ocorra o espalhamento das células, o que torna uma superfície anisotrópica (PINTO et al., 2006).

Figura 1. Implante submetido a usinagem visualizado em microscopia eletrônica de varredura



Fonte: Barros, 2019.

6.2. IMPLANTES MACROTEXTURIZADOS

O spray de plasma é o processo de texturização de superfície através da adição, mais comum, que é feito com partículas de titânio (spray de plasma de titânio – SPT) (CORDIOLI et al., 2000).

O processo de texturização de superfície por adição através do fosfato de cálcio (Spray de plasma de hidroxiapatita – SPH) também é muito utilizado. As espessuras de SPT e SPH variam de 10 a 40 μm para o SPT e de 50 a 70 μm para a SPH (LONDON; ROBERTS; BAKER, 2002).

Através de radiografias, é possível concluir que superfícies de implantes com o aumento de rugosidade, por exemplo, o revestimento com plasma spray, fazem com que a indução de densidade óssea seja maior, quando assim comparada com as superfícies usinadas (TABAJR et al., 2003).

O tratamento com o plasma spray é o tipo mais comum, realizado com a chama ionizada de um gás aquecido entre 10.000°C e 30.000°C, posteriormente as partículas são lançadas com grandes velocidades contra o implante. Logo após se chocarem contra o mesmo, estas partículas se resfriam e se solidificam. Ressalta-se que o spray de plasma é utilizado para aplicar e incorporar o titânio (Ti) e a hidroxiapatita (HA) na superfície do implante (SILVA et al., 2016).

6.2.1. Spray de Plasma de titânio – SPT

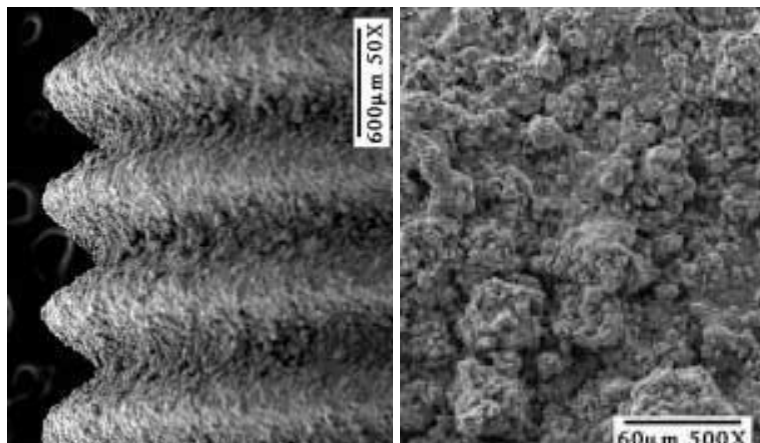
O processo de produção dos implantes revestidos com plasma spray de titânio, nada mais é do que feito com partículas de titânio puro, lançadas sobre a superfície do implante através de uma pistola de plasma. Essa técnica de fabricação dos implantes revestidos com plasma spray de titânio, foi descrita por Schoroeder, primeiramente, em 1976 (JACHINOSKI; SILVA, 2005).

Em avaliação das alterações na superfície do implante recoberto com gases ionizados por aspersão térmica com plasma spray de titânio, Paredes et al. (2006), notaram que houve um aumento da área de contato superficial, o que tivesse uma maior osseointegração. Com essas alterações morfológicas, faz com que ocorra um aceleração na absorção sanguínea, pela ação de molhabilidade.

Utilizando o método SPT, Le Guéhennec et al. (2007), viram que as partículas projetadas e fundidas sobre o implante, formam uma cama de aproximadamente 50 μm de espessura, como resultante tem um revestimento com uma média de 7 μm de rugosidade, o que faz com que aumente a superfície do implante. Através disso viu que esta topografia tridimensional aumenta a resistência à ruptura na interface osso/implante.

O padrão de rugosidade entre 0,5 e 2 μm (figura 2), fazem com que a resposta tecidual ao implante seja alterada positivamente. Porém o recobrimento com o spray de plasma de titânio vem sendo pouco utilizado, pois, faz com que a rugosidade fique com valores superiores aos 2 μm , desta maneira aumentando a possibilidade de contaminação bacteriana (GRANATO et al., 2008).

Figura 2. Morfologia da superfície de um implante revestido com titânio em plasma spray.



Fonte: Barros, 2019.

6.2.2. Spray de Plasma de Hidroxiapatita – SPH

O recobrimento do implante por nucleação de apatita subdivide-se em três etapas: tratamento alcalino, tratamento térmico e imersão em solução sintética, que é equivalente ao plasma sanguíneo. A formação da camada de recobrimento é feita com a pulverização do spray de plasma de hidroxiapatita (SILVA, 2016).

Células que são cultivadas sobre o substrato de titânio que foram submetidos ao tratamento com SPH, mostram um padrão de crescimento retardado, a rugosidade da superfície SPH, mostra-se significativamente inferior (KNABE et al., 2002).

