



**PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
DIRETORIA DE PESQUISA, EXTENSÃO E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ODONTOLOGIA**

MARCEL PAVONI VEIGA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DIFERENTES TIPOS DE
SUPERFÍCIES DE IMPLANTES DENTÁRIOS – ESTUDO
DA TOPOGRAFIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT TYPES OF
DENTAL IMPLANT SURFACES – STUDY OF
TOPOGRAPHY AND CHEMICAL COMPOSITION**

**MARINGÁ
2023**



**PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
DIRETORIA DE PESQUISA, EXTENSÃO E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ODONTOLOGIA**

MARCEL PAVONI VEIGA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DIFERENTES TIPOS DE
SUPERFÍCIES DE IMPLANTES DENTÁRIOS – ESTUDO
DA TOPOGRAFIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT TYPES OF
DENTAL IMPLANT SURFACES – STUDY OF
TOPOGRAPHY AND CHEMICAL COMPOSITION**

Dissertação em formato de artigo apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Odontologia, do Centro Universitário Uningá UNINGÁ, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração implantodontia.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Samira Salmeron

**MARINGÁ
2023**

Pavoni, Marcel

Análise comparativa de diferentes tipos de superfícies de implantes dentários – Estudo da topografia e composição química. Marcel Pavoni Veiga. -- Maringá, 2023.

35 p.: il.; 31 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Centro Universitário Uningá, 2023.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Samira Salmeron

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARCEL PAVONI VEIGA

ANÁLISE COMPARATIVA DE DIFERENTES TIPOS DE SUPERFÍCIES DE IMPLANTES DENTÁRIOS – ESTUDO DA TOPOGRAFIA E COMPOSIÇÃO QUÍMICA

COMPARATIVE ANALYSIS OF DIFFERENT TYPES OF DENTAL IMPLANT SURFACES – STUDY OF TOPOGRAPHY AND CHEMICAL COMPOSITION

Dissertação em formato artigo apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Odontologia, do Centro Universitário Ingá UNINGÁ, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração implantodontia.

Maringá, ____ de _____ de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Samira Salmeron
UNINGÁ

Profa. Dra. Adriana Campos Passanezi Sant'Ana
FOB/USP

Profa. Dra. Fernanda Ferruzzi Lima
UNINGÁ

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Deus, pelos incontáveis milagres que realizou em minha vida nesses últimos anos.

À minha família, por ter sido minha base, meu apoio, minha resiliência e minha força por todo o caminho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Carla e Roberta, as mulheres mais fortes que eu já conheci.

À minha mãe Marisa, que mesmo não estando em presença, foi a pessoa mais importante da minha vida e foi quem me fez perseverar nos momentos de maior dificuldade, a razão de eu ter alcançado tão longe.

À Hélio, pelo zelo e carinho incondicional.

Agradeço à minha orientadora Dr^a Samira Salmeron, o mais próximo de um anjo que já conheci em vida e certamente uma das pessoas com mais empatia e mais humana que conheci, tendo absolutamente uma vocação para o ensino.

Agradeço ao quadro de professores do Programa de Mestrado em Odontologia – Concentração Implantodontia do Centro Universitário Ingá, pela compreensão, pelas aulas ministradas de grande valia, e as críticas construtivas que tiveram um peso imensurável para minha formação acadêmica.

Aos meus amigos de turma Lucas, André, Hermes, Gabriel e Vinícius, pelo apoio, e pelos diversos momentos de convivência que compartilhamos ao longo dessa jornada.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana seja apenas outra alma humana”.

Carl G. Jung

RESUMO

INTRODUÇÃO: A osseointegração é um pré-requisito para a viabilidade e a manutenção das próteses sobre implante e depende de vários fatores para ocorrer de maneira satisfatória. Dentre esses fatores, destacam-se as características de superfície dos implantes dentários. **PROPOSIÇÃO:** Caracterizar e comparar tipos de implantes dentários quanto à topografia e composição de superfície. **MATERIAL E MÉTODOS:** Três tipos de implantes dentários foram utilizados (N=18): Nobel Biocare, Straumann e Neodent. Para análise de topografia de superfície, os implantes (n=6) foram divididos em: grupo N – implantes NobelActive®; grupo SLA – implantes SLActive®; e grupo Zi – implantes Neodent Ceramic Implant System®. Esses implantes foram analisados de acordo com os seguintes parâmetros: R_a , S_a , S_{sk} , S_{dr} . Para a análise qualitativa de composição de superfície, foi avaliado um implante de cada marca comercial e utilizadas as porcentagens atômicas de cada elemento químico identificado. Análise estatística utilizou teste ANOVA a um critério de seleção e pós-teste de Tukey para comparação dos três tipos de implantes dentários quanto aos parâmetros de superfície estudados, com nível de significância de 5%. **RESULTADOS:** Houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo SLA e os grupos N e Zi ($p < 0,001$) no parâmetro 2D avaliado. Na avaliação 3D, houve diferença estatística entre os três grupos nos parâmetros de superfície S_a e S_{dr} e entre o grupo N e os grupos SLA e Zi no parâmetro S_{sk} . Na composição química, foi identificada a presença, principalmente, do elemento titânio nos grupos N e SLA e do elemento zircônio no grupo Zi. **CONCLUSÃO:** Os três implantes estudados apresentaram diferentes características em termos de material, topografia de superfície e composição química.

