

**FACULDADE PATOS DE MINAS  
DEPARTAMENTO GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
CURSO BACHARELADO EM ODONTOLOGIA**

**MARIA EDUARDA FREITAS OLIVEIRA**

**INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE EM IMPLANTES  
DENTÁRIOS NO PROCESSO DE OSSEOINTEGRAÇÃO**

**PATOS DE MINAS  
2023**

**FACULDADE PATOS DE MINAS  
DEPARTAMENTO GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
CURSO BACHARELADO EM ODONTOLOGIA**

**MARIA EDUARDA FREITAS OLIVEIRA**

**INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE EM IMPLANTES  
DENTÁRIOS NO PROCESSO DE OSSEOINTEGRAÇÃO**

Artigo apresentado à Faculdade Patos de Minas como requisito para conclusão do Curso de Graduação em Odontologia para finalidade de obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Me.Túlio Silva Pereira

**PATOS DE MINAS  
2023**

FACULDADE PATOS DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
Curso Bacharelado em Odontologia

**MARIA EDUARDA FREITAS OLIVEIRA**

**INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE EM IMPLANTES  
DENTÁRIOS NO PROCESSO DE OSSEOINTEGRAÇÃO**

Banca Examinadora do Curso de Bacharelado em Odontologia, composta em  
Novembro de 2023.

Orientador: Prof. Me. Túlio Silva Pereira  
Faculdade Patos de Minas

Examinador 1: Prof. Dra. Pâmella Coelho Dias  
Faculdade Patos de Minas

Examinador 2: Prof. Me. Henrique Cury Viana  
Faculdade Patos de Minas

**ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO, APRESENTADO POR  
MARIA EDUARDA FREITAS OLIVEIRA  
COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE BACHAREL EM ODONTOLOGIA  
DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA.**

Aos dias do mês e ano abaixo datado, reuniu-se, na Unidade I, a Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade Patos de Minas, constituída pelos professores abaixo assinados, na prova de defesa de seu trabalho de curso intitulado:

**INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE EM IMPLANTES DENTÁRIOS NO PROCESSO DE OSSEOINTEGRAÇÃO**

Concluída a exposição, os examinadores arguíram alternadamente o graduando(a) sobre diversos aspectos da pesquisa e do trabalho, como REQUISITO PARCIAL DE CONCLUSÃO DE CURSO. Após a arguição, a comissão reuniu-se para avaliar o desempenho do(a) graduando(a), tendo chegado ao resultado, o(a) graduando(a)

**MARIA EDUARDA FREITAS OLIVEIRA**

foi considerado(a) (aprovada). Sendo verdade eu, Profa. Doutora Luciana de Araújo Mendes e Silva, Docente Chefe do Núcleo Científico do Curso de Odontologia, confirmo e lavro a presente ata, que assino juntamente com o Coordenador e os Membros da Banca Examinadora.

Patos de Minas - Defesa ocorrida em terça-feira, 28 de novembro de 2023

Túlio Silva Pereira

Prof. Me. Túlio Silva Pereira

Orientador

Henrique Cury Viana

Prof. Me. Henrique Cury Viana

Examinador 1

Pâmella Coelho Dias

Profa. Dra. Pâmella Coelho Dias

Examinador 2

Roberto Wagner Lopes Goes

Prof. Me. Roberto Wagner Lopes Goes

Coordenador do Curso do Curso de Odontologia

Luciana de Araújo Mendes e Silva

Profa. Dra. Luciana de Araújo Mendes e Silva

Chefe do Núcleo Científico do Curso de Odontologia

**DEDICO** este trabalho à profissionais da área da Odontologia que buscam ter um entendimento sobre a Implantodontia.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me dado a dádiva da vida e por colocar essa paixão pela Odontologia no meu coração e por ter me dado forças para vencer essa batalha. Obrigada, meu Deus, por ter me proporcionado tudo isso.

Quero também agradecer aos meus familiares e amigos que sempre estiveram comigo e que me deram forças e me apoiaram, vocês são a razão disso tudo!

Em especial venho agradecer a minha mãe Quenia, ao meu pai, Douglas, à minha avó, Cleide, ao meu avô, Samuel, aos meus tios, Carlos Eduardo e Mairon, e a minhas irmãs Mariana e Ana Júlia, meu muito obrigada. Vocês foram meu alicerce.

Quero também agradecer a uma pessoa que foi extremamente especial ao decorrer destes 5 anos, minha querida prima e amiga Bárbara Lorena, que sempre me incentivou e me ajudou para que eu pudesse concluir este sonho.

Agradeço ao meu orientador Túlio pelas orientações e ensinamentos e pelo tempo depositado neste trabalho. Você foi incrível e essencial para a conclusão deste projeto.

Agradeço a todos os professores da instituição e aos meus colegas por fazerem esta caminhada mais leve.

Obrigada a todos que estiveram comigo, vocês estarão sempre em minha memória e no meu coração.

*Os ideais que iluminaram o meu caminho são a bondade, a beleza e a verdade.*

Albert Einstein

## INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE EM IMPLANTES DENTÁRIOS NO PROCESSO DE OSSEOINTEGRAÇÃO

### INFLUENCE OF SURFACE TREATMENTS ON DENTAL IMPLANTS IN THE OSSEOINTEGRATION PROCESS

Maria Eduarda Freitas Oliveira<sup>1</sup>

Túlio Silva Pereira<sup>2</sup>

#### RESUMO

Os implantes dentários apresentam-se primordiais na odontologia moderna, desempenhando um papel crucial na previsibilidade e sucesso de procedimentos de reabilitação oral, devolvendo função mastigatória e estética ao paciente. Os tratamentos de superfície de implantes oferecem maior oportunidade de captura de proteínas, estabilidade do coágulo sanguíneo e de células responsáveis pela formação e remodelação óssea, acelerando a relação biomecânica da unidade implante-osso. Foi realizada uma revisão de literatura usando publicações de diversos autores na forma de artigos científicos e trabalhos de conclusão de curso, os quais estavam disponíveis nas bases de dados vituais: Google Acadêmico, Pubmed, Scientific Eletronic Library Online (Scielo). As palavras chaves utilizadas para a busca foram: “Implantes dentários”, “Osseointegração”, “Reabilitação bucal”, “Propriedades de superfície”, sendo pesquisados os mesmos termos em inglês: “Dental implants”, “Osseointegration”, “Mouth rehabilitation”, “Surface Properties”. O período de buscas foi de abril a de agosto de 2023 e incluiu artigos em língua portuguesa e inglesa. Nesse sentido, a presente estudo teve como objetivo apresentar uma revisão narrativa da literatura a respeito das técnicas de modificação de superfície em implantes dentários de titânio e sua relevância para osseointegração. Foi possível concluir que os implantes de titânio com tratamento superficial possuem vantagens quando comparados aos de superfície usinada na

---

<sup>1</sup> Graduanda em Odontologia pela Faculdade Patos de Minas (FPM). madufoliveira213@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutorando em Odontologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre em Odontologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Docente e orientador do Departamento de Graduação em Odontologia da Faculdade de Patos de Minas (FPM). tuliodontologia@gmail.com

aceleração do procedimento de integração óssea. Superfícies macro, micro, nanotexturizadas e biomiméticas podem melhorar a conexão osso/implante, deposição de moléculas osteogênicas e a firmeza inicial.