Implantes com a superfície tratada através da hidroxiapatita, são homogêneas e com disponibilidade de reação tecido-implante. Algumas desvantagens são vistas nessa técnica, como: alto custo e a decomposição da hidroxiapatita devido à alta temperatura (SILVA et al., 2002).

Segundo Simunek et al. (2005), a taxa de sucesso de implantes que passaram por tratamento com SPH é grande, isto comparado com os dados apresentados na literatura. Um ponto negativo é que a perda óssea marginal é relativamente alta, também, estão em média de 0,8 mm, isto analisado ao final de 5 anos.

6.2.3 Modificada por feixe de laser

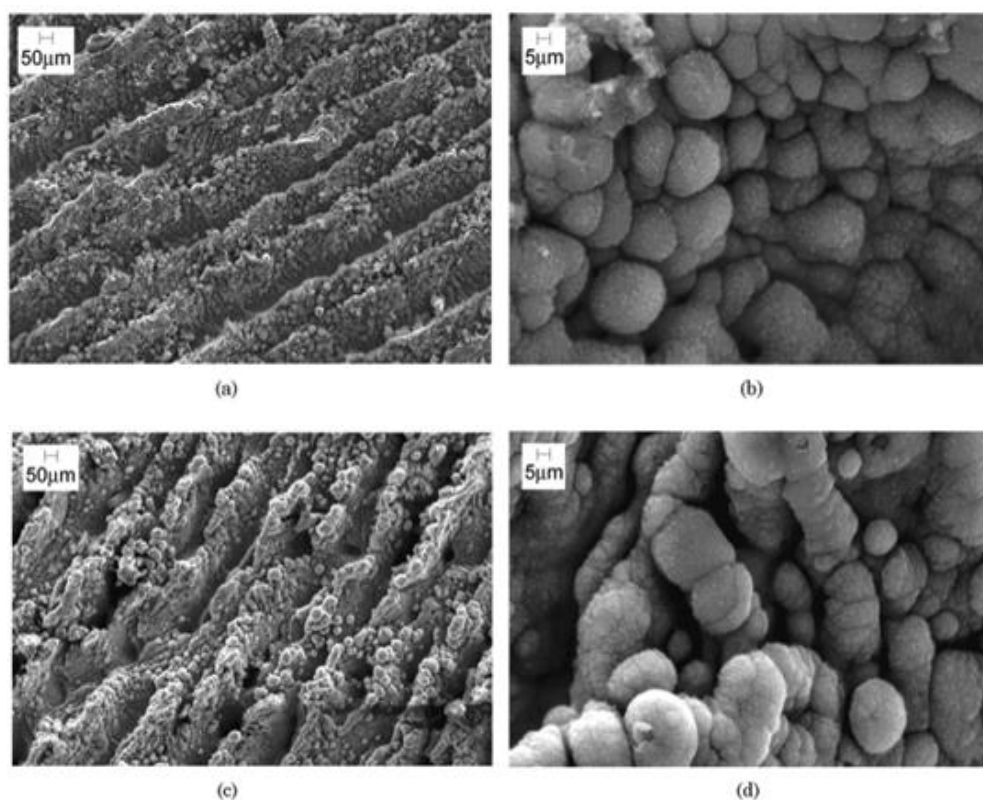
Considerado como o processo mais “limpo”, pelo fato da superfície do implante não sofrer nenhuma interação com outros materiais. No estudo do processo de modificação por

feixe de laser, os valores de remoção por torque reverso, mostram que se tem um aumento significativo em relação à retenção óssea dos implantes submetidos a tal modificação (GUASTALDI et al., 2005).

O feixe de laser age como o meio físico no tratamento da superfície do implante, deste modo é considerado um tratamento limpo, pois não interage com nenhum material externo no processo de modificação da superfície (NAVES, 2015).

Implantes que tem a sua superfície irradiada com o feixe de laser (figura 3), apresentam vantagens quanto a padronização e facilidade no tratamento da superfície, além de possuir um processo limpo, reproduzível e de baixo custo. A mistura de óxidos presentes na superfície associada às condições de morfologia e molhabilidade superficial, faz com que se desenvolva condições adequadas de osseointegração (BRAGA et al., 2006).

Figura 3. Amostras da superfície do implante em um aumento de 500 e 5000 vezes.



Fonte: Filho et al., 2009.

Conforme é possível observar na figura 3 de Filho et al.; 2009, as superfícies submetidas à irradiação por feixe de laser, se analisadas em Microscopia Eletrônica de Varredura, apresentam microrranhuras significativas para o estudo.

Esta técnica não envolve elementos químicos. Desse modo evita-se a contaminação da camada de óxido de titânio. O tamanho com que se terá as rugosidades dependem da intensidade do pulso da fonte emissora (THAKRAL, 2014).