Palavras-chave: Implantes dentários. Propriedades de superfície. Titânio. Zircônio.

ABSTRACT

BACKGROUND: Osseointegration is a prerequisite for the viability and maintenance of implant prostheses and depends on several factors to occur satisfactorily. Among these factors, the surface characteristics of dental implants stand out. **PURPOSE:** To characterize and compare types of dental implants in terms of topography and surface composition. **MATERIAL AND METHODS:** Three brands of dental implants were used (N=18): Nobel Biocare, Straumann, and Neodent. For surface topography analysis, the implants (n=6) were divided into: group N – NobelActive® implants; group SLA – SLActive® implants; and group Zi - Neodent Ceramic Implant System® implants. These implants were analyzed according to the following parameters: R_a , S_a , S_{sk} , S_{dr} . For the qualitative surface composition analysis, one implant from each commercial brand was evaluated, and the atomic percentages of each identified chemical element were used. Statistical analysis used a one-way ANOVA test and Tukey's post-test to compare the three types of dental implants in terms of the surface parameters studied, with a significance level of 5%. **RESULTS:** There was a statistically significant difference between the SLA and N and Zi groups ($p < 0.001$) in the 2D parameter evaluated. The 3D evaluation showed a statistical difference among the three groups in parameters S_a and S_{dr} , and between the N group and groups SLA and Zi in the S_{sk} parameter. In terms of chemical composition, the main elements present were titanium in the N and SLA groups and zirconium in the Zi group. **CONCLUSION:** The three implants studied had different material, surface topography, and chemical composition characteristics.

Keywords: Dental implants. Surface properties. Titanium. Zirconium.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Imagens representativas da superfície dos implantes dentários. **A)** Grupo N. **B)** Grupo SLA. **C)** Grupo Zi. (MEV. Aumentos de 60x, 80x e 100x, respectivamente) 21
- Figura 2** Imagens representativas dos parâmetros de superfície 3D gerados pelo programa computadorizado do microscópio. **A)** Grupo N. **B)** Grupo SLA. **C)** Grupo Zi. (Microscópio de Variação de Foco) 23
- Figura 3** Gráficos representativos da composição química de superfície dos implantes dentários com os respectivos valores de cada elemento químico encontrado. **A)** Grupo N. **B)** Grupo SLA. **C)** Grupo Zi. (MEV/EDS) 23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição dos grupos experimentais de acordo com o tipo de implante dentário	19
Tabela 2	Descrição dos parâmetros avaliados para caracterização da topografia de superfície	20
Tabela 3	Valores médios e desvios-padrão da comparação intergrupos do parâmetro 2D na direção horizontal	22
Tabela 4	Valores médios e desvios-padrão da comparação intergrupos do parâmetro 2D na direção vertical	22
Tabela 5	Valores médios e desvios-padrão da comparação intergrupos dos parâmetros 3D	22

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

2D	Parâmetros bidimensionais
3D	Parâmetros tridimensionais
N	Grupo experimental de implante NobelActive®
R _a	Rugosidade superficial média
SLA	Grupo experimental de implante SLActive®
S _a	Altura média da área selecionada
S _{dr}	Relação da área interfacial desenvolvida
S _{sk}	Assimetria da área selecionada
Ti cp	Titânio comercialmente puro
Y-TZP	zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio
Zi	Grupo experimental de implante Neodent Ceramic Implant System®

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. ARTIGO	17
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
4. RELEVÂNCIA E IMPACTO DO TRABALHO PARA A SOCIEDADE	32
REFERÊNCIAS	33
ANEXO	35

1. INTRODUÇÃO

Os implantes dentários revolucionaram o campo da Odontologia Reabilitadora, oferecendo aos pacientes uma solução durável, estética e funcional para repor dentes perdidos. O sucesso desses implantes é atribuído, dentre outros fatores, a sua habilidade de se integrar aos tecidos do paciente de forma única, por meio do fenômeno biológico conhecido como osseointegração (ALBREKTSSON; WENNERBERG, 2005).

Desde a definição inicial de osseointegração, contato direto entre implante e osso em nível microscópico (BRANEMARK *et al.*, 1977), até o conceito mais atual, que define osseointegração como uma reação do tipo corpo estranho em que o osso na interface é formado como uma reação de defesa para proteger o implante dos tecidos (ALBREKTSSON *et al.*, 2017), sabe-se que a ocorrência de tal fenômeno é um pré-requisito para a viabilidade e a manutenção das próteses sobre implante em longo prazo (GALLI *et al.*, 2013).

Por este motivo, desde seu surgimento, apesar dos implantes dentários despertarem o interesse em diversos seguimentos de pesquisa, o foco principal sempre permeou o universo da osseointegração, que depende de vários fatores para ocorrer de maneira satisfatória, como material do implante, desenho do implante, características de superfície, qualidade do tecido ósseo, técnica cirúrgica empregada e condições de carga do implante (ALBREKTSSON *et al.*, 1981).

