



## AUTORES

Ulisses Gomes Guimarães Neto<sup>1</sup> e Suzane Medeiros de Araújo Bacelar<sup>2</sup>

**Autor Correspondente:** Ulisses Gomes Guimarães Neto [ulissesnt@yahoo.com.br](mailto:ulissesnt@yahoo.com.br)

## INSTITUIÇÃO AFILIADA

1-Departamento de ciências odontológicas-FAMA – Macapá, Amapá - Brasil

2-Departamento de ciências odontológicas-Odonto Cardio – Macapá, Amapá – Brasil

## CITAÇÃO

GUIMARÃES NETO, Ulisses Gomes, BACELAR, Suzane Medeiros de Araújo. Implantes dentários com superfície tratada: revisão de literatura. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**. v.1, n.4, p. 69-83, 2019.

## PALAVRAS CHAVE

titânio; implante dental; textura de superfície

## TEMA: IMPLANTES DENTÁRIOS COM SUPERFÍCIE TRATADA: REVISÃO DE LITERATURA

**Introdução:** Um dos principais fatores para o sucesso no tratamento com implantes dentários é a osseointegração. A resposta biológica está diretamente relacionada às propriedades físico-químicas das superfícies que são capazes de alterar a resposta das células dos tecidos adjacentes modificando a migração, inserção, proliferação e síntese de colágeno no local, determinando assim o tipo de tecido que será obtido na interface osso-implante e sua integração.

**Objetivos:** Este estudo objetiva revisar os diferentes tipos de superfícies dos implantes dentários correlacionando-os com taxa de osseointegração, a composição química e a rugosidade da superfície de titânio.

**Metodologia:** Foram realizadas pesquisas nas bases de dados, Lilacs, Medline, Science direct, Scielo e Pubmed, e em seguida foram selecionados artigos dos últimos 15 anos, nos idiomas inglês e português.

**Resultados:** Em superfícies de implantes tratadas com plasma de titânio (TPS), jateadas com areia e tratadas com ácido (SLA) os resultados demonstraram que tanto a rugosidade como o tratamento químico das superfícies podem influenciar bastante a força superficial de cisalhamento (resistência oferecida à remoção).

**Conclusão:** Diferentes superfícies de tratamento devem ser pesquisadas para a melhor indicação de determinado tratamento.

## **Treated surface dental implants: Literature review**

### **ABSTRACT**

**Introduction:** One of the main factors for success in dental implant treatment is osseointegration. The biological response is directly related to the physicochemical properties of surfaces that are capable of altering the response of adjacent tissue cells by modifying collagen migration, insertion, proliferation and synthesis at the site, thereby determining the type of tissue to be obtained at the interface. implant bone and its integration.

**Objectives:** This study aims to review the different surface types of dental implants correlating them with osseointegration rate, chemical composition and surface roughness of titanium.

**Methodology:** We searched the databases Lilacs, Medline, Science direct, Scielo and Pubmed, and then selected articles from the last 15 years, in English and Portuguese.

**Results:** On sandblasted and acid-treated (SLA) titanium plasma (TPS) implant surfaces the results demonstrated that both roughness and chemical surface treatment can greatly influence the shear surface strength (resistance offered to removal).

**Conclusion:** Different treatment surfaces should be searched for the best indication of a given treatment.

**KEYWORDS:** titanium; dental implant; surface texture implants.

*Ulisses Gomes Guimarães Neto<sup>1</sup> - Cirurgião Dentista Especialista em Implantodontia e Mestre em Ortodontia*

*Suzane Medeiros de Araújo Bacelar<sup>2</sup> - Cirurgiã Dentista Especialista em Implantodontia, Ortodontia e Endodontia*

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos implantes dentais é uma alternativa segura e previsível para tratamentos reabilitadores em pacientes edêntulos. O sucesso deste tratamento está relacionado com a osseointegração. O que caracteriza esta osseointegração é a deposição de tecido ósseo na superfície dos implantes que por sua vez depende das interações entre as células e a superfície<sup>1</sup>.