Filho et al. (2009) mostram que utilizando a irradiação com feixe de laser como

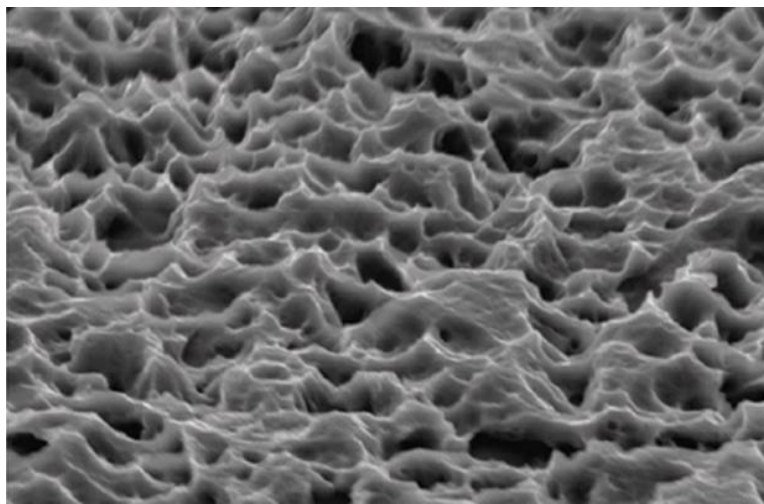
modificador da superfície em implantes dentários, torna-se uma forma viável, pois, se produz uma superfície mais satisfatória. Ocorre a indução de formação de óxidos e nitretos em diferentes proporções, que são considerados atóxicos e também apresentam propriedades necessárias no processo de osseointegração.

6.3. IMPLANTES MICROTTEXTURIZADOS

6.3.1 Ataque ácido

No tratamento de superfície através de ataque ácido, os implantes são imersos em uma substância ácida que provoca erosões em seus corpos. Três fatores são determinantes da microestrutura da superfície, sendo eles: a concentração do ácido, o tempo e a temperatura. O duplo ataque ácido (figura 4), é mais realizado quando a superfície do implante é lisa, sendo assim feita com ácido sulfúrico e o hidrocloreídrico (SCHLEE, 2015).

Figura 4. Rugosidades na superfície do implante, causadas pelo tratamento através do duplo ataque ácido.



Fonte: Senna et al., 2019.

Utilizando implantes que foram submetidos a duplo ataque ácido, Ciotti et al. (2007), notaram que houve uma modificação micromorfológica da superfície do implante, fazendo assim que tivesse um aumento da área de contato entre o osso mineralizado e o implante. Já de acordo com Schlee (2015) esse tipo de modificação na superfície, faz com que o implante se torne rugoso, aumentando a resistência ao torque de remoção e também favorecendo a deposição óssea.

6.3.2 Jateamento + Ataque Ácido

Normalmente o jateamento ocorre com jatos de areia de granulação grossa, que variam de 200 até 500 μm , faz com que seja produzido macrorrugosidades no implante, logo em seguida passam por um ataque ácido ($\text{HCl}/\text{H}_2\text{SO}_4$), que faz com que sejam produzidas microrrugosidades no corpo do implante (NOVAES, 2010).

Implantes que são submetidos a tratamentos com jateamento/ataque ácido, tem como resultado, superfícies com propriedades osteoindutoras, o que faz com que ocorra um aumento significativo das células aderidas e os níveis de expressão gênica quando comparados com implantes que foram submetidos somente ao jateamento (GUO et al., 2007).

Através de uma avaliação criteriosa, Kim et al. (2008), viram que as superfícies dos implantes tratados com jateamento e condicionamento ácido, obtêm efeitos benéficos sobre a biocompatibilidade e também a formação óssea em torno do implante. Por meio desse método de tratamento se desenvolvem pequenas crateras uniformes (1-2 µm de diâmetro) e também picos bem definidos na superfície.

A superfície de implantes tratados através do jateamento e ataque ácido apresentam uma resposta aumentada no que diz respeito aos níveis de expressão de genes ALP (Alkaline Phosphatase – Fosfatase Alcalina), BSP (Bone Sialoprotein – Sialoproteína Óssea) e Runx2 (Fator de transcrição). A elevação no nível do gene Runx2 indica um aumento na diferenciação de osteoblastos, o qual se confirma através do aumento do gene ALP, o qual é o gene marcador do início do processo de diferenciação de osteoblastos. Finalizando o processo ocorre o aumento dos níveis de BSP, que é o gene tardio de osteoblastos, característico do início da deposição da matriz mineralizada (MENDONÇA et al., 2009).

6.3.3 Jateamento com Óxido de Alumínio (Al_2O_3)

Com o auxílio da microscopia eletrônica de varredura, análises em implantes que foram submetidos ao jateamento de alumínio, foram observados resíduos, que foram provenientes do processo de fabricação, o que faz com que a superfície do implante possa ser contaminada, podendo assim ser prejudicial à osseointegração. A substituição da alumina pelo óxido de titânio foi um modo de evitar efeitos indesejados na superfície do implante (SILVA et al., 2016).