**Palavras-chave:** Implantes dentários. Osseointegração. Reabilitação bucal. Propriedades de superfície.

## **ABSTRACT**

Dental implants are essential in modern dentistry, playing a crucial role in the predictability and success of oral rehabilitation procedures, restoring chewing function and aesthetics to the patient. Implant surface treatments offer greater opportunity to capture proteins, stabilize the blood clot and cells responsible for bone formation and remodeling, accelerating the biomechanical relationship of the implant-bone unit. A literature review was carried out using publications from various authors in the form of scientific articles and course conclusion works, which were available in vital databases: Google Scholar, Pubmed, Scientific Electronic Library Online (SciELO). The key words used for the search were: “Implantes dentários”, “Osseointegração”, “Reabilitação bucal” and “Propriedades de superfície”, the same terms being searched in English: “Dental implants”, “Osseointegration”, “Mouth rehabilitation”, “Surface properties”. The search period was from April to August 2023 and included articles in Portuguese and English. In this sense, the present study aimed to present a narrative review of the literature regarding surface modification techniques in surviving titanium implants and their relevance for osseointegration. It was possible to conclude that titanium implants with surface treatment have advantages when compared to the machined surface in influencing the bone integration procedure. Macro-, micro-, nano-textured and biomimetic surfaces can improve bone/implant connection, deposition of osteogenic molecules and initial firmness.

**Keywords:** Dental implants. Osseointegration. Mouth rehabilitation. Surface Properties.

## **1 INTRODUÇÃO**

A osseointegração foi descrita como o desenvolvimento da interação mútua, anatômica e operacional entre o osso e a superfície externa de um dispositivo

implantado (BRÄNEMARK *et al.*, 1969). A instalação de implantes associados a próteses implantossuportadas ganhou destaque no campo de reabilitação oral devido às altas taxas de satisfação dos pacientes. Isso se deve, em parte, aos resultados promissores e excelentes sobrevida dos implantes odontológicos, que flexibilizam sua utilização para tratamentos parciais e unitários, proporcionando melhores resultados estéticos e biomecânicos (CARVALHO *et al.*, 2009; SILVA, 2022; NASCIMENTO, 2022).

Os primeiros implantes dentários disponíveis para comercialização eram de titânio puro (grau V); cilíndricos e sem nenhuma modificação de superfície (NOVAES *et al.*, 2010). A procura por melhorias na formação óssea ao redor dos implantes resultou na elaboração de novas gerações de superfícies pela implementação de diferentes tratamentos mecânicos e bioquímicos, que eram capazes de modificar a superfície ao nível macro, micro ou nanométrico, oferecendo aos implantes a habilidade de facilitar a indução celular para a osteogênese (STANFORD, 2008).

De forma mais específica, melhorando as características da textura da superfície do dispositivo, a molhabilidade é aprimorada, oferecendo maior oportunidade de captação de proteínas, estabilidade do coágulo e células responsáveis pela formação e remodelação óssea, acelerando a interação biomecânica da unidade implante-osso (PARAGUASSU *et al.*, 2019).

A modificação superficial de implantes tem como finalidade: redução do período de carga funcional definitivo depois da instalação do implante, otimização do processo de deposição óssea para viabilizar a carga imediata, aprimoramento da estabilidade primária, obter o desenvolvimento ósseo direto sobre a superfície do implante (evitando osteogênese à distância), obter uma ampla região de interação para osseointegração e atração de maior quantidade e variedade de células osteogênicas (NUNES, 2020; FERREIRA *et al.*, 2023).

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo apresentar uma revisão narrativa da literatura a respeito dos procedimentos de revestimento em implantes dentários de titânio e sua relevância para a integração óssea.

## **2 METODOLOGIA**

Tratou-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, fundamentada em análises bibliográficas, com finalidade de esclarecer as principais abordagens para facilitar a escolha de um tratamento de superfície de implantes dentários.

No trabalho foi realizada uma revisão de literatura usando publicações de diversos autores na forma de artigos científicos e trabalhos de conclusão de curso, os quais estavam disponíveis nas bases de dados vituais: Google Acadêmico, Pubmed, Scientific Eletronic Library Online (Scielo). As palavras chaves utilizadas para a busca foram: “Implantes dentários”, “Osseointegração”, “Reabilitação bucal”, “Propriedades de superfície”, sendo pesquisados os mesmos termos em inglês: “Dental implants”, “Osseointegration”, “Mouth rehabilitation”, “Surface Properties”. O período de buscas foi de abril a de agosto de 2023 e incluiu artigos em língua portuguesa e inglesa.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 O processo de osseointegração**

O advento das descobertas de Branemark apresentou à comunidade científica odontológica dados inovadores a respeito da osseointegração que revolucionou a implantodontia, o que possibilitou a padronização e disseminação mundial de técnicas e previsibilidade de resultados na reabilitação total e parcial com implantes dentários (MISCH, 2008; 2015). Esse fenômeno é caracterizado como uma ligação direta, tanto estrutural, quanto funcional, entre tecido ósseo vivo, que é organizado, maduro e vascularizado, e a superfície do implante que é previamente texturizada (BISPO, 2019).

O fenômeno da osseointegração está relacionado a uma deposição de tecido ósseo sobre a face superficial da estrutura do implante que se desenvolve quando o titânio entra em uma relação com o ar ou fluidos fisiológicos, tal este incumbido pela preservação do titânio em oposição à corrosão e oxidação. Neste contexto, o cuidado com o sítio de implantação representa uma das abordagens principais para garantir o êxito do processo de osseointegração (KASEMO; LAUSMAA, 1988; FERREIRA *et al.*, 2023).

Além disso, a biocompatibilidade, o design do implante, o tratamento de sua superfície, estado de saúde geral dos pacientes, a escolha da técnica cirúrgica e as propriedades da prótese definitiva podem ser pontuados como fatores dependentes de uma boa resposta implante-hospedeiro. Esses fatores são citados não somente para melhorar o crescimento ósseo, mas também para que a reabsorção óssea seja evitada ou classificada como mínima possível (JEMAT *et al.*, 2015).

A etapa do processo de integração óssea é iniciada a partir do momento que o implante entra em comunicação com o coágulo sanguíneo, visto que é inserido em uma perfuração cuidadosamente confeccionada para sua instalação. Segue-se então uma cascata de eventos para garantir a correta adequação sobre a interface do tecido ósseo e o implante: interações sangue-material, formação de coágulos sanguíneos, respostas inflamatórias, formação de calos e remodelação óssea. Durante este processo, diferentes células, incluindo plaquetas, neutrófilos, monócitos, macrófagos, linfócitos, células-tronco, células endoteliais e osteoclastos participam e influenciam reciprocamente outras em diferentes fases (ANDERSON *et al.*, 2008).