Os primeiros implantes dentários desenvolvidos eram bastante simples e não apresentavam qualquer tipo de tratamento de superfície, implicando na necessidade de um maior tempo de cicatrização para que ocorresse a osseointegração (BRANEMARK, 1983), sendo que os primeiros protocolos clássicos de reabilitação com implantes dentários preconizavam o tempo de osseointegração de 3-4 meses em mandíbula e 6 meses em maxila para que esses implantes pudessem receber carga funcional (BRANEMARK, 1983).

Com o passar do tempo, houve a evolução do conhecimento em relação à osseointegração e com ele o desenvolvimento de implantes com superfícies modificadas, com o objetivo de acelerar esse processo (SPRIANO *et al.*, 2018) e diminuir o tempo de tratamento dos pacientes.

Dessa forma, ao longo dos anos, dentre os fatores citados anteriormente, passaram a ter destaque as características de superfície dos implantes dentários para

se alcançar e manter a osseointegração (ALBREKTSSON *et al.*, 1981), uma vez que a qualidade da interface osso/implante é diretamente influenciada pela rugosidade de superfície (ALBREKTSSON *et al.*, 1981; WENNERBERG; ALBREKTSSON, 2000; WENNERBERG; ALBREKTSSON, 2009).

Nesse contexto, avanços científicos e revolucionários da indústria têm buscado modificações na superfície dos implantes que sejam biologicamente atrativas e favoreçam os processos de diferenciação celular, podendo acelerar a osseointegração, sendo este um dos principais objetivos das pesquisas atuais (SPRIANO *et al.*, 2018). Tanto a morfologia como a rugosidade da superfície influenciam na proliferação e adesão celular (ANSELME; BIGERELLE, 2005).

Além das características de topografia, as propriedades físico-químicas das superfícies também são fatores a serem considerados que podem contribuir na osseointegração (GALLI *et al.*, 2013), sendo a combinação da composição química e da topografia bastante influentes nesse processo (JIMBO *et al.*, 2012).

Dessas propriedades, as mais importantes são topografia, química, carga superficial e molhamento, as quais influenciam diretamente na fisiologia e tempo diminuído de osseointegração (ALBREKTSSON *et al.*, 1981). Essas propriedades específicas facilitam a interação célula-superfície do implante favorecendo o desenvolvimento celular e tecidual (WENNERBERG *et al.*, 1995).

Na clínica, os chamados tratamentos de superfície melhoram a interação osso/implante, aceleram o tempo de cicatrização, reduzindo o tempo de tratamento e aumentando a qualidade da interface de osseointegração (WENNERBERG *et al.*, 1995; COCHRAN *et al.*, 2002; ALBREKTSSON; WENNERBERG, 2004; WENNERBERG; ALBREKTSSON, 2009).

Dessa forma, ao entender o impacto que tais modificações e como as características de superfície e composição química influenciam em seu sucesso, surgiu a necessidade por inovações que prezam a viabilidade e compatibilidade dos implantes. Como a demanda por implantes dentários continua a aumentar, concomitantemente se percebe uma jornada da indústria em busca do melhor tratamento de superfície e que seja o mais compatível com a fisiologia humana. A exploração dessas modificações de superfície representa um ponto crítico para que seja alcançado esse objetivo (COELHO *et al.*, 2011).

Atualmente, temos basicamente dois métodos de tratamento de superfície que geram diferentes topografias e rugosidades superficiais: métodos de adição (*spray* de

plasma de titânio ou hidroxiapatita, oxidação anódica e deposição de fosfato de cálcio) e métodos de subtração (jateamento com partículas, ataque ácido ou combinação dos dois) (SMEETS *et al.*, 2016; PIMENTA; SZMUKLER-MONCLER; RAIGRODSKI, 2022). Todos esses métodos culminam em alterações de rugosidade, textura e composição química de superfície que favorecem e diminuem o tempo de osseointegração (ALBREKTSSON *et al.*, 1981).

Nesse contexto, é importante saber e conhecer em detalhes as reais diferenças entre os diversos tipos de superfície disponíveis no mercado, principalmente, levando em conta as modificações de superfície que são realizadas pelas várias marcas comerciais existentes, considerando que o mesmo tratamento pode gerar superfícies com características e propriedades diversas, uma vez que cada fabricante tem seu processo de produção individualizado (ROSA *et al.*, 2012; ROSA *et al.*, 2013) e, muitas vezes, não completamente revelado. Além disso, existe pouca literatura descrevendo e caracterizando as superfícies de implantes de zircônia ou comparando-as com as superfícies dos implantes de titânio.

Sendo assim, considerando que a topografia e a composição química de superfície são importantes no processo de osseointegração, ao passo que são capazes de influenciar as células e alterar as propriedades dessa superfície (ANSELME; BIGERELLE, 2005; WENNERBERG; ALBREKTSSON, 2009; PONCHE; BIGERELLE; ANSELME, 2010; JIMBO *et al.*, 2012), há a necessidade de uma análise e comparação aprofundadas.

2. ARTIGO

O artigo apresentado foi escrito de acordo com as normas da Revista *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* (Anexo I).

Variação na topografia de superfície e composição química de diferentes marcas de implantes dentários

2.1 INTRODUÇÃO

Os implantes dentários revolucionaram o campo da Odontologia Reabilitadora, oferecendo aos pacientes uma solução durável, estética e funcional para repor dentes perdidos. O sucesso desses implantes é atribuído, dentre outros fatores, a sua habilidade de se integrar aos tecidos do paciente de forma única, por meio do fenômeno biológico conhecido como osseointegração¹.