O jateamento com Al_2O_3 , alteram a sua composição química. Isto se deve às trocas iônicas. Foram encontrados resíduos de alumina oriundos do tratamento de superfície, o que pode fazer com que ocorra a perda do implante dentário (JÚNIOR et al., 2007).

O tratamento com óxido de alumínio apresenta uma superfície hidrofílica, também faz com que as células apresentem extensões citoplasmáticas e filopodias. Algumas amostras apresentam picos de alumínio como resultado de decapagem (Le Guéhennec et al., 2008).

6.4. IMPLANTES NANOTEXTURIZADAS

No que diz respeito às superfícies nanotexturizadas, todos os implantes já apresentam uma cama de óxido na sua superfície. Quando são submetidos ao tratamento com anodização, os mesmos recebem uma camada a mais de óxido, que são obtidas utilizando o implante como ânodo, ativando assim os íons, ou seja, quando um potencial elétrico é aplicado a esse implante, ocorre reações de transferência de cargas e íons (THAKRAL et al., 2014).

Quando um implante é submetido à oxidação anódica, nota-se a presença de cálcio e fósforo em torno de sua superfície e também a presença de titânio e oxigênio. Ocorre um aumento na espessura de óxido com incorporação de cálcio e fósforo na camada superficial. Quando se trata da oxidação, ocorre a formação de gases, com grande ênfase ao H₂ e O₂, os quais se condensam em microbolhas e originam os poros que se conectam entre si, o que faz com que ocorra o aumento da rugosidade (PINTO et al., 2006).

Quando a superfície de um implante é submetida a um tratamento eletroquímico o mesmo tem um aumento da espessura da camada de óxido. Modificações por anodização fazem com que ocorra uma melhor adesão e orientação de células e uma osseointegração mais acelerada (ELIAS et al., 2006).

Quando controlado, o campo elétrico guiará o processo de oxidação que ocorre no implante e levará ao aumento da espessura da camada de óxido de titânio. A osseointegração é aprimorada com a adição dessa camada de óxido de titânio e a adição de outro elemento, como o fosfato (THAKRAL et al., 2014).

Esse aumento na espessura da camada de óxido de titânio na superfície do implante, faz com que ocorra uma melhora significativa em toda a coagulação do sangue e na aderência de células da medula óssea humana (YANG et al., 2009).

Implantes que são submetidos a esse tipo de tratamento são menos dependentes de composição química pelo fato de que o processo resultante se define por um aumento complementar do contato osso-implante (SILVA et al., 2016).

6.5. IMPLANTES COM SUPERFÍCIE BIOMIMÉTICAS

Em 1990 foi desenvolvido o método biomimético, que consiste em um procedimento que recobre a superfície do implante com uma cama uniforme de hidroxiapatita, muito similar com a camada biológica, essa camada tem até 15 µm de espessura (SILVA et al., 2016).

Braga et al. (2006) mostram que o objetivo do recobrimento com hidroxiapatita por

método biomimético em um implante que foi irradiado com feixe de laser, é promover uma melhora no processo de reparo na interface osso/implante. As modificações físico-químicas e morfológicas superficiais presentes após o processo biomimético, fazem com que sejam confirmadas a superioridade na osseointegração em resultados de ensaio de torque.

A hidroxiapatita é o fosfato de cálcio mais utilizado como biocerâmica, tanto como recobrimento mas também como material denso. A hidroxiapatita apresenta diversas vantagens, como (APARECIDA et al., 2007):

- Rápida adaptação óssea;
- Não formação de tecido fibroso;
- Íntima adesão implante/tecido;
- Tempo de cicatrização reduzido.

Além disso, o fosfato de cálcio, é um dos principais biomateriais quando se tratando de reposição e regeneração óssea, por ter como características (KURTZ et al., 2014):

- Semelhança com a fase mineral de tecido ósseo, dentes e tecidos calcificados;
- Excelente biocompatibilidade;
- Bioatividade;
- Ausência de toxicidade;
- Taxas de degradação variável;
- Osteocondutividade.

Uma vez que as moléculas de fosfato de cálcio estão integradas à estrutura do material, estas são liberadas gradualmente, conforme as camadas vão se degradando, o que faz com que ocorra aumento potencial de servirem como um sistema de liberação lento de agentes osteogênicos para o local recém implantado. A vantagem do processo de cobertura biomimético é que o mesmo possui propriedades tanto osteoindutora e também osteocondutora (CARVALHO et al., 2009).

7. DISCUSSÃO

No decorrer dos anos, diversos estudos trazem o efeito da superfície dos implantes, tanto na cicatrização quanto na aposição óssea. Nestes estudos são analisados diferentes métodos de modificação da superfície do implante, onde essa modificação na morfologia e rugosidade superficial tem como objetivo o aumento da retenção mecânica entre tecido ósseo e a superfície do implante, o que faz com que ocorra uma melhora da estabilidade inicial e de resistência deste implante.