É importante salientar que a osteogênese em relação com as superfícies dos implantes osseointegrados acontece autonomamente de estas serem polidas ou texturizadas. Quando é polida ocorre uma osteogênese à distância mais demorada e dependente de condições favoráveis (MARTINEZ, 2022) As superfícies com textura promovem um aumento da interligação entre o osso e o implante, o que favorece interação osso-implante, o que possibilita que superfícies mais rugosas possam receber cargas funcionais mais cedo, fato este que melhora seu prognóstico quando utilizados em tecido ósseo menos densos, ou em osso regenerado (AMARANTE *et al.*, 2001; PARAGUASSU *et al.*, 2019).

Histologicamente, o tecido ósseo é composto por uma matriz óssea calcificada que contém quatro principais categorias de células: células progenitoras, osteoblastos, osteócitos e osteoclastos. Essa matriz pode ser dividida em uma porção orgânica (35% do peso seco) e inorgânica. A primeira é constituída por fibras colagenosas, proteínas não colagenosas, proteoglicanos e água de solvatação. A parte inorgânica é formada por minerais, principalmente cálcio e fósforo (GITIRANA, 2013).

Com os avanços tecnológicos de biomateriais de próxima geração, os clínicos podem agora personalizar a escolha dos componentes de implante e materiais para cada paciente em individual, visando aprimorar a durabilidade a longo prazo e o sucesso da terapia com implantes, enquanto a escolha do tipo de implante se baseia em uma vasta gama de publicações científicas, proporcionando tratamentos mais eficazes para os pacientes (GUIMARÃES NETO; BACELAR, 2019; OIRSCHOT *et al.*, 2022)

### **3.2 O tratamento de superfície de implantes dentários**

O sucesso da osseointegração em implantes dentários depende de vários fatores, indo além do material de fabricação. Questões como o design do implante, a técnica de instalação, o controle das cargas e a condição superficial do implante desempenham papéis críticos. A superfície do implante desempenha um papel particularmente importante, influenciando diretamente a quantidade de osso que se adere a ele. Para garantir uma osseointegração eficaz, é essencial que a superfície do implante seja livre de contaminantes químicos, mantenha alta pureza de óxido de titânio e possua a rugosidade adequada (ALBREKTSSON; WENNERBERG, 2004; 2019; SILVA, 2022).

No que se refere à morfologia os implantes podem variar a forma, dimensão, volume, superfície, formas dos filetes das roscas, conexão implante-pilar, morfologia e composição química da superfície, molhabilidade e energia da superfície (COELHO *et al.*, 2015). Esse conjunto de estruturas e características tem uma influência direta na interface do implante e local de implantação, intermediando as ações celulares de proliferação e diferenciação (DELIGIANNI *et al.*, 2000).

Com os tratamentos de superfícies dos implantes dentários osseointegráveis, é possível determinar uma melhor resposta das interações entre células e proteínas com a superfície dos implantes, tornando o processo de integração óssea mais eficaz. As propriedades que podem ser ajustadas com esses tratamentos incluem rugosidade, energia de superfície e molhabilidade, que se refere à capacidade do líquido se espalhar sobre o material. As alterações na superfície dos implantes impactam a absorção de proteínas do biomaterial, o que, por sua vez, influencia a osseointegração (LEITE *et al.*, 2020).

A superfície tratada amplia a interação com o osso e células, essencial para a osseointegração no pós-cirúrgico inicial. A energia de superfície e carga influenciam as propriedades químicas da estrutura dos implantes. Uma energia de superfície mais alta resulta em melhor molhabilidade e maior afinidade por adsorção, determinando se a superfície será hidrofílica ou hidrofóbica (ALBREKTSSON; WENNERBERG, 2004; 2019). Além disso, o aumento da rugosidade da superfície beneficia a absorção de proteínas, estabilidade do coágulo e ligação das células, melhorando a interação biomecânica do implante com tecido ósseo (GUIMARÃES NETO; BACELAR, 2019).

Algumas classificações foram apresentadas visando descrever as várias técnicas de modificação de superfície direcionadas aos implantes dentários. Misch (2000) dividiu as técnicas de tratamento de superfícies em procedimentos de adição, subtração ou a fusão de ambos. Os procedimentos por adição é quando ocorre um acréscimo de algum material na camada externa do implante por revestimento, já os ditos por subtração é quando se retira parte da camada superior destes implantes por meio de processos físicos e químicos. Também é possível realizar a união de duas técnicas, onde é simultaneamente realizada a confecção de rugosidades por subtração e adicionado materiais na superfície das rugosidades pré-concebidas (MARTINEZ, 2022; NUNES, 2022).

Outra classificação mais recente, subdividiu essas superfícies em cinco grupos: superfícies usinadas, macrotextrizadas, microtextrizadas, nanotextrizadas e biomiméticas (CARVALHO *et al.*, 2009). A textura da camada superficial de um elemento implantar dentário é resultado de avanços tecnológicos para texturização em diferentes escalas com controle uniforme da rugosidade para acelerar a osseointegração. A macrogeometria determina a geometria visível (dimensões, roscas e forma do corpo). As características micro e nanogeométricas da superfície, como morfologia, molhabilidade e composição química (ELIAS; MEIRELLES, 2010).

Uma superfície que apresenta sulcos irregulares que variam em tamanho e forma conforme as partículas. A aspereza média de superfícies macrotextrizadas pode variar de 1,2 e 2,2  $\mu\text{m}$  (PILLIAR *et al.*, 1998). Considerando que a escala

micrométrica é categorizada por volta de 0,5  $\mu\text{m}$  enquanto a escala nanométrica está situada entre 1 e 100 nanômetros (GROISMAN; VIDIGAL, 2005).

A intenção dessas modificações em diferentes escalas de rugosidades visa alterar as respostas biomoleculares e celulares, favorecendo o processo de osseointegração. Ainda se apresenta como medida de aprofundamento científico, o impacto de nanotexturização na superfície de implantes, sendo evidente o efeito de magnitude das estruturas macro e microtexturizadas (JEMAT *et al.*, 2015).

Superfícies biomiméticas são baseadas em engenharia bioativa que visa projetar implantes com características altamente biológicas, que são capazes de modular e controlar a resposta peri-implantar. Incluem a acumulação de uma variedade de íons/moléculas que compõem fases inorgânicas/orgânicas do tecido ósseo (JONGE *et al.*, 2008)

### 3.2.1 Superfícies usinadas/maquinadas

As superfícies de implantes ditas usinadas ou maquinadas são o ponto inicial para alteração da superfície de implantes. Estes implantes têm rugosidade média entre 0,5  $\mu\text{m}$  e 1  $\mu\text{m}$ . Não são submetidos a tratamento químico ou mecânico, mantendo apenas a estrutura de usinagem (ELIAS *et al.*, 2008; NASCIMENTO, 2022).

Caracterizada por pequenas ranhuras resultantes do processo de fabricação, essa superfície induz a mineralização óssea em direção ao implante. Ela cria uma superfície com textura específica que facilita a adesão de células e a produção de matriz proteica (SILVA *et al.*, 2016). A principal característica desse tipo de superfície é a osteogênese à distância (MISCH *et al.*, 2008).