Sabe-se que a ocorrência de tal fenômeno é um pré-requisito para a viabilidade e a manutenção das próteses sobre implante em longo prazo². A osseointegração depende de vários fatores para ocorrer de maneira satisfatória, como material do implante, desenho do implante, características de superfície, qualidade do tecido ósseo, técnica cirúrgica empregada e condições de carga do implante³.

Dentre esses fatores, destacam-se as características de superfície dos implantes dentários para se alcançar e manter a osseointegração³, uma vez que a qualidade da interface osso/implante é diretamente influenciada pela rugosidade de superfície³⁻⁵ e tanto a morfologia como a rugosidade da superfície influenciam na proliferação e adesão celular⁶.

Nesse contexto, avanços científicos e revolucionários da indústria têm buscado modificações na superfície dos implantes que sejam biologicamente atrativas e favoreçam os processos de diferenciação celular, podendo acelerar a osseointegração, sendo este um dos principais objetivos das pesquisas atuais⁷. Além das características de topografia, as propriedades físico-químicas das superfícies também são fatores importantes que podem contribuir na osseointegração² e a combinação da composição química e da topografia de superfície pode ser bastante influente nesse processo⁸.

Na clínica, os chamados tratamentos de superfície melhoram a interação osso/implante, aceleram o tempo de cicatrização, reduzindo o tempo de tratamento e aumentando a qualidade da interface de osseointegração^{5,9-11}. Ao entender o impacto que tais modificações e como as características de superfície e composição química influenciam em seu sucesso, surgiu a necessidade por inovações que prezam a viabilidade e compatibilidade dos implantes.

Atualmente, temos basicamente dois métodos de tratamento de superfície que geram diferentes topografias e rugosidades superficiais: métodos de adição (*spray* de plasma de titânio ou hidroxiapatita, oxidação anódica e deposição de fosfato de cálcio) e métodos de subtração (jateamento com partículas, ataque ácido ou combinação dos dois)^{12,13}. Todos esses métodos culminam em alterações de rugosidade, textura e composição química de superfície que favorecem e diminuem o tempo de osseointegração³.

É importante saber e conhecer em detalhes as reais diferenças entre os diversos tipos de superfície disponíveis no mercado, principalmente, levando em conta as modificações que são realizadas pelas várias marcas comerciais existentes. Além disso, existe pouca literatura descrevendo e caracterizando as superfícies de implantes de zircônia ou comparando-as com as superfícies dos implantes de titânio. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi caracterizar e comparar três implantes dentários de diferentes marcas comerciais quanto à topografia e composição de superfície.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Após a realização do cálculo amostral, baseado em um nível de significância alfa de 5% (0,05) e beta de 20% (0,20), para atingir um poder de teste de 80% e detectar uma diferença média de 0,37 μm com desvio padrão de 0,19 μm para rugosidade superficial média¹², verificou-se a necessidade de 6 implantes dentários em cada grupo experimental.

2.2.1 Implantes dentários

Foram selecionados, para este estudo, 3 tipos de implantes dentários (N=18) de marcas comerciais disponíveis nacional e internacionalmente. As informações referentes ao material e tratamento de superfície de cada marca de implante foram obtidas nos catálogos ou nos *sítes* disponibilizados por cada fabricante. Dessa forma, os implantes dentários foram distribuídos nos seguintes grupos experimentais (Tabela 1):

Tabela 1. Descrição dos grupos experimentais de acordo com o tipo de implante dentário

GRUPO (n=6)	IMPLANTE	MARCA	MATERIAL	SUPERFÍCIE	TRATAMENTO SUPERFÍCIE
N	NobelActive® (Lote 13142958)	Nobel Biocare São Paulo, Brasil	titânio comercialmente puro (Ti cp) de grau IV	TiUnite® moderadamente rugosa	oxidação anódica
SLA	SLActive® (Lote PMT11)	Straumann Group Curitiba, Brasil	liga metálica de titânio (Ti) (Straumann Roxolid® 85% Ti 15% zircônio	SLActive® moderadamente rugosa	jateamento e ataque ácido
Zi	Neodent Ceramic Implant System® (Lote WNV65)	Neodent Curitiba, Brasil	zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio (Y-TZP)	Neoporos® moderadamente rugosa	jateamento e ataque ácido

2.2.2 Análise da topografia de superfície

Todos os 18 implantes dentários foram analisados para obtenção das características da topografia de superfície das marcas estudadas. Essas características foram obtidas utilizando o Microscópio de Variação de Foco (Alicona Infinite Focus, modelo G5 – Bruker Alicona, Raaba/Aústria) no Núcleo de Tecnologia e Inovação em Fabricação do Centro Universitário de Brusque (UNIFEBE).