Conforme Elias et al. (2002), marcas de usinagem ficam aparentes ao microscópio eletrônico, mostrando que esse tipo de ranhura presente, faz com que o crescimento das células em um sentido único. Em uma avaliação detalhada por Elias et al. (2004), disseram que a rugosidade do implante é uma resultante do tipo de tratamento que o mesmo foi submetido, quando um implante é usinado ele apresenta uma rugosidade com direcionamento definido. Apresentam também que quanto menor for essa direcionalidade melhor será o comportamento das células em torno do implante em posição. Pinto et al. (2006) concordam com tal afirmação, dizendo que embora a superfície de um implante usinado seja lisa, macroscopicamente, quando analisada microscopicamente o mesmo apresenta sulcos e estrias, o que faz com que o espalhamento aleatório das células aderidas à superfície do implante seja dificultada.

Tratando-se de jateamento abrasivo com SPT, Parede et al. (2006) dizem ser um processo bom para se obter uma superfície com morfologia e rugosidade eficaz durante o processo de osseointegração. Porém, dizem também, que a aplicação de SPT deveria ser novamente estudado, de modo a buscar uma alternativa para que se não tivesse a presença de contaminantes em torno da superfície do implante. Corroborando com isso Le Guéhennec et al. (2007) destacaram que o implante submetido ao método de SPT tem um aceleração no processo de osseointegração, os mesmo tem uma alteração de rugosidade em média de 7 μm . Em contrapartida, Granato et al. (2008), viram que o método SPT altera consideravelmente a rugosidade da superfície do implante, o que pode levar ao risco de contaminação bacteriana, desta maneira discordando dos demais autores.

Silva et al. (2002); Knabe et al. (2002) e Simunek et al. (2005), pensam de mesma forma quando se tratando de superfícies que passaram pelo método de SPH, onde não se faz presente um resultado positivo no que se diz respeito ao aumento da rugosidade. Mas no que se diz respeito a perda óssea, notaram que ao longo de 5 anos era grande assim como a decomposição da hidroxiapatita a altas temperaturas.

Para Júnior et al. (2007) e Le Guéhennec et al. (2008), a contaminação superficial

nas “falhas” do implantes não está muito bem definida ainda. Porém, a perda dos implantes dentários pode ocorrer, devido à presença de resíduos de alumina.

Takeuchi et al. (2003) dizem que para uma correta osseointegração as superfícies dos implantes precisam ser descontaminadas e também tratadas com ácido clorídrico. Cho & Park (2003) e Ciotti et al. (2007) corroboram com esse pensamento, vendo que implantes submetidos a duplo ataque ácido obtiveram uma boa mudança em sua rugosidade, o que faz com que ocorra também um aumento da deposição óssea e maior resistência ao torque de remoção.

Guo et al. (2007) e Kim et al. (2008) possuem o mesmo pensamento, no que se diz respeito a superfícies tratadas com o método de jateamento mais ataque ácido. O aumento do número de células aderidas na superfície do implante é notaria, o que mostra como resultado, efeitos benéficos em respeito a biocompatibilidade e também propriedades osteoindutoras. No seu estudo in vitro, Mendonça et al. (2009) observaram uma resposta positiva da superfície submetida ao jateamento seguido de ataque ácido, sendo essa resposta na diferenciação do tecido ósseo com uma grande porcentagem de área mineralizada.

Analisando o efeito da superfície que sofreu modificação por laser, Guastaldi et al. (2005) concluíram que este tipo de modificação induz um crescimento ósseo rápido, e também uma forte interface osso-implante. Colaborando com o pensamento dos outros autores, Braga et al. (2006) e Filho et al. (2009) afirmam que a implante que foi irradiado com feixe de laser possui um baixo custo e também é um processo limpo. Faz com que a produção de óxidos e nitretos acelere a osseointegração, fazendo com que os resultados sejam positivos em relação ao torque de remoção dos implantes.

Elias et al. (2006) trazem que nos implantes que foram submetidos a tratamentos eletroquímicos por meio da oxidação anódica, possuem características morfológicas que auxiliam e facilitam a adesão, orientação e formação óssea, desta maneira faz com que tenha a possibilidade de instalação de implantes em regiões com baixa densidade óssea e também faz com que o carregamento dos implantes seja mais rápido. Yang et al. (2009) notaram que houve um aumento na espessura da camada de óxido e também uma orientação e adesão de células melhoradas.

Já Pinto et al. (2006) relataram que a superfície submetida a oxidação com cálcio e fósforo apresentam um aumento de poros e rugosidades, vendo também, através de microscopia eletrônica de varredura, que esse implantes apresentam elevações em forma de vulcões.