As superfícies maquinadas são implantes com textura micro-ranhurada, porém não apresentam ser uma superfície que ajuda diretamente o processo de osseointegração (FAVERANI, 2011; SILVA *et al.*, 2016).

### 3.2.2 Superfícies macrottexturizadas

As três categorias dos principais tipos de superfície macrotextrizadas empregadas em implantes na cavidade bucal incluem: as roscas (quadradas, triangulares ou trapezoidais), configuração tridimensional do objeto (cilíndrico ou cônico) e tecnologia gerada por meio de retenção. Essas abordagens têm como objetivo alcançar a firmeza inicial do implante e promover a formação de espaços ósseos volumosos (OLISCOVICZ *et al.*, 2016).

As superfícies macrotextrizadas são produzidas frequentemente por adição ou jateamento, variando entre 10-40  $\mu\text{m}$  ou 50-70  $\mu\text{m}$  (SILVA *et al.*, 2016). Partículas como silício, óxido de alumínio, óxido de titânio e vidro, são aplicadas a abrasões a superfície do implante criando rugosidades por meio de abrasão da estrutura externa do implante (PILLIAR *et al.*, 1998).

Na etapa de texturização, a técnica de superfície mais frequentemente usada é a aspersão de plasma. Durante seu processo de produção, partículas de diversos tamanhos são lançadas acerca dos implantes por meio de uma pistola de plasma, sendo mais frequentemente realizado com elementos de titânio (Spray de plasma de titânio - SPT) (CORDIOLI *et al.*, 2000) ou fosfato de cálcio (hidroxiapatita) (Spray de plasma de hidroxiapatita - SPH). A integralidade da sequência é influenciada pelo número e velocidade de rotação do implante, pressão e dimensão das partículas utilizadas no jateamento (LONDON; ROBERTS; BAKER, 2002).

Spray de plasma de titânio (SPT) é conseguido através da aspersão térmica, onde partículas de titânio aquecidas a temperaturas elevadas (10.000°- 30.000°C) são pulverizadas em alta velocidade contra a estrutura do implante. Sua utilização foi descontinuada devido tratamento oferecer rugosidades maiores que 2  $\mu\text{m}$ , o que favorece a contaminação bacteriana (BRANDÃO, 2010).

Spray de plasma de hidroxiapatita (SPH) é conseguido a partir do revestimento com formação de apatita mediante um tratamento alcalino, seguido por processo de aquecimento e submersão em uma solução sintética (NAVES *et al.*, 2015).

Na técnica de jateamento com óxido de alumínio a preparação da superfície jateada passa por uma infusão de micropartículas de óxido de alumínio no qual tem expressado resultados relevantes em um acréscimo de superfície definindo uma

melhor fixação dos osteoblastos; células jovens com uma intensa atividade metabólica agilizando dessa forma, a osseointegração (GUÉHENNEC *et al.*, 2007).

Outra condição que favorece a criação de macrotexturização é o processamento do implante dentário com laser, que oferece elevados níveis de integridade e menor risco de contaminação. A fabricação a laser seletiva (SSL) oferece consideráveis benefícios no âmbito dos biomateriais, graças à sua habilidade de criar componentes tridimensionais a partir de pó (3D) com pouca ou nenhuma necessidade de processos de acabamento subsequentes (TRAINI *et al.*, 2008). É possível adicionar que se trata de uma técnica padronizada, simples, reproduzível e acessível. É possível o controle sobre a angulação das rugosidades produzidas, que cria retenções regularmente orientadas na parte externa do implante (BERARDI *et al.*, 2011).

### 3.2.3 Superfícies microtexturizadas

A superfície microtexturizada se dá principalmente pela utilização de ácido na conformação de microrrugosidades através da corrosão por imersão. A composição de ácido, o tempo e a temperatura são elementos cruciais da microestrutura da superfície. Técnicas de ataque ácido simples e duplo, e a aplicação conjunta de jateamento com ataque ácido são os mais utilizados. Frequentemente, o ácido sulfúrico e o hidrocloreídrico são as substâncias de escolha (SCHLEE *et al.*, 2015).

Superfícies lisas precisam de duplo ataque ácido para criação de microrrugosidades ideais. Essa alternativa tem a capacidade de estabilizar a camada de óxido, sendo seguro e eficiente. Características como molhabilidade, rugosidade, energia superficial são aprimoradas com esse método de tratamento (ALBREKTSSON; WENNERBERG, 2019).

Geralmente o jateamento combinado com ataque ácido é realizado em duas fases. A primeira cria macrorrugosidades por jatos de partículas de pulverulência grossa (200-500  $\mu\text{m}$ ). Na segunda fase, o implante é submetido a imersão em ácido que transforma as macrorrugosidades em microrrugosidades na superfície (NOVAES *et al.*, 2010).

Em 1998, os implantes SLA foram lançados no mercado. SLA significa Sandblasted, Large-grit, Acid-etch, o que basicamente denota a execução de um jateamento com partículas com tamanho considerável (óxido de alumínio) seguidas de um banho de dupla acidificação (ácido hidrófluorídrico 1% + ácido nítrico 30%) em temperatura elevada por minutos (COCHRAN *et al.*, 1998; CHAMBRONE *et al.*, 2015).

#### 3.2.4 Superfícies nanotexturizadas

As superfícies nanotexturizadas são determinadas por meio de oxidação por uma corrente anódica. A técnica consiste num potencial elétrico aplicado numa célula eletroquímica. É criada reações de transporte de íons com o implante que tem o papel de ânodo, que é oxidado, resultando no aumento da densidade da camada superficial de óxido de titânio. As dimensões devem ser de 1nm a 100nm, porém, na prática, uma medida de até 500 nm que corresponde a 0,5 µm pode ser considerada uma nanoestrutura também (THAKRAL *et al.*, 2014).

Esse método de tratamento altera a topografia e composição da superfície, pois além de aumentar a película de óxido, altera a aspereza e aumenta a superfície, a qual conseqüentemente aumenta a adesão de células osteoblásticas (THAKRAL *et al.*, 2014; BARFEIE *et al.*, 2015).

#### 3.2.5 Superfícies biomiméticas

O método biomimético é capaz de trazer características semelhantes ao tecido ósseo, visto que apresenta um revestimento uniforme de cristais de hidroxiapatita, oferecendo uma superfície biológica de 15 µm de espessura (SILVA *et al.*, 2016). Ao se obter contato de duas superfícies que possuem estruturas químicas e ação biológica afins, capacidade osteoindutora, devido aos fatores de crescimento e, osteocondutora, graças a sua camada inorgânica são conseguidos com essa opção de tratamento de superfície (RUPP *et al.*, 2014).

O fosfato de cálcio, demonstra-se como um dos biomateriais principais para restauração e recuperação do tecido ósseo. Isso se deve à sua similaridade com a fase mineral encontrada na estrutura óssea, dentes e estruturas calcificadas,

biocompatibilidade; bioatividade; não toxicidade; taxas variáveis de degradação e osteocondutividade (KURTZ *et al.*, 2014).