O tratamento da superfície do implante tem por fim melhorar a fixação do implante favorecendo a integração óssea. À medida que alguns artigos passaram a revelar fracassos significativos dos implantes com superfícies lisas, quando instalados em maxilares com pouca altura de rebordo alveolar e com baixa densidade óssea (osso tipo IV), incrementou-se a pesquisa e o desenvolvimento das superfícies texturizadas<sup>2</sup>.

As características das superfícies dos implantes têm papel fundamental nos estágios iniciais da osseointegração. As modificações superficiais macro, micro e nanométricas, podem alterar as respostas biomoleculares e celulares in vitro e as respostas dos tecidos moles e ósseos in vivo. Mesmo que a relevância clínica das estruturas nanométricas ainda não seja amplamente reconhecida, alguns recentes estudos in vitro demonstraram a importância das estruturas nanométricas presentes na superfície do implante<sup>3</sup>. 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<sup>4</sup>.

Os processos de tratamento de superfícies podem ser divididos em métodos de adição, quando acrescentam algo à superfície do implante, ou subtração, quando removem parte da camada superficial. Nos métodos

chamados de adição, é aplicado à superfície do implante um recobrimento, que pode ser do mesmo material do corpo do implante ou não; enquanto que nos métodos de subtração, é removida uma camada da superfície do implante por um processo controlado<sup>5</sup>. A topografia das superfícies do implante dentário atuais é resultado de avanços tecnológicos para texturização em escala micro e nanométrica com controle padronizado da rugosidade para acelerar a osseointegração. Sendo que a escala micrométrica é classificada entre 0.5 e 50 micrómetros enquanto a escala nanométrica está compreendida entre 1 e 100 nanômetros<sup>6</sup>.

Os mecanismos de ancoragem dos implantes podem ser divididos em mecanismos de adesão biomecânica e mecanismos de adesão bioquímica. Um implante usinado, como o Brånemark original, é ancorado ao osso por pequenos ingressos do tecido nas pequenas irregularidades da superfície, caracterizando uma adesão biomecânica. Deste modo, a osseointegração é dependente da adesão biomecânica. Outros tipos de superfície com rugosidades moderadas, por jateamento ou ataque ácido, demonstram uma resposta melhor da osseointegração comparadas às superfícies usinadas. Isto demonstra que a osseointegração depende de um mínimo de rugosidade para que ocorra a adesão biomecânica, e que o grau dessa rugosidade influencia diretamente nessa adesão. A adesão biomecânica é tempo dependente que é um aspecto negativo. Existe um tempo necessário para que ocorra o ingresso do tecido ósseo nas pequenas irregularidades da superfície. Nesse período, o implante é retido junto ao tecido ósseo pelo seu macrodesign e depende do número de espiras, do espaçamento entre elas, da forma do implante. Estudos publicados na década de 1980 preconizavam que rugosidades de 50 µm a 100 µm eram necessários para uma melhor osseointegração, porém atualmente sabe-se que rugosidades menores até que 1 µm possibilitam a osseointegração<sup>7</sup>.

A estabilidade do implante imediatamente à sua instalação, conhecida como estabilidade primária, acontece de acordo com sua ancoragem óssea, que é dependente de sua forma macroscópica, de sua geometria, e da presença ou não de roscas, assim como da quantidade dessas<sup>8</sup>. Diferentes modificações nos padrões das roscas, tais como microrroscas perto do pescoço do implante e macrorroscas no meio do corpo e, ainda, uma variedade de roscas de passos

alterados têm sido empregadas para acentuar o efeito da ancoragem óssea e induzir o comportamento biomecânico desejado<sup>9</sup>. Quanto à topografia, os implantes dentários apresentam diferentes graus de rugosidade, fator importante para adesão e fixação celular. Os implantes originais de Branemark usinados apresentavam uma rugosidade entre 0,5 µm e 1,0 µm, que era considerado o ideal. Novos estudos comprovaram que medidas de 1,5 µm de rugosidade mostraram resultados melhores<sup>8</sup>.