Foram feitas aquisições de dados relacionados aos parâmetros de superfície e imagens em duas dimensões (2D) – R_a^{14} – e em três dimensões (3D) – S_a , S_{sk} , $S_{dr}^{2,4,12,15-17}$ (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição dos parâmetros avaliados para caracterização da topografia de superfície

SIGLA	DIMENSÃO	PARÂMETRO
R_a	2D	Rugosidade superficial média
S_a	3D	Altura média da área selecionada
S_{sk}	3D	Assimetria da área selecionada
S_{dr}	3D	Relação da área interfacial desenvolvida

Foram realizadas medições em 3 regiões dos implantes (cervical, média e apical), nos locais equivalentes ao vale e o topo da rosca⁴. Para obtenção dos parâmetros 3D, a área analisada foi de $809,634 \times 809,634 \mu\text{m}^2$ (1840×1840 pontos). Todas as imagens foram obtidas com filtro Gaussiano para superfícies planas (ISO 16610-61), aumento de 20x, resolução vertical estimada de $0,200 \mu\text{m}$, resolução lateral estimada de $2,936 \mu\text{m}$, tempo de exposição de 1,000 ms e contraste de 0,25. Para os parâmetros 2D (medições nas direções horizontal e vertical), foi selecionada a região central das imagens, mantendo o padrão ao longo de todo implante.

2.2.3 Análise da composição química de superfície

Três (um de cada grupo experimental), dos 18 implantes estudados, foram analisados com relação à composição química de superfície. Os dados referentes à presença dos elementos químicos foram capturados por meio de Microscopia Eletrônica de Varredura / Espectroscopia de Energia Dispersiva (MEV/EDS) (Hitachi Tabletop Microscope, modelo TM3030 – Hitachi High Technologies, Tóquio/Japão) no Laboratório de Mecânica de Precisão (LMP) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

As análises e aquisição das imagens foram realizadas com lentes de 60x, 80x e 100x de aumento, resolução de 512×512 pixels, largura da imagem de $132,642 \text{ mm}$ e 5kV de tensão em dois campos em cada implante. As porcentagens atômicas (%A), de cada elemento identificado, foram utilizadas para análise qualitativa.

2.2.5 Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk. Foi utilizado o teste ANOVA a um critério de seleção e pós-teste de Tukey para comparação dos três tipos de implantes dentários quanto aos parâmetros de superfície estudados. Todos os testes foram realizados com auxílio do *software Statistica* (Statistica for Windows versão 12.0, Statsoft – Tulsa/Oklahoma/EUA) e os dados foram considerados significativos para $p < 0,05$.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Análise da topografia de superfície

Imagens referentes às superfícies de um implante dentário de cada grupo experimental podem ser vistas na Figura 1.

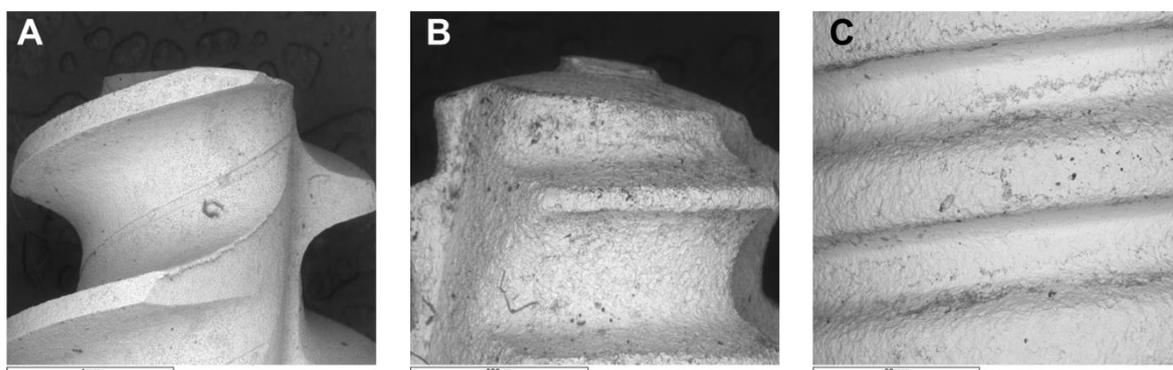


Figura 1. Imagens representativas da superfície dos implantes dentários. **A)** Grupo N. **B)** Grupo SLA. **C)** Grupo Zi. (MEV. Aumentos de 60x, 80x e 100x, respectivamente)

Houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo SLA e os grupos N e Zi ($p < 0,001$) no parâmetro 2D avaliado (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3. Valores médios e desvios-padrão da comparação intergrupos do parâmetro 2D na direção horizontal

Grupos	N	SLA	Zi	p
Parâmetro	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	
R_a (µm)	0,58 ± 0,13 ^a	1,68 ± 0,40 ^b	0,64 ± 0,15 ^a	< 0,001*

*Estatisticamente significativo para $p < 0,05$. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatisticamente significativa. (ANOVA a um critério de seleção e pós-teste de Tukey)

Tabela 4. Valores médios e desvios-padrão da comparação intergrupos do parâmetro 2D na direção vertical

Grupos	N	SLA	Zi	p
Parâmetro	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	
Ra (µm)	0,57 ± 0,11 ^a	1,81 ± 0,34 ^b	0,66 ± 0,17 ^a	< 0,001*

*Estatisticamente significativo para $p < 0,05$. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatisticamente significativa. (ANOVA a um critério de seleção e pós-teste de Tukey)

Em relação aos parâmetros 3D estudados, houve diferença estatística entre os três grupos nos parâmetros de superfície S_a e S_{dr} e entre o grupo N e os grupos SLA e Zi no parâmetro S_{sk} (Tabela 5 e Figura 2).