Tal técnica é denominada de imersão em Simulated Blood Fluid (SBF) (ABE *et al.*, 1990) baseia-se na precipitação heterogênea de fosfatos de cálcio sobre os substratos metálicos através do uso de solução de íons similares ao plasma sanguíneo.

### 3 DISCUSSÃO

A presente revisão narrativa de literatura teve como objetivo realizar um levantamento da evidência científica sobre os procedimentos de modificação de superfície de implantes dentários de titânio e sua relevância para osseointegração. Apesar das diferenças existentes na forma e criação da texturização de superfícies de implante, todos eles apresentam benefícios, tornando-se superiores a implantes maquinados. Pesquisas longitudinais de acompanhamento da sobrevivência e o êxito dos implantes com diferentes combinações de tratamento superficial são necessários para definição da técnica que apresenta melhor eficácia (WENNERBERG; ALBREKTSSON, 2009; 2019; FERREIRA *et al.*, 2023).

Em resumo, a execução de tratamento na superfície propicia que implantes de titânio recebam cargas funcionais mais rapidamente, devido seu potencial de promover rápida regeneração óssea e o aumento da força da interconexão osso/implante. Observa-se aspecto positivo no reestabelecimento estético e mastigatório dos elementos de reabilitação implantossuportados favorecendo o prognóstico do resultado (AMARANTE *et al.*, 2001; HSU *et al.*, 2007; FAVERANI, 2011; BARROS, 2019; NASCIMENTO, 2022).

Em escalas bioquímicas é possível entender a razão da melhoria da capacidade osteogênica ligada ao processo de tratamento superficial. Há potencialização da molhabilidade, a hidrofília, a quimiotaxia, a aposição de células mesenquimais indiferenciadas e a adesividade celular (BISPO, 2019; LEITE *et al.*, 2020). Dessa forma, clinicamente, é possível diminuir o período de espera após a cirurgia, impulsionar a rápida formação e fortalecimento ósseo para permitir carga imediata, aprimorar a estabilidade inicial, assegurar êxito na aplicação em osso com menor densidade e quantidade, fomentar o crescimento ósseo diretamente sobre a

superfície do dispositivo, aumentar a área de osseointegração (STADLINGER *et al.*, 2012; GUIMARÃES NETO; BACELAR, 2019).

O emprego de implantes dentários maquinados está em diminuição na prática odontológica com base nas descobertas clínicas e investigações experimentais, porém eles ainda são utilizados em estudos de pesquisa (ELIAS *et al.*, 2008; MISCH *et al.*, 2008; FAVERANI, 2011; SILVA *et al.*, 2016; SILVA, 2022). Enquanto isso, as superfícies macrotextrizadas com pulverização de plasma e laser, não exibem uma aspereza adequada para promover a adesão mecânica das células, além de oferecerem maior probabilidade de infiltração bacteriana (PILLIAR *et al.*, 1998; BRANDÃO, 2010; BERARDI *et al.*, 2011; NAVES *et al.*, 2015).

A corrosão ácida tem sido mais investigada pelas empresas e representam a confecção de superfícies microtexturizadas. Dependendo do tipo de ácido, da duração da exposição, da concentração e da temperatura, é possível alcançar uma superfície com irregularidades mais uniformes (SCHLEE, 2015; CHAMBRONE *et al.*, 2015). A fusão de tratamento ácido, aumenta a aspereza e a capacidade de aderência das células. Nanotexturizações, são relativos aos implantes sujeitos a tratamento de anodização, tem impacto na textura, composição química e morfologia e essas mudanças podem ser quantificadas em nanômetros (GROISMAN *et al.*, 2005; THAKRAL *et al.*, 2014; BARFELE *et al.*, 2015). Em superfícies biomiméticas, é demonstrado vantagens de possuir aderidas superficialmente, moléculas com atividade biológica, apta a oferecer uma matriz com capacidade osteoindutora e condutora (RUPP *et al.*, 2014; KURTZ *et al.*, 2014; MARTINEZ, 2022).

Segundo Elias *et al.* (2008) é verificada a superioridade dos implantes com tratamento de plasma spray de titânio, jateamento com sílica, ataque ácido, revestimentos com fosfato de cálcio e anodização para um bom prognóstico clínico (95% a 98% em 5 anos), porém ainda não há confirmação científica de qual deles oferece melhores condições para o processo de integração óssea. É fato que a geometria e a rugosidade fornecida pelos tratamentos de superfície determinam uma melhor condição de deposição de matriz óssea peri-implantar, favorecendo processo cicatricial e distribuição do estresse de cargas mastigatórias (DELIGIANNI *et al.*, 2000; JEMAT *et al.*, 2015; PARAGUASSU *et al.*, 2019; NASCIMENTO, 2022; FERREIRA *et al.*, 2023).

## 4 CONCLUSÃO

Foi possível concluir que os implantes de titânio com modificação de superfície possuem vantagens quando comparados aos de superfície usinada na aceleração do processo de osseointegração. Superfícies macro, micro, nanotexturizadas e biomiméticas podem melhorar o contato osso/implante, deposição de moléculas osteogênicas e a estabilidade primária.

## REFERENCIAS

ABE, Y. *et al.* Apatite coating on ceramics, metals and polymers utilizing a biological process. **Journal of Materials Sciences: Materials in Medicine**, [S.L.], v. 1, n. 4, p. 233-238, 1990. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00701082> Acesso em 10 de Junho de 2023

ALBREKTSSON, T. W. A. Oral implant surfaces: Part 2– review focusing on clinical knowledge of different surfaces. **The International Journal of Prosthodontics**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 544-564, 2009. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=08932174&AN=36895214&h=ScEqYNQfswXbfMI1GI%2FhrbWTkcicIEskEmdng1fG%2BTCT5mXeaKDizRqvsRwPQRHxNUTkNDdUvNHxG9o3wvazsA%3D%3D&crl=c> Acesso em 5 de Abril de 2023

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. **The International Journal of Prosthodontics**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 536-546, 2004. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=08932174&AN=36895213&h=LUMCf3jCBtmxEmcqk4Ftd6XaTejevclMqGirCNBQXN62nbZCC3WmHGtcEAWWo7P4WxX58WoY7xYE4dLKXwA%2FYA%3D%3D&crl=c> Acesso em 15 de Maio de 2023

ALBREKTSSON, T; WENNERBERG, A. On osseointegration in relation to implant surfaces. **Clinical Implant Dentistry and Related Research**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 4-7, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cid.12742> Acesso em 15 de Maio de 2023

AMARANTE, E. S.; LIMA, L. A. Otimização das superfícies dos implantes: plasma de titânio e jateamento com areia condicionado por ácido – estado atual. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 166-173, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pob/a/Wz4Lp5t6NbdwTm5FbPztTvF/?lang=pt> Acesso em 5 de Abril de 2023

ANDERSON, J. M. *et al.* Foreign body reaction to biomaterials. **Seminars in Immunology**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 20-28, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1044532307000966> Acesso em 22 de Agosto de 2023

BARFELE, A. Implant surface characteristics and their effect on osseointegration. **British Dental Journal**, [S.L.], v. 218, n. 5, p. 2015. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/sj.bdj.2015.171> Acesso em 15 de Maio de 2023.