### **Resposta Biológica a Superfícies de Tratamento para Implantes**

Para que ocorra a osseointegração é necessário que as células sanguíneas entrem em contato com a superfície do implante. Logo, está associada às respostas celulares que estimulam a formação de osso na superfície do implante. Como há este contato com coágulo do sangue, proteínas presentes, como plaquetas e fibrinogênio, formam uma rede de fibrina na superfície de óxido de titânio<sup>9</sup>. Dessa forma, haverá uma interação inicial caracterizada pela adesão de plaquetas e fibrinogênio na superfície do implante, a qual apresenta a camada superficial de óxido de titânio. Em seguida, ocorre a adesão de células osteogênicas, resultando na formação de uma rede de fibrina. Assim, a adesão de células osteogênicas ocorre em uma camada de óxido de titânio modificada pelas células sanguíneas. Após a aposição de células sobre a superfície do implante, a deposição e posterior mineralização de matriz óssea são iniciadas<sup>10</sup>.

### **Plasma spray de hidroxiapatita**

O tratamento para recobrimento com nucleação de apatita ocorre por meio de três etapas: tratamento alcalino, tratamento térmico e imersão em solução sintética equivalente ao plasma sanguíneo. Essa camada é formada pela pulverização do spray de plasma de hidroxiapatita sobre o implante<sup>11</sup>. A rugosidade depende do tamanho das partículas, da aderência dessas, da velocidade e distância em que essas foram lançadas contra o implante<sup>12</sup>.

### **Plasma spray de titânio**

A partícula de titânio é fundida na superfície, formando uma camada de 50  $\mu\text{m}$  de espessura. E o revestimento resultante fica entre 10  $\mu\text{m}$  e 40  $\mu\text{m}$ , aumentando a superfície do implante. Porém, superfícies entre 0,5  $\mu\text{m}$  e 2  $\mu\text{m}$  já têm uma resposta positiva para osseointegração. Sendo assim, os implantes de superfície tratada com plasma spray de titânio têm sido pouco utilizados, pois aumentam a possibilidade de contaminação bacteriana<sup>13</sup>.

### **Modificação por feixe laser**

O implante tem a sua superfície modificada por irradiação por meio de feixes de laser produzindo erosões e uma superfície rugosa. 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<sup>11</sup>. É um método que produz alto grau de pureza e rugosidade suficiente para uma boa osseointegração<sup>14</sup>. E a vantagem sobre os outros tipos de tratamentos de superfície é que esse tratamento pode criar microrretenções orientadas e regulares em pontos definidos na superfície. Essa técnica não envolve elementos químicos, evitando a contaminação da camada de óxido do titânio<sup>12</sup>. Superfícies macrotextrizadas modificada por irradiação com laser Nd: YAG é muito utilizada em soldas de materiais como o titânio, a fim de promover um derretimento e soldagem do titânio, gerando maior resistência às forças de tensão<sup>15</sup>. Outra vantagem deste laser é promover irregularidades e alterações morfológicas no titânio. Superfície irradiada com feixe de laser apresenta vantagens quanto à padronização e facilidade do tratamento de superfície, por ser um processo limpo, reprodutível e de baixo custo quando comparado a outros métodos<sup>16</sup>.

### **Jateamento de partículas**

Essa modificação na superfície do implante é bombardeada com partículas de óxido de alumínio ou de titânio, por essa ação, o corpo do implante obtém depressões irregulares. Não deve haver adesão de partículas ao implante, essas servem apenas para criar irregularidades. A rugosidade depende do tamanho das partículas, do tempo e da pressão do disparador<sup>17</sup>. Em relação ao Jateamento com Óxido de Alumínio, este produz uma superfície

rugosa com granulometria variando com o tamanho do jato. Óxido de alumínio ( $Al_2O_3$ ) é insolúvel em ácido e é assim difícil de remover os resíduos da superfície de titânio. Em alguns casos, essas partículas têm sido lançadas em tecidos circunvizinhos e têm interferido na osseointegração. Além disso, a heterogeneidade química da superfície do implante pode diminuir a excelente resistência à corrosão do titânio em ambiente fisiológico<sup>18</sup>.