Após estudos, Elias & Mattos (2009), mostram que um implante que teve a sua superfície tratada através da anodização tem a presença de cálcio e fósforo e também titânio e oxigênio, o que altera a morfologia e faz com que ocorra um aumento da rugosidade. De mesma forma que os demais autores, observam que acontece um processo de osseointegração mais acelerado e um aumento da resistência na interface osso/implante.

De acordo com Braga et al. (2006); Aparecida et al. (2007) e Carvalho et al. (2009), implantes que tem sua superfície tratada através do processo de biomiméticos, onde ocorre o depósito de camadas de fosfato de cálcio (hidroxiapatita), mostram uma boa e melhor adesão osso/implante, também tem boa presença de propriedades osteocondutoras e osteoindutoras.

Os implantes que possuem a superfície modificada nanotopograficamente tendem a produzir uma superfície com maior aposição óssea, o que faz com que seja fidedigno os resultados obtidos para torque de remoção nessa superfície. O que consta também no estudo de Brandão et al (2010), que diz que a deposição de nanopartículas associada à nanotopografia faz com que ocorra uma potencialização na osseointegração.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os estudos feitos, conclui-se que independente da superfície do implante ser texturizada irá ocorrer a deposição de tecido ósseo em seu redor, mas também foi visto que se a superfície for texturizada irá contribuir para um maior percentual de área de contato implante-osso. De acordo com a maioria dos artigos e materiais estudados, as superfícies submetidas a tratamento permitem que o implante receba suas cargas funcionais mais precocemente e também favorece seu sucesso quando instalados em osso com baixa qualidade.

Foi visto que as indústrias que produzem implantes utilizando vários métodos de tratamento de superfície, os quais podemos citar: ataque ácido; deposição de nanopartículas de íons de cálcio e fósforo; jateamento com titânio + tratamento com ácido fluorídrico; jateamento com areia + ataque ácido; ataque ácido + deposição de cálcio e fósforo, dentre outros métodos de tratamento que fazem com que se obtenha uma melhor resposta tecidual.

Fica a critério do cirurgião dentista, qual o tipo de tratamento que ele irá utilizar, onde o mesmo poderá encontrar uma gama grande de publicações científicas abordando o tema. Deste modo, o profissional poderá estudar e analisar, qual será o melhor implante a ser utilizado, por meio do tratamento da superfície, com base em estudos científicos, assim podendo oferecer um melhor tratamento ao seu paciente.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, A. V.; COMUNIAN, C. R.; FERREIRA NETO, M. D.; CRUZ, E. F. Implantodontia: Histórico, Evolução e Atualidades. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**. v.13, n.4, p. 36-48, 2019. Disponível em: <<http://idonline.emnuvens.com.br/id>>. Acesso em 05 de mai 2022.
- APARECIDA, A. H.; FOOK, M. V. L.; SANTOS, M. L.; GUASTALDI, A. C. Estudo da influência dos íons K⁺, Mg²⁺, So₄²⁻ e Co₃²⁻ na cristalização biomimética de fosfato de cálcio amorfo (acp) e conversão a fosfato octacálcico (ocp). **Quim. Nova**, v.30, n.4, p. 892-896, 2007.
- BARROS, C. V. C. **Evolução do tratamento com implantes dentários: histórico e superfícies dos implantes**. 32 f. Tese (Program de pós-graduação em Odontologia). Faculdade Sete Lagoas, São Luís – MA, 2019, 32p.
- BRAGA, F. J. C.; TAVARES, H.; FAEDA, R.; GUASTALDI, F. P. S.; GUASTALDI, A. C. **Estudo comparativo empregando-se torque reverso em implantes de titânio modificados por laser e recobertos com hidroxiapatita pelo método biomimético**. Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.
- BRANDÃO, M. L.; ESPOSTI, T. B. D.; BISOGNIN, E. D.; HARARI, N. D.; VIDIGAL Jr. G, M.; CONZ, M. B. Superfície dos implantes osseointegrados X resposta biológica. **Revista implantnews**, v.7, n.1, p. 95-101, 2010.
- BRÅNEMARK, P. I.; BREINE, U.; ADELL R.; HANSSON, B. O.; LINDSTRÖM, J.; OHLSSON, A. **Intra-osseous anchorage of dental prosthesis I. Experimental studies**. Scand J Plast Reconstr Surg 1970; 9-75.
- BRUNO MACHADO DE CARVALHO, B. M.; PELLIZZER, E. P.; MORAES, S. L. D.; FALCÓN-ANTENUCCI, R. M.; FERREIRA JÚNIOR, J. S. Tratamentos de superfície nos implantes dentários. **Rev. Cir. Traumatol. Buco-Maxilo-fac., Camaragibe** v.9, n.1, p. 123 - 130, jan./mar. 2009
- CARVALHO, B. M.; PELLIZZERII, E. P.; MORAESIII, S. L. D.; FALCÓN-ANTENUCCI, R. M.; FERREIRA JÚNIOR, J. S. Tratamentos de superfície nos implantes dentários. **Rev. Cir. Traumatol. Buco-Maxilo-fac.**, Camaragibe v.9, n.1, p. 123 - 130, jan./mar. 2009.
- CARVALHO, B. M. et al. Tratamentos de superfície nos implantes dentários. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial**, 2009, v.9, n.1, p.123-130. Disponível em: <<http://www.revistacirurgiabmf.com/2009/v9n1/SUMARIO%20V9%20N1.pdf>>. Acesso em out 2021.
- CASADO, P. L.; GUERRA, R. R.; FONSECA, M. A.; COSTA, L. C.; GRANJEIRO, J. M.; BARBOZA, E. P. TRATAMENTO DAS DOENÇAS PERI-IMPLANTARES: EXPERIÊNCIAS PASSADAS E PERSPECTIVAS FUTURAS - UMA REVISÃO DE LITERATURA. **Braz J Periodontol**, v.21, n.2, p. 25-35, June 2011.