BERARDI, D. *et al.* New laser-treated implant surfaces: A histologic and histomorphometric pilot study in rabbits. **Clinical & Investigative Medicine**, [S.L.], v. 34, n. 4, p. 202-208, 2011. Disponível em: <https://cimonline.ca/index.php/cim/article/view/15361> Acesso em 15 de Maio de 2023

BISPO, L. B. A influência do tratamento de superfície das fixações na osseointegração. **Revista de Odontologia Universidade Cidade de São Paulo**, [S.L.], v. 31, n. 3, p. 61-70, 2019. Disponível em: <http://144.217.89.75/ojs-3.3.0-11/index.php/revistadaodontologia/article/view/979> Acesso em 3 de Julho de 2023.

BRANDÃO, M. L. *et al.* Superfície dos implantes osseointegrados X resposta biológica. **Revista Implante News**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 95-101, 2010. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-556175> Acesso em 15 de Maio de 2023

BRÅNEMARK, P. I. *et al.* Intra-osseous anchorage of dental prostheses: I. Experimental studies. **Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 81-100, 1969. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3109/02844316909036699> Acesso em 22 de Agosto de 2023

CARVALHO, B. M. *et al.* Tratamentos de superfície nos implantes dentários. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilofacial**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 123-130, 2009. Disponível em: <http://www.revistacirurgiabmf.com/2009/v9n1/15.pdf> Acesso em 22 de Agosto de 2023

CHAMBRONE, L. *et al.* Efficacy of standard (SLA) and modified sandblasted and acid-etched (SLActive) dental implants in promoting immediate and/or early occlusal loading protocols: A systematic review of prospectivestudies. **Clinical Oral Implants Research**, [S.L.], v. 26, n. 4, p. 359-370, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/clr.12347> Acesso em 15 de Maio de 2023

COCHRAN, D. L., *et al.* Bone response to unloaded and loaded titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a histometric study in the canine mandible. **J Biomedical Material Research**, [S.L.], v. 40, n. 1, p. 20-27, 1998. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1097-4636\(199804\)40:1%3C1::AID-JBM1%3E3.0.CO;2-Q](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1097-4636(199804)40:1%3C1::AID-JBM1%3E3.0.CO;2-Q) Acesso em 22 de Agosto de 2023

COELHO, P. G. *et al.* Osseointegration: hierarchical designing encompassing the micrometer, micrometer, and nanometer length scales. **Dental Materials**, [S.L.], v. 31, n. 1, p. 37-52, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S010956411400640X> Acesso em 22 de Agosto de 2023

CORDIOLI, G. *et al.* Removal torque and histomorphometric investigation of 4 different titanium surfaces: an experimental study in the rabbit tibia. **International Journal of Oral Maxillofacial Implants**, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 668-674, 2000. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=08822786&AN=36845980&h=58OPPusLNDfsRsjLnOFKfvnXH5EZaLtGBnG%2FfcLXAECHeyB8X8oFLlc2q5aNmfxpDuFdKMQErNYoc%2FyarMmeZA%3D%3D&crl=c> Acesso em 10 de Junho de 2023

DELIGIANNI, D. D. *et al.* Effect of surface roughness of hydroxyapatite on human bone marrow cell adhesion, proliferation, differentiation and detachment strength. **Biomaterials**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 87-96, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961200001745> Acesso em 22 de Agosto de 2023

ELIAS, C. N. *et al.* Improving osseointegration of dental implants. **Pharmaceutical Research**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 241-256, 2010. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1586/erd.09.74> Acesso em 22 de Agosto de 2023

ELIAS, C. N. *et al.* Modificações na superfície dos implantes dentários: da pesquisa básica à aplicação clínica. **Revista Implant News**, [S.L.], v. 5, n. 5, p. 467-76, 2008. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-523871> Acesso em 5 de Abril de 2023

ELIAS, C. N. *et al.* Relationship between surface properties, roughness, wettability and morphology of titanium and dental implant removal torque. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 234-242, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751616107000409> Acesso em 15 de Maio de 2023

FAVERANI, L. P. *et al.* Implantes osseointegrados: evolução sucesso. **Salusvita**, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 47-58, 2011. Disponível em: [https://secure.unisagrado.edu.br/static/biblioteca/salusvita/salusvita\\_v30\\_n1\\_2011\\_art\\_04.pdf](https://secure.unisagrado.edu.br/static/biblioteca/salusvita/salusvita_v30_n1_2011_art_04.pdf) Acesso em 10 de Junho de 2023

FERREIRA, L. M. *et al.* Evolução do tratamento de superfície nos implantes dentários: revisão de literatura. **Braslian Journal of Implantology and Health Sciences**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 86-100, 2023. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrNPrZVTihIRSoM2krz6Qt.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697169109/RO=10/RU=https%3a%2f](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrNPrZVTihIRSoM2krz6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697169109/RO=10/RU=https%3a%2f)

<https://www.bjhs.emnuvens.com.br/bjhs/article/view/247/RK=2/RS=58474lfMmSz98V2qkuhYYOG3rSk>- Acesso em: 12 abril de 2023.

GITIRANA, L. B. Coleção Conhecendo. Histologia dos tecidos. 1<sup>a</sup>.ed. Rio de Janeiro: **PUBLIT Soluções Editoriais**, [S.L.], v. 1. n. 1, p. 252-258, 2013. Disponível em: <https://www.meulivro.biz/histologia/670/histologia-dos-tecidos-gitirana-1-ed-pdf/> Acesso em 22 de Agosto de 2023

GROISMAN, M.; VIDIGAL JR, G. M. Tipos de superfícies de implantes. In: Sobrepe. (Org.). Periodontia e Implantodontia - Atuação clínica baseada em evidências científicas. **Revista da Sociedade Brasileira de Periodontia**, [S.L.], v. 14, n. 3, p.1-14, 2005. Disponível em: <https://bjhs.emnuvens.com.br/bjhs/article/view/12> Acesso em 15 de Maio de 2023.

GUÉHENNEC, L. *et al.* Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. **Dental Materials**, [S.L.], v. 23, n. 7, p. 844-854, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0109564106001850> Acesso em 3 de Julho de 2023

GUIMARÃES NETO, U.G.; BACELAR, S. M. A. Implantes Dentários com Superfície Tratada: revisão de literatura. **Brasilian Journal of Implantology and Health Sciences**, [S.L.], v. 1, n. 4, p. 68-83, 2019. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrNOPs5lChlu1MlaM7z6Qt.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697157305/RO=10/RU=https%3a%2f%2fbjhs.emnuvens.com.br%2fbjhs%2farticle%2fview%2f12/RK=2/RS=y6JckiYVxG9x5CT90Pu32Ermg48-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrNOPs5lChlu1MlaM7z6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697157305/RO=10/RU=https%3a%2f%2fbjhs.emnuvens.com.br%2fbjhs%2farticle%2fview%2f12/RK=2/RS=y6JckiYVxG9x5CT90Pu32Ermg48-) Acesso em 18 de julho de 2023.