### **Jateamento seguido de ataque ácido**

O tratamento por ácido pode ser feito após técnica de jateamento, com partículas grandes de óxido de alumínio (250 - 500 $\mu$ m) e posteriormente atacada por ácido sulfúrico/ ácido hidrocloreídrico é a superfície SLA (S=sandblasted) (jateada); L=largegrit (partículas grandes); A= acidetching (ataque ácido)<sup>18</sup>. Este tipo de superfície combina uma macrotexturização feita com o jateamento de partículas com a microtexturização causada pelo ataque ácido<sup>19</sup>. A mistura de jateamento com condicionamento ácido traz uma conformação bastante homogênea, que parece ser um dos fatores que auxiliam muito na melhora da osseointegração dos implantes<sup>20</sup>. As superfícies SLA são tratadas com jatos de areia de granulação grossa (250-500  $\mu$ m), produzindo macrorrugosidades no implante, seguidos por ataque ácido (HCl/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), que é responsável pela microrrugosidade . Os implantes que são tratados com jateamento de areia seguido de ataque ácido, sendo processados sob atmosfera de nitrogênio e armazenados em NaCl (cloreto de sódio) isotônico, são denominados SLActive. Esses implantes têm uma estabilidade secundária mais ativa que os demais implantes, sendo que essa ocorre em duas semanas após a instalação do implante no osso<sup>21</sup>.

### **Superfícies nanotexturizadas (anodização)**

No caso de superfícies nanotexturizadas, todos os implantes já vêm com uma camada de óxido na sua superfície, os 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. 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<sub>2</sub>. Com o aumento dessa camada de óxido de titânio e a adição de outros elementos, como fosfato (PO<sub>4</sub>), potencializa-se a osseointegração<sup>17</sup>. As modificações obtidas com a oxidação do implante, conferem uma melhor adesão e orientação de células e uma osseointegração mais rápida. A superfície resulta em poros abertos e irregulares. Com essa potencialização da osseointegração, algumas situações da atividade clínica diária podem ser beneficiadas como: protocolos de carga imediata, instalação de implantes em alvéolos de extração, instalação de implantes e enxertos simultâneos, áreas estéticas onde a preservação do nível ósseo é fundamental, instalação de implantes em locais de baixa densidade óssea, situações onde são instalados implantes curtos e de largo diâmetro<sup>4</sup>.

### **Superfícies Biomiméticas**

Esse tipo de tratamento de superfície consiste na precipitação heterogênea de fosfato de cálcio sob condições fisiológicas de temperatura e pH sobre o implante dentário, por meio da utilização de solução de íons semelhantes ao plasma sanguíneo com vistas à deposição de camada de apatita. Uma vez que as moléculas estão integradas à estrutura do material, elas são liberadas gradualmente, sendo, assim, capazes de aumentar a osseocondutividade e potencializar a formação do osso em torno do implante. O fosfato de cálcio, hoje, apresenta-se como um dos principais biomateriais para reposição e regeneração do tecido ósseo, pois apresenta como características: semelhança com a fase mineral de tecido ósseo, dentes e tecidos calcificados; excelente biocompatibilidade; bioatividade; ausência de toxicidade; taxas de degradação variáveis; osteocondutividade<sup>22</sup>. Outra vantagem desse tratamento de superfície é que as moléculas biologicamente ativas, como agentes osteogênicos, podem ser precipitadas como componentes inorgânicos para formar uma matriz com propriedades tanto osteoindutora (fatores de crescimento) como osteocondutora (camada de fosfato de cálcio)<sup>23</sup>.

Diante dos diferentes métodos de tratamento de superfícies, podemos citar alguns utilizados pela indústria e comercializados no mercado nacional (Quadro 1).