Tabela 5. Valores médios e desvios-padrão da comparação intergrupos dos parâmetros 3D

Grupos	N	SLA	Zi	p
Parâmetros	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	
S_a (µm)	0,84 ± 0,14 ^a	2,04 ± 0,19 ^b	1,39 ± 0,26 ^c	< 0,001*
S_{sk} (µm)	0,39 ± 0,43 ^a	-0,16 ± 0,28 ^b	-0,20 ± 0,24 ^b	< 0,001*
S_{dr} (%)	5,78 ± 1,56 ^a	11,06 ± 1,66 ^b	2,68 ± 1,22 ^c	< 0,001*

*Estatisticamente significativo para $p < 0,05$. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatisticamente significativa. (ANOVA a um critério de seleção e pós-teste de Tukey)

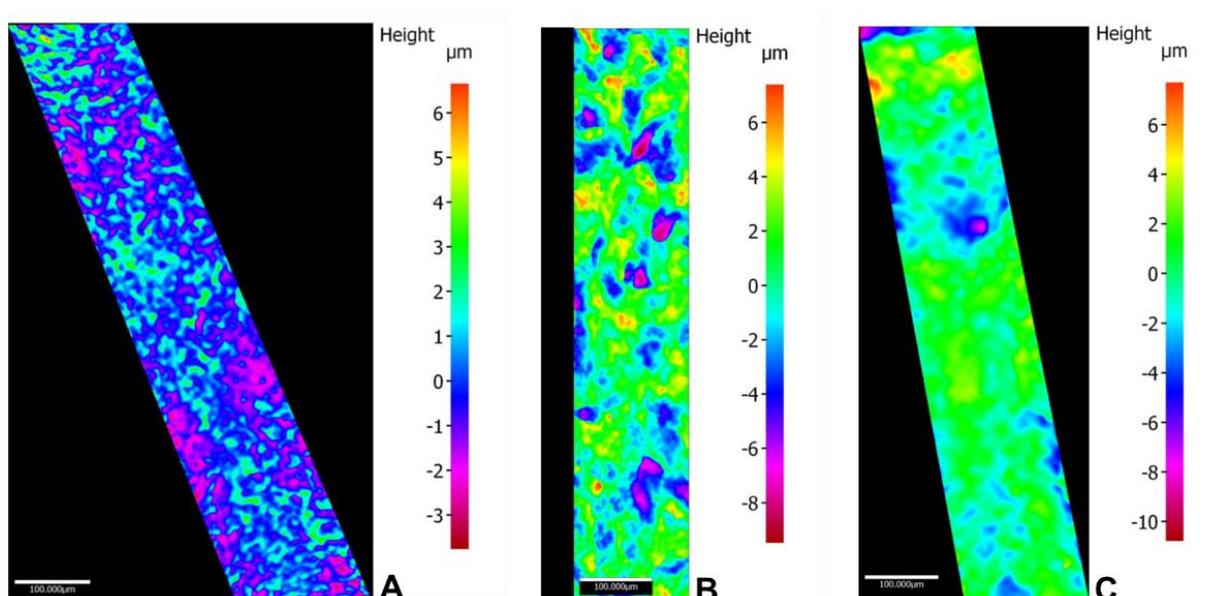


Figura 2. Imagens representativas dos parâmetros de superfície 3D gerados pelo programa computadorizado do microscópio. **A)** Grupo N. **B)** Grupo SLA. **C)** Grupo Zi. (Microscópio de Variação de Foco)

2.3.1 Análise da composição química de superfície

Com relação à composição química, foi identificada a presença de 24% de sódio (Na), 12% de fósforo (P), 4% de cálcio (Ca) e 60% de titânio (Ti) no grupo N, 7% de Ca, 85% de Ti e 8% de zircônio (Zr) no grupo SLA, e 17% de Ca, 38% de vanádio (V) e 45% de Zr no grupo Zi (Figura 3).

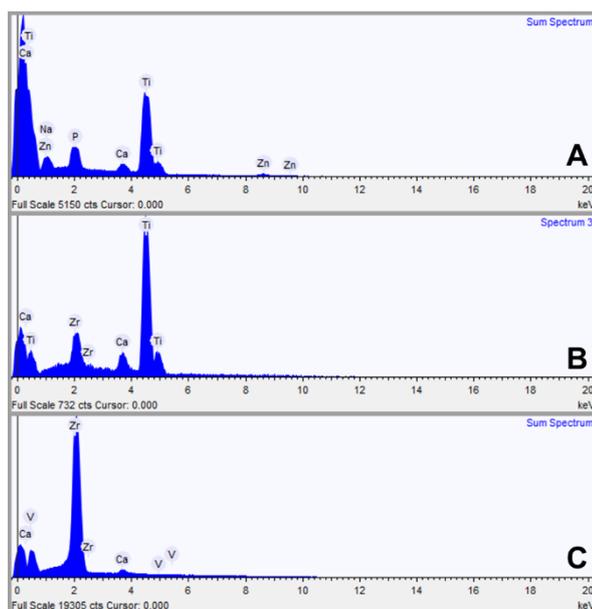


Figura 3. Gráficos representativos da composição química de superfície dos implantes dentários com os respectivos valores de cada elemento químico encontrado. **A)** Grupo N. **B)** Grupo SLA. **C)** Grupo Zi. (MEV/EDS)

2.4 DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste estudo demonstraram uma variação significativa na topografia de superfície e diferentes composições químicas para as três marcas de implantes dentários avaliados.