HSU, S. H. *et al.* Characterization and biocompatibility of a titanium dental implant with a laser irradiated and dual-acid etched surface. **Biomedical Material and Engeneering**, [S.L.], v. 17, n. 6, p. 53-68, 2007. Disponível em: <https://content.iospress.com/articles/bio-medical-materials-and-engineering/bme450> Acesso em 15 de Maio de 2023

JEMAT, A. *et al.* Surface Modifications and Their Effects on Titanium Dental Implants. **BioMed Research International**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 1-12, 2015 Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/791725/abs/> Acesso em 5 de Abril de 2023

JONGE, L.T. *et al.* Organic-inorganic surface modifications for titanium implant surfaces. **Pharmaceutical Research**, [S.L.], v. 25, n. 4, p. 2357- 2366, 2008. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11095-008-9617-0> Acesso em 22 de Agosto de 2023

KIERSZENBAUM, A. L. Histologia e biologia celular: uma introdução à patologia. 4 ed. Rio De Janeiro: **Elsevier Science - Contents Direct**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 33-39, 2016. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=GTXhS0xyYUQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Histologia+e+biologia+celular:+uma+introdu%C3%A7%C3%A3o+%C3%A0+patologia&ots=IPvOonMcX5&sig=FOdpAmSZZOR1gyILEMnsBq0AgWc> Acesso em 22 de Agosto de 2023

KURTZ, S. M. *et al.* Advances in zirconia toughened alumina biomaterials for total joint replacement. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 107-116, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751616113001112> Acesso em 10 de Junho de 2023

LEITE, G. B. *et al.* Relação entre os parâmetros de rugosidade 3D e a molhabilidade do titânio com grãos micrométricos e sub-micrométricos. **Revista Materia**, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 1-8, 2020. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrFFbcHHChlXNUI81Pz6Qt.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697156232/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.scielo.br%2fj%2fmat%2fa%2fvk5pBrJGBzKvTjky4NqRjgM%2f/RK=2/RS=w7SETbF3573UJakh3NqGBHGRZm8-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrFFbcHHChlXNUI81Pz6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697156232/RO=10/RU=https%3a%2f%2fwww.scielo.br%2fj%2fmat%2fa%2fvk5pBrJGBzKvTjky4NqRjgM%2f/RK=2/RS=w7SETbF3573UJakh3NqGBHGRZm8-) Acesso em: 17 de abril de 2023.

LONDON, R. M. *et al.* Histological comparison of a thermal dualetched implant surface to machined, TPS, and HÁ surfaces: bone contact in vivo in rabbits. **International Journal of Oral Maxillofacial Implants**, [S.L.], v. 17, n. 3, p. 369-376, 2002. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=08822786&AN=36846117&h=YEnP9KwABLh1kALnDKaf%2FT9XVB864szPZU%2FdVgt8DcWXilmO3nZCcDyGkmd49PSK03KCM1MRYuOBbgBKR8n2VA%3D%3D&crl=c> Acesso em 10 de Junho de 2023

MARTINEZ, Maria Alejandra Frías. **Modificações e características das superfícies que favorecem a osseointegração em implantes dentários**: uma revisão sistemática integrativa. 2022. 29 f. Dissertação (Doutorado) – Curso de Odontologia, Instituto Universitário de Ciências da Saúde, Grandra, 2022. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrFOUq0UShldzIAKj\\_z6Qt.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697169972/RO=10/RU=https%3a%2f%2frepositorio.cespu.pt%2fbitstream%2fhandle%2f20.500.11816%2f3951%2fMIMD\\_DISSERT\\_29221\\_MariaMartinez.pdf%3fsequence%3d1/RK=2/RS=a9\\_UVv9qRKeIz27\\_1oRLXpjiy.E-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrFOUq0UShldzIAKj_z6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697169972/RO=10/RU=https%3a%2f%2frepositorio.cespu.pt%2fbitstream%2fhandle%2f20.500.11816%2f3951%2fMIMD_DISSERT_29221_MariaMartinez.pdf%3fsequence%3d1/RK=2/RS=a9_UVv9qRKeIz27_1oRLXpjiy.E-) Acesso em: 14 de junho de 2023.

MISCH, C. E. **Implantes dentários contemporâneos**. 2. ed. São Paulo: Ed. Santos; 2000. p. 21-32. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=d4C57fs9xfwC&oi=fnd&pg=PT32&dq=Implantes+dent%C3%A1rios+contempor%C3%A2neos&ots=hekdKE1o0C&sig=Fw51KeaQ0YQqjjOaFA0UgD4a42g> Acesso em 22 de Agosto de 2023

MISCH, C. E. **Prótese Sobre Implantes Dentais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

MISCH, C. E.; *et al.* Implant success, survival, and failure: the International Congress of Oral Implantologists (ICOI) pisa consensus conference. **Implant Dentistry**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 5-15, 2008. Disponível em:

[https://journals.lww.com/implantdent/fulltext/2008/03000/implant\\_success\\_survival\\_and\\_failure\\_the.7.aspx](https://journals.lww.com/implantdent/fulltext/2008/03000/implant_success_survival_and_failure_the.7.aspx) Acesso em 15 de Maio de 2023

MISCH, C. KASEMO, B.; LAUSMAA, J. Biomaterial and implant surfaces: on the role of cleanliness, contamination, and preparation procedures. **Journal of Biomedical Materials Research**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 145-158, 1988. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jbm.820221307> Acesso em 3 de Julho de 2023

NASCIMENTO, M. Interação célula-proteína-implante no Processo de Osseointegração. **Brasilian Journal of Implantology and Health Sciences**, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 44-59, 2022. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrFdjHz\\_yZl5GoMQT3z6Qt.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697083507/RO=10/RU=https%3a%2f%2fbjhs.emnuvens.com.br%2fbjhs%2farticle%2fdownload%2f198%2f273/RK=2/RS=Mb6AAt\\_SCYKfJFwKNjgb5hk9tNk-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrFdjHz_yZl5GoMQT3z6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697083507/RO=10/RU=https%3a%2f%2fbjhs.emnuvens.com.br%2fbjhs%2farticle%2fdownload%2f198%2f273/RK=2/RS=Mb6AAt_SCYKfJFwKNjgb5hk9tNk-) Acesso em: 16 de maio de 2023.

NAVES, M. M. *et al.* Effect of Macrogeometry on the Surface Topography of Dental Implants. **International Journal of Oral Maxillofacial Implants**, [S.L.], v. 30, n. 4, p. 789-799, 2015. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=08822786&AN=109111890&h=KEKAu9kWUN6EW10EikY9apVe4cU5T9iYrL0WAEd6ISJp5jbCgB%2BJLorHi5w2skhYt3UI83Tw8OeaBRyruLv3pA%3D%3D&crI=c> Acesso em 15 de Maio de 2023

NOVAES JR., A. B. *et al.* Influence of implant surfaces on osseointegration. **Brazilian Dental Journal**, [S.L.], v. 21, n. 6, p. 471-481, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bdj/a/6PgZgzYqqgd47mm7HCqW8nB/?lang=en&stop=previous&format=html> Acesso em 10 de Junho de 2023

OIRSCHOT, B. A. J.; A *et al.* Surface Engineering for Dental Implantology: favoring tissue responses along the implant. **Tissue Engineering Part A**, [S.L.], v. 28, n. 11, p. 555-572, 2022. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrOuytVDydl1FgLwgLz6Qt.;\\_ylu=Y29sbwNncTEEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697087445/RO=10/RU=https%3a%2f%2fpubmed.ncbi.nlm.nih.gov%2f35350848%2f/RK=2/RS=Vt4DOJ.xt4v5LBildc8ZlmlJh5g-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrOuytVDydl1FgLwgLz6Qt.;_ylu=Y29sbwNncTEEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697087445/RO=10/RU=https%3a%2f%2fpubmed.ncbi.nlm.nih.gov%2f35350848%2f/RK=2/RS=Vt4DOJ.xt4v5LBildc8ZlmlJh5g-) Acesso em: 17 de agosto de 2023.