Tratamento de superfície	Marca Comercial
--------------------------	-----------------

Ataque ácido	Osseotite (Biomet 3i); Master Porous (Conexão); Titamax (Neodent)
Ataque ácido e deposição de Ca P	NanoTite (Biomet 3i)
Jateamento com alumina	Ankylos (Dentstply)
Jateamento com TiO <sub>2</sub>	Tioblast (Astra)
Jateamento com TiO <sub>2</sub> + tratamento com ácido fluorídrico	OsseoSpeed (Astra)
Jateamento com fosfato de cálcio	RBM (Lifecore)
Jateamento com areia e ataque ácido	SLA e SLActive (Straumann); Friadent plus (Dentsply)
Oxidação anódica	TiUnite (Nobel Biocare); Vulcano® (Conexão)

Fonte: Brandão et al, 2010<sup>(24)</sup>

## METODOLOGIA

O presente trabalho é uma revisão sistemática de literatura. Foram realizadas pesquisas nas seguintes bases de dados, Lilacs, Medline, Science direct, Scielo e Pubmed. E em seguida foram selecionados artigos dos últimos 15 anos, nos idiomas inglês e português. O critério de inclusão das publicações de interesse para o presente trabalho foi artigos que denotassem o interesse de estudar o tratamento de superfície em titânio, incluindo a sua importância para o processo de osseointegração, assim como os diversos métodos de tratamento de superfície. O critério de exclusão definido foi artigos que abordavam de tratamentos de superfície em materiais diferente do titânio e tratamentos de superfície que ainda não tem aplicação em larga escala. Além disso, artigos que apresentassem outra língua além de inglês ou português também foram excluídos. Monografias, anais de eventos e opiniões de “experts” não foram incluídos. As estratégias de busca foram realizadas utilizando as seguintes palavras: titânio; implante dental; textura de superfície.

## DISCUSSÃO

À medida que algumas publicações passaram a acusar fracassos significativos dos implantes com superfícies lisas, quando instalados em maxilares com pouca altura de rebordo alveolar e com baixa densidade óssea (osso tipo IV), incrementou-se a pesquisa e o desenvolvimento das superfícies texturizadas<sup>25</sup>. Variadas formas de modificação da superfície lisa (usinada) dos

implantes para uma superfície tratada foram desenvolvidas pelas empresas. A superfície tratada tem sua área de contato aumentada, o que permite uma maior interação com o osso e com as células, já que pesquisas comprovaram que é de considerável importância para a osseointegração os eventos celulares e moleculares do período de cicatrização inicial pós-cirúrgico<sup>26</sup>. Porém, para Serrão et al. (2010), Implantes de superfície lisa apresentam sucesso semelhante aos implantes de superfície tratada por duplo ataque ácido, quando ambos são inseridos em áreas não submetidas a enxertos ósseos<sup>27</sup>.

De acordo com Amarante & Lima<sup>28</sup>, a deposição de tecido ósseo sobre as superfícies dos implantes osseointegrados ocorre independentemente destas serem polidas ou texturizadas, porém estas características das superfícies texturizadas (promovem maior contato osso-implante, favorecendo contatos mais rapidamente) permitindo que os implantes osseointegrados com essas superfícies recebam cargas funcionais mais precocemente e favorecem seu prognóstico quando aplicados em tecido ósseo pouco compacto, ou em osso regenerado. Isto vai de acordo com os estudos de Serrão et al<sup>27</sup> (2010) Implantes de superfície lisa apresentam sucesso semelhante aos implantes de superfície tratada por duplo ataque ácido, quando ambos são inseridos em áreas não submetidas a enxertos ósseos.

De um modo geral o aumento da rugosidade da superfície dos implantes aumenta a molhabilidade da superfície, afetando diretamente a adsorção das proteínas depositadas, além de facilitar não só a estabilidade inicial do coágulo como também a aderência, locomoção e espraiamento das células rugofílicas (osteoblastos, macrófagos, células epiteliais e leucócitos), melhorando a interação biomecânica do implante com tecido ósseo<sup>29</sup>.

Para Elias et al.<sup>4</sup> quanto menor a direcionalidade da rugosidade na superfície do implante, melhor a cinética do processo de neoformação óssea. Independente da topografia de superfície do titânio, a bioatividade desta superfície não é grande o suficiente para induzir o crescimento de tecido ósseo em um curto período de tempo.