Evidências consideráveis são apresentadas na literatura de que a adesão, proliferação e diferenciação celular são afetadas pela composição química e rugosidade de superfície dos implantes^{5,6} em curto e longo prazos¹⁸.

Nesse cenário, as características de superfície surgem como um dos principais fatores relacionados à osseointegração³, considerando que uma formação óssea mais rápida e mais forte pode conferir melhor estabilidade durante o processo de cicatrização permitindo, assim, uma carga mais precoce do implante⁵.

Sendo assim, a pergunta que sempre permeia o universo da reabilitação com implantes dentários é: qual implante é melhor, do ponto de vista da osseointegração? A resposta, infelizmente, não é tão simples. Na verdade, existem, atualmente, diversas marcas de implantes, nacionais e internacionais, de diferentes materiais e tratamentos de superfícies disponíveis que apresentam boas taxas de sucesso.

Entretanto, existe uma dificuldade muito grande em se comparar os implantes e, até mesmo, os resultados de estudos devido ao emprego de diferentes equipamentos, técnicas e parâmetros utilizados para avaliação da superfície^{4,5} e à ausência de informações com relação ao processo de tratamento de superfície que, mesmo sendo o mesmo método, apresenta variações importantes de uma marca para outra^{15,17}, considerando os resultados que serão alcançados em termos de superfície.

Buscando responder a essa pergunta e promover modificações significativas nas superfícies já existentes, o desenvolvimento de pesquisas nessa área é intenso e crescente, conforme se pode observar pela gama de marcas de implantes dentários disponíveis comercialmente. Dentre essas marcas, algumas apresentam seus implantes já bastante estudados, como a Nobel Biocare® (grupo N)^{5,12,16,19} e a Straumann® (grupo SLA)^{5,12,20,21}, motivo pelo qual esses implantes foram selecionados para este estudo, como referência de comparação para o implante da Neodent® (grupo Zi), confeccionado em zircônia, material ainda pouco estudado em termos de superfície quando comparado ao titânio.

Dessa forma, o objetivo aqui foi caracterizar e comparar esses três implantes quanto à topografia e composição química de superfície de modo a confirmar dados pré-existentes dos implantes dos grupos N e SLA e trazer informações sobre o implante do grupo Zi, até o momento, com dados escassos na literatura.

Segundo informações fornecidas pelos fabricantes, as três marcas de implantes estudados classificam seus produtos como sendo implantes de superfície moderadamente rugosa. A classificação mais utilizada em termos de rugosidade de superfície¹¹ sugere que as superfícies com valores de S_a entre 1 e $2,0\mu\text{m}$ sejam consideradas moderadamente rugosas. Neste estudo, os valores de S_a encontrados para os grupos N, SLA e Zi foram de $0,84\mu\text{m}$, $2,04\mu\text{m}$ e $1,39\mu\text{m}$, respectivamente. Ou seja, de acordo com a classificação usual e considerando as análises realizadas, apenas a superfície do grupo Zi é moderadamente rugosa.

Pimenta et al.¹² apresentaram resultado semelhante ao deste estudo, com valor de $S_a=0,81\mu\text{m}$ para os implantes de superfície TiUnite®, mas diferente em relação aos

implantes de superfície SLActive[®], que apresentaram $S_a=1,59\mu\text{m}$. Scarano et al.²¹ também verificaram resultados semelhantes ao deste estudo para a superfície SLActive[®] ($S_a=2,72\mu\text{m}$). Por outro lado, Wennerberg e Albrektsson⁵ apresentaram resultados divergentes para ambas as superfícies TiUnite[®] ($S_a=1,1\mu\text{m}$) e SLActive[®] ($S_a=1,75\mu\text{m}$). Da mesma forma, Saulacic et al.¹⁹ e Sul et al.²⁰ encontraram valores de $S_a=1,29\mu\text{m}$ e $S_a=1,35\mu\text{m}$ para as superfícies TiUnite[®] e SLActive[®], respectivamente e Svanborg et al.¹⁶ verificaram valor de $S_a=1,19\mu\text{m}$ nos implantes de superfície TiUnite[®].

Essa grande divergência de dados, inclusive entre os estudos anteriores, reiteram a dificuldade que é se comparar diferentes estudos e interpretar os resultados apresentados como reflexo da falta de padronização e normas adequadas para este tipo de análise em implantes dentais⁴. Assim, uma superfície que é determinada como rugosa em um estudo pode ser lisa em outro⁵, motivo pelo qual há divergências também em relação às informações fornecidas pelas empresas e os resultados encontrados na literatura, como é o caso desta pesquisa.

Ainda, muitos estudos omitem os detalhes dos ensaios de caracterização topográfica na falsa ideia de que o tratamento de superfície, por si só, determinará a rugosidade do implante⁵. Neste estudo, foi possível observar exatamente isso, em que havia dois implantes, de marcas diferentes (grupos SLA e Zi), em teoria com o mesmo tratamento, mas que apresentaram características de superfície divergentes, com diferenças estatísticas para o parâmetro 2D ($R_a - p < 0,001$) e para dois parâmetros 3D (S_a e $S_{dr} - p < 0,001$).