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.

ELIAS, C. N.; LIMA, J. H.C.; SANTOS, M. V. Modificações na superfície dos implantes dentários: da pesquisa básica à aplicação clínica. **Revista ImplantNews** 2008; 5(5):467-76

ELIAS, C. N.; LIMA, J. H. C.; FIGUEIRA, D. C.; Implantes dentários com superfícies anisotrópicas e isotrópicas. **Rev. bras. Implantodontia**. v.11, n.1, p. 9-12, jan.-mar. 2005.

ELIAS, C.N. et al. Diferentes superfícies dos implantes dentários. In: III **CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ÓRGÃOS ARTIFICIAIS E BIOMATERIAIS**, 2004, Campinas.

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.

ELIAS, C. N.; SERRA, L. E. Biocompatibilidade do titânio e a superfície Vulcano. **Revista Brasileira de Implantodontia**. v.12, n.3, p.6-11, jul-set 2006. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-857107>>. Acesso em dez 2021.

ESTEVAN, M. S. S. **TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES DE IMPLANTES OSSEOINTEGRAVEIS EM TITÂNIO: REVISÃO DA LITERATURA**. 33 f. Tese (Especialização em Cirurgia e Traumatologia Bucocomaxilofacias). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2014, 33p.

FARIAS, I. B. S.; CAPPATO, L. P. **Implantes imediatos: uma revisão da literatura**. 35f. Tese (Conclusão do Curso de Graduação em Odontologia). Universidade Federal Fluminense, Nova Friburgo – RJ, 2015, 35 p.

FAVERANI, L. P.; RAMALHO-FERREIRA, G.; GAETTI-JARDIM, E. C.; OKAMOTO, R.; SHINOHARA, E. H.; ASSUNÇÃO, W. G.; GARCIA JUNIOR, I. R. Implantes osseointegrados: evolução sucesso. **Salusvita**, Bauru, v. 30, n. 1, p. 47-58, 2011.

FILHO, E. A.; FRAGA, A. F.; BINI, R. A.; MARQUES, R. F. C.; GUASTALDI, A. C. Influência do espaçamento do feixe de laser Nd:YAG na obtenção de óxidos e nitretos na superfície do titânio em pressão atmosférica. **Revista Matéria**, v. 14, n. 2, p. 787 – 794, 2009. Disponível em: < <http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo11014>>. Acesso em mar 2022.

GEBRAN, M. P.; WASSAL, T. Avaliação in vitro da adesão de osteoblastos sobre implantes osseointegráveis com superfície tratada (Titamax II). **Revista Implant News**, 2007, v. 4, n. 1, p.79-84.

GRANATO, R.; MARIN, C.; GIL, J. N.; SUZUKI, M.; COELHO, P. G. **Innovations implant journal - biomaterials and esthetics**, v.3, n.5, p. 20-26, Maio/Agosto 2008.

GRASSI, S. **Influência de diferentes microestruturas de implantes osseointegráveis sobre o tecido ósseo peri-implantar. Avaliação Histomorfométrica em humanos**. 69f. Tese (Mestre em odontologia). Universidade de Garulhos, Garulhos – SP, 2006, 69 p.

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.

GUEHENNEC, L. LE et al . Osteoblastic cell behaviour on different titanium implant surface. **Acta Biomaterialia**, 2008, v. 4, n., p. 535 – 543.

GUEHENNEC, L. LE et al. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. **Journal Dental Materials**, 2007, p. 844 – 854.

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**. 381535. doi:10.1155/2012/381535, 2012.

GUO, J. et al. The effect hydro fluoric acid treatment of TiO₂ grit blasted titanium implants on adherent osteoblast gene expression in vitro and in vivo. **Biomaterials**, 2007, v. 28, n., p. 5418 – 5425.