Huang et al.<sup>29</sup> (2014) estudou o efeito das modificações químicas e nanotopográficas nas fases iniciais de osseointegração. Foram investigadas as modificações de superfície de jateamento com óxido de Ti, tratamento com flúor

e modificações com nanohidroxiapatita, analisadas por meio do torque de remoção e análises histológicas após quatro semanas. Análises das imagens de MEV indicaram a presença de nanoestruturas sobre os implantes quimicamente modificados, constatando a presença de Ti, O<sub>2</sub>, C e N em todos os grupos estudados. O torque de remoção foi maior para os implantes com modificações químicas nanotopográficas. Conclui-se que superfícies nanotopograficamente modificadas produziram uma superfície diferenciada com maior aposição óssea, explicando então os resultados maiores para torque de remoção nessa superfície. Isto vai de acordo com Brandão et al (2010), demonstrando que a deposição de nanopartículas associada à nanotopografia potencializa a osseointegração<sup>24</sup>.

## CONCLUSÃO

1. A deposição de tecido sobre as superfícies dos implantes osseointegrados ocorre independente destas serem texturizadas.
2. As superfícies texturizadas contribuem para um maior percentual da área de contato implante-tecido ósseo.
3. Segundo a maioria dos artigos estudados as superfícies texturizadas permitem que os implantes recebam cargas funcionais mais precocemente e favorecem seu prognóstico quando aplicadas em tecido ósseo de baixa qualidade.
4. A indústria utiliza diferentes métodos para o tratamento das superfícies, como: ataque ácido; ataque ácido + deposição de Ca e P; jateamento com alumina; jateamento com TiO<sub>2</sub>; jateamento com TiO<sub>2</sub> + tratamento com ácido fluorídrico; jateamento com fosfato de cálcio; jateamento com areia + ataque ácido; anodização; deposição de nanopartículas de íons Ca e P, entre outros métodos para obter uma melhor resposta tecidual.
5. A decisão clínica de qual tipo de implante utilizar cabe ao profissional e para isso ele pode contar com um grande número de publicações científicas que abordam o tema. Com isso, o profissional pode optar entre os diferentes tipos de tratamento de superfície baseados em evidências científicas, proporcionando assim um melhor tratamento aos seus pacientes.

## REFERÊNCIAS

1. Palmquist A. et al. Titanium oral implants: surface characteristics, interface biology and clinical outcome - J. R. Soc. Interface (2010) 7, S515–S527.
2. NAGEM FILHO, H et al. Influência da textura superficial dos implantes. Revista Odonto Ciência, v. 22, n. 55, p. 82-86, jan./mar. 2007.
3. Jemat A. et al. Surface Modifications and Their Effects on Titanium Dental Implants - BioMed Research International Volume 2015, Article ID 791725, 11 pages.
4. Elias CN, Lima JHC, Santos MV. Modificações na superfície dos implantes dentários: da pesquisa básica à aplicação clínica. Revista ImplantNews 2008; 5(5):467-76.
5. Groisman M; Vidigal-Jr GM. Tipos de superfícies de implantes.. In: Sobrepe. (Org.). Periodontia e Implantodontia - Atuação clínica baseada em evidências científicas. Sobrepe; 2005. v.14, p.1-14.
6. Saghiri MA, Asaturian A, Garcia-Godoy F, et al., (2016). The role of angiogenesis in implant dentistry part I: Review of titanium alloys, surface characteristics and treatments. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. Jul 1; 21(4), e514-525. PMID: 27031073.
7. Albrektsson T, Wennerberg A. Oral implant surfaces: Part 1 – Review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them. In J Prosthodont 2004;17:536-46.
8. Misch CE. Implant design considerations for the posterior regions of the mouth. Imp Dent 1999; 8:376-85.
9. Stegues EMS. Tratamento de Superfícies de Implantes Osseointegráveis em Titânio: Revisão da Literatura. 2014. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Cirurgia Bucomaxilofacial) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014
10. Zhao G, Schwartz Z, Wieland M, Rupp F, Geis-Gerstorfer J, Cochran DL, et al. High surface energy enhances cell response to titanium substrate microstructure. J Biomed Mater Res A 2005; 74:49-58.
11. Naves MM, Menezes HH, Magalhães D, Ferreira JA, Ribeiro SF, de Mello JD, et al. Effect of Macrogeometry on the Surface Topography of Dental Implants. Int J Oral Maxillofac Implants 2015; 30(4):789-99.
12. Galli S, Jimbo R, Andersson M, Bryington M, Albrektsson T. Surface characterization and clinical review of two commercially available implants. Implant Dent 2013; 22(5):507-18.