Pode ser hipotetizado que essas diferenças tenham ocorrido pelo fato de que os tratamentos de superfície não alteram somente suas características topográficas, mas também, sua composição química^{5,22}. Isso, associado aos materiais de são feitos esses implantes, podem ser os responsáveis pelas diferenças encontradas entre essas superfícies, obtidas por meio do mesmo método de tratamento, jateamento e ataque ácido. Além disso, obviamente, somam-se os detalhes de fabricação que não são revelados e podem acarretar diferenças nessas superfícies, como tempo e concentração do ácido, tipo de partícula utilizada no jateamento, sequência de aplicação, etc^{15,17}.

Outra questão bastante importante em relação aos estudos é qual(is) parâmetro(s) utilizar para as análises de superfície²². Os parâmetros de altura sozinhos (S_a e R_a) são, de longe, os parâmetros mais citados na literatura, mas uma

descrição correta de uma superfície precisa incluir, no mínimo, um parâmetro relacionado à altura e pelo menos um parâmetro espacial ou híbrido, como S_{ds} ou S_{dr} ⁴.

O ideal é analisar a topografia de superfície por meio de parâmetros que descrevam amplitude, organização da rugosidade e em escalas pertinentes com a resposta celular²², considerando uma avaliação mais completa e representativa de toda a superfície.

Sugere-se que os implantes são melhores avaliados com resolução e escala micrométricas e por meio dos parâmetros 3D⁴. Também é preconizado que as superfícies dos implantes sejam avaliadas em três regiões diferentes, em áreas diferentes nas roscas e, pelo menos, três implantes do mesmo lote, considerando que a rugosidade pode variar em diferentes locais no mesmo implante e o valor médio apresentado deve representar o implante em toda a sua extensão⁴. Estes aspectos todos foram considerados e utilizados para a análise da topografia de superfície neste estudo.

Nesse contexto, dentre os parâmetros avaliados nesta pesquisa, destacam-se os parâmetros R_a e S_a , que representam a média aritmética, em 2D e 3D respectivamente, para as alturas dos picos e vales da rugosidade de superfície; S_{dr} , que representa o aumento da superfície¹⁷; e S_{sk} , um parâmetro de amplitude, para verificar as diferenças entre os picos e vales²².

Embora os parâmetros 3D sejam os mais recomendados para análise topográfica⁴ por permitirem visualizar a superfície em todas as direções, os parâmetros 2D contêm maior número de pontos avaliados²². Neste estudo, o parâmetro R_a foi utilizado para determinar o caráter isotrópico das superfícies estudadas, em que a topografia de superfície é a mesma, independente da direção, conforme visto nos valores das tabelas 3 e 4. Embora isso não pareça ser um fator capaz de intervir na incorporação do osso ao implante⁵, também deve ser analisado. Ainda, segundo Velasco et al.²³ valores de R_a entre 1,5 e 3,5 μ m seriam melhores para osseointegração, o que colocaria o grupo SLA como melhor nesse quesito.

Com relação ao parâmetro S_a , os estudos mostram ótima resposta do tecido ósseo em superfícies moderadamente rugosas¹¹, entretanto, os mecanismos envolvidos ainda são, em grande parte, desconhecidos^{5,11}. Considerando esse parâmetro, de acordo com os resultados aqui apresentados, o grupo Zi foi o melhor.

Ao avaliar o parâmetro S_{dr} para verificar o aumento de superfície, também houve diferenças significativas entre os implantes estudados. Considerando que

valores em torno de 50% promovem formação óssea forte⁵, todos os resultados aqui apresentados não são muito favoráveis aos implantes estudados. De fato, esses dados ficaram bastante abaixo dos apresentados na literatura para as superfícies SLActive[®] (11,06%) e TiUnite[®] (5,78%) comparados aos resultados de estudos anteriores (Pimenta et al.¹² – TiUnite[®] = 10,78%; SLActive[®] = 29,81% / Sul et al.²⁰ – TiUnite[®] = 125,3% / Saulacic et al.¹⁹ – SLActive[®] = 39% / Svanborg et al.¹⁶ – TiUnite[®] = 63,91%), embora também bastante divergentes entre eles.

Por fim, o parâmetro S_{sk} foi diferente apenas no grupo N em relação aos demais, que apresentou valor maior, representando maior assimetria ou maior diferença entre os picos e vales com desvio para o lado maior.

Conforme dito anteriormente, os tratamentos de superfície alteram, também, sua composição química⁵. Nesse sentido, foi avaliada qualitativamente a composição química dos implantes por meio da identificação dos elementos presentes e os dados obtidos foram condizentes com os apresentados pelos fabricantes, sendo os implantes dos grupos N e SLA compostos majoritariamente por titânio e o grupo Zi por zircônio.

O material também é um importante parâmetro a ser considerado²⁴. Os implantes de titânio já apresentam uma vasta literatura em relação à superfície e suas implicações sobre a osseointegração. Entretanto, os implantes de zircônia não. E os poucos estudos que existem não são acerca do implante nacional estudado. Daí o interesse neste implante, em particular, que apresentou resultados bastante promissores com ausência de diferenças, em relação ao grupo N