JEMAT, A.; GHAZALI, M. J.; RAZALI, M.; OTSUKA, Y. Surface Modifications and Their Effects on Titanium Dental Implants - **BioMed Research International**, v. 2015, Article ID 791725, 11 p.

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.

KIM, H. et al. The biocompatibility of SLA -treated titanium implants. **Biomedical Materials**, 2008, v. 3, n., p.1-6.

KNABE, C. et al. In vitro investigation of titanium and hydroxyapatite dental implant surfaces using a rat bone marrow stromal cell culture system. **Biomaterials**, 2002, v. 23, n., p.3235-3245.

KURTZ, S. M.; KOCAGÖZ, S.; ARNHOLT, C.; HUET, R.; UENO, M.; WALTER, W. L. **Advances in Zirconia Toughened Alumina Biomaterials for Total Joint Replacement**. 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,v.17, p. 369-76, 2002.

MARTINS, V.; BONILHA, T.; FALCÓN-ANTENUCCI, R. M.; VERRI, A. C. G.; VERRI, F. R. **Revista Odontológica de Araçatuba**, v.32, n.1, p. 26-31, Janeiro/Junho, 2011.

MENDONÇA, G; MENDONÇA, D, B. S.; ARAÚJO, M. A. R.; DUARTE, W. R.; COOPER, L. F; ARAGÃO, F. J. L. Avaliação do comportamento de células mesenquimais humanas sobre superfícies de implantes dentários. **ImplantNews**; v.6, n.2, p. 137-141, 2009. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-523910>>. Acesso em nov 2021.

MORAES, E. J. **A Implantodontia na Atualidade**. Rio de Janeiro, 2012.

MORAES JR. E. F.; CAETANO, A. S.; BIZELLI, V. F. **Remoção de implante mal posicionado e correção de complicação estética com regeneração óssea guiada vertical, com tela de titânio e rotação de enxerto de tecido conjuntivo**. 2019.

NAGEM FILHO, H.; FRANCISCONI, P. A. S.; CAMPI JÚNIOR, L.; FARES, N. H. Influência da textura superficial dos implantes. **Revista Odonto Ciência**; v. 22, n. 55, p. 82-86, jan./mar. 2007.

NAVES, M.M. et al. Effect of Macrogeometry on the Surface Topography of Dental Implants. **Int J Oral Maxillofac Implants**. v.30, N.4, p.789-799, 2015.

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

NÓIA, C. F.; LOPES, R. O.; MORAES, M.; BARBOSA, J. R. A.; MOREIRA, R. W. F.; MAZZONETTO, R. Complicações decorrentes do tratamento com implantes dentários: Análise retrospectiva de sete anos. **Revista associação paulista de cirurgiões dentistas**. v. 64, n.1, 55-58, 2010.

PALMQUIST, A.; OMAR, M. O.; ESPOSITO, M.; LAUSMAA, J.; THOMSEN, P. **Titanium oral implants: surface characteristics, interface biology and clinical outcome** - J. R. Soc. Interface, 2010.

PAREDES, R.S.C.; VAZ, A.P.; SILVA, J. C. Avaliação da influência da preparação da superfície de titânio utilizado para implantes odontológicos revestidos com titânio depositado por aspersão térmica PS. In: 17 **Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**. Foz do Iguaçu, 2006.

PINTO, L. E. S. C.; ELIAS, C. N.. Análise química e topográfica de implantes de titânio após tratamentos químicos de superfície. In: **IV CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ÓRGÃOS ARTIFICIAIS E BIOMATERIAIS**, 2006, Caxambu

RAMALHO, G. F.; FAVERANI, L. P.; GOMES, P. C. M.; ASSUNÇÃO, W. G.; GARCIA JÚNIOR, I. R. Complicações na reabilitação bucal com implantes osseointegráveis. **Revista Odontológica de Araçatuba**, v.31, n.1, p. 51-55, Janeiro/Junho, 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.

SENNA, P.; DODO, C. G.; SOTTO-MAIOR, B. S.; CURY, A. D. B. **Caracterização da superfície do implante dental Titaoss**. 2019.

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. **Estudo comparativo de superfícies de titânio utilizadas em implantes**. 68 f. Tese (Programa de pós-graduação em Engenharia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2006, 68p.

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. Disponível em: <<http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo10087/>>. Acesso em fev 2022.

SILVA, F. L.; RODRIGUES, F.; PAMATO, S.; PEREIRA, J. F.; Tratamento de superfície em implantes dentários: uma revisão de literatura. **RFO, Passo Fundo**, v. 21, n. 1, p. 136-142, jan./abr. 2016.

SIMUMEK, A. et al. A six-yeer study of hydroxyapatite-coated root-form dental implants. **West Indian Medical Journal**, 2005, p. 393 – 397.

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.

YANG, Wei-en et al. Nano/submicron-scale TiO₂ network on titanium surface for dental implant application. **Journal Of Alloys And Compounds**, 2009, p. 642 – 647.