13. Colombo JS, Satoshi S, Okazaki J, Crean SJ, Sloan AJ, Waddington RJ. In vivo monitoring of the bone healing process around different titanium alloy implant surfaces placed into fresh extraction sockets. *J Dent* 2012; 40(4):338-46.
14. Berardi D, De Benedittis S, Scoccia A, Perfetti G, Conti P. New laser-treated implant surfaces: a histologic and histomorphometric pilot study in rabbits. *Clin Invest Med* 2011; 34(4):E202.
15. MALUF, P. S. Z. et al. Vantagens do tratamento de superfície a laser em implantes dentais osseointegráveis. *Revista ImplantNews*, São Paulo, v.4, n.6, p. 643- 646, 2007.
16. TAVARES, H.S. ET AL. Avaliação de implantes modificados por feixe de laser nd: yag e implantes de superfície usinada empregando-se mev e torque reverso. *Revista implantnews*, São Paulo, v.6, n.4, p. 381-385, 2009.
17. Thakral G, Thakral R, Sharma N, Seth J, Vashisht P. Nanosurface – the future of implants. *J Clin Diagn Res* 2014; 8(5):ZE07-10.
18. LE GUÉHENNEC, L, SOUEIDAN, A, LAYROLLE, P, AMOURIQ, Y. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dent Mat.*2007;23(7):844-54.
19. GAHLERT, M.; GUDEHUS T.; EICHHORN, S. et al., Biomechanical and histomorphometric comparison between zirconia implants with varying surface textures and a titanium implant in the maxilla of miniature pigs. *Clin Oral Implants Res.*, Copenhagen, 2007;18:662-8.
20. GEHRKE, S.A. et al. Desenvolvimento, caracterização e avaliação de uma superfície de implante microtexturizada. *FULL Dentistry in Science*. São José dos Pinhais, v.1, n.2, p.135-141, 2010.
21. Klein MO, Bijelic A, Ziebart T, Koch F, Kämmerer PW, Wieland M, et al. Submicron scale-structured hydrophilic titanium surfaces promote early osteogenic gene response for cell adhesion and cell differentiation. *Clin Implant Dent Relat Res* 2013; 15(2):166-75.
22. Kurtz SM, Kocagöz S, Arnholt C, Huet R, Ueno M, Walter WL. Advances in zirconia toughened alumina biomaterials for total joint replacement. *J Mech Behav Biomed Mater* 2014; 31:107-16.
23. Colombo JS, Satoshi S, Okazaki J, Crean SJ, Sloan AJ, Waddington RJ. In vivo monitoring of the bone healing process around different titanium alloy implant surfaces placed into fresh extraction sockets. *J Dent* 2012; 40(4):338-46.
24. Brandão ML • Esposti TBD • Bisognin ED • Harari ND • Vidigal Jr. GM • Conz MB. *REVISTA IMPLANTNEWS* 2010;7(1):95-101.

25. AMARANTE, E. S.; LIMA, L. A. de. Otimização das superfícies dos implantes: plasma de titânio e jateamento com areia condicionado por ácido – estado atual. *Pesqui Odontol Bras*, v. 15, n. 2, p. 166-173, abr./jun. 2001.
26. FIGUEIRA, Karina da Silva. Revisão da literatura médica vigente sobre as dificuldades frente a implantoplastia. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v.1, n.1, p. 2-17,2019.
27. Serrão CR et al.; Zanetti LSS; Rodrigues RM; Carvalho PSP. Avaliação do sucesso de implantes de superfície tratada comparados com superfície lisa em maxilas enxertadas e não enxertadas: estudo retrospectivo. 2010; 12(1):34-39 *Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde*.
28. Raghavendra S, Wood MC, Taylor TD. Early wound healing around endosseous implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005; 20: 425-31.
29. Éber Coelho Paraguassu et al. Literature Review on Adaptation of Fixed Prosthesis Metal Infrastructure. *OHDM-Oral Health and Dental Management*, Vol. 18- No.3-June, 2019