OLISCOVICZ, N. F. *et al.* Estudo in vitro da influência do formato e do tratamento de superfície de Implantes odontológicos no torque de inserção, resistência ao arranchamento e frequência de ressonância. **Revista Odontologia**, [S.L.], v. 42, n. 4, p. 283-290, 2016. Disponível em: [https://r.search.yahoo.com/\\_ylt=AwrNYkWGMChIKRAKbkDz6Qt.;\\_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697161479/RO=10/RU=https%3a%2f%2fpesquisa.bvsalud.org%2fportal%2fresource%2fpt%2fii-685542/RK=2/RS=7uLzZp1CGiQN6UDkGrrH4.yO67o-](https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwrNYkWGMChIKRAKbkDz6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1697161479/RO=10/RU=https%3a%2f%2fpesquisa.bvsalud.org%2fportal%2fresource%2fpt%2fii-685542/RK=2/RS=7uLzZp1CGiQN6UDkGrrH4.yO67o-) Acesso em: 20 de maio de 2023.

PARAGUASSU, E. C.; *et al.* Literature review on adaptation of fixed prosthesis metal infrastructure. **Oral Health and Dental Management**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 1-3, 2019. Disponível em: <https://www.walshmedicalmedia.com/open-access/literature-review->

[on-adaptation-of-fixed-prosthesis-metal-infrastructure.pdf](#) Acesso em 16 de outubro de 2023.

PILLIAR, R. M. Overview of surface variability of metallic endosseous dental implants: textured and porous surface-structured designs. **Implant Dentistry**, [S.L.], v. 7, n. 1, 305-314, 1998. Disponível em: <https://europepmc.org/article/med/10196807> Acesso em 3 de Julho de 2023.

RUPP, F. *et al.* A review on the wettability of dental implant surfaces I: theoretical and experimental aspects. **Acta Biomaterials**, [S.L.], v. 10, n. 7, p. 2894-2906, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1742706114000920> Acesso em 3 de Julho de 2023

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). **Clinical Implant Dentistry Relational Research**, [S.L.], v. 17, n. 6, p. 1141-1153, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cid.12232> Acesso em 10 de Junho de 2023

SILVA, David Camurça da. **Tratamento de superfície em implantes dentários: uma revisão de literatura**. 2022. 46 f. Monografia (Especialização em Implantodontia) – Curso de Odontologia - Faculdade de Sete Lagoas, Santos, 2022. Disponível em: <https://faculadefacsete.edu.br/monografia/files/original/fc1dbb49a80f9f0d5deaeec8797321c1.pdf> Acesso em de Junho de 2023.

SILVA, F. L. *et al.* Tratamento de superfície em implantes dentários: uma revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia - UPF**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 136-142, 2016. Disponível em: [http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1413-40122016000100021&script=sci\\_abstract](http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1413-40122016000100021&script=sci_abstract) Acesso em 22 de Agosto de 2023

STADLINGER, B. *et al.* Systematic review of animal models for the study of implant integration, assessing the influence of material, surface and design. **Journal of Clinical Periodontology**, [S.L.], v. 39, n. 12, p. 28-36, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-051X.2011.01835.x> Acesso em 15 de Maio de 2023

STANFORD, C. M. Surface modifications of dental implants. **Australian Dental Journal**, [S.L.], v. 11, n. 5, p. 22-29, 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1834-7819.2008.00038.x> Acesso em 22 de Agosto de 2023

THAKRAL, G. K. *et al.* Nanosurface—the future of implants. **Journal of clinical and diagnostic research: JCDR**, v. 8, n. 5, p. 50-56, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4080085/> Acesso em 10 de Junho de 2023.

TRAINI, T. *et al.*, Direct laser metal sintering as a new approach to fabrication of an isoelastic functionally graded material for manufacture of porous titanium dental

implants. **Dent Mater.**, v. 24, n.2, p.1525-1533, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0109564108000833> Acesso em 3 de Julho de 2023

VAN, V. T. *et al.* Evolution from delayed to early loading on Branemark implants. Clinical implications and case reports. **Aesthet Implant Dent**, v. 7, n. 4, p. 44-51, 2005. Disponível em: <https://biblio.ugent.be/publication/337800/file/455865> Acesso em 22 de Agosto de 2023

**ENDEREÇO DE CORRESPONDÊNCIA****Autor Orientando:**

Maria Eduarda Freitas Oliveira

Major Gote, 1408 – Centro, Patos de Minas – MG, 38700-190

(34) 3818-2300

madufoliveira213@gmail.com

**Autor Orientador:**

Túlio Silva Pereira

Major Gote, 1408 – Centro, Patos de Minas – MG, 38700-190

(34) 3818-2300

Tuliodontologia@gmail.com

## DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Patos de Minas, 28 de novembro de 2023.

Documento assinado digitalmente  
 MARIA EDUARDA FREITAS OLIVEIRA  
Data: 08/12/2023 18:45:05-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Maria Eduarda Freitas Oliveira

Documento assinado digitalmente  
 TULIO SILVA PEREIRA  
Data: 08/12/2023 19:01:17-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Túlio Silva Pereira

## DECLARAÇÃO DAS DEVIDAS MODIFICAÇÕES EXPOSTAS EM DEFESA PÚBLICA

Eu Maria Eduarda Freitas Oliveira, matriculado sob o número 16016 da FPM, DECLARO que efetuei as correções propostas pelos membros da Banca Examinadora de Defesa Pública do meu TCC intitulado: **Influência dos tratamentos de superfície em implantes dentários no processo de osseointegração.**

E ainda, declaro que o TCC contém os elementos obrigatórios exigidos nas Normas de Elaboração de TCC e também que foi realizada a revisão gramatical exigida no Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade Patos de Minas.

Documento assinado digitalmente  
 MARIA EDUARDA FREITAS OLIVEIRA  
Data: 08/12/2023 18:46:39-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

**Maria Eduarda Freitas Oliveira**  
**Graduando Concluinte do Curso**

**DECLARO**, na qualidade de Orientador(a) que o presente trabalho está **AUTORIZADO** a ser entregue na Biblioteca, como versão final.

Documento assinado digitalmente  
 TULIO SILVA PEREIRA  
Data: 08/12/2023 18:59:21-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

**Túlio Silva Pereira**  
**Professor(a) Orientador(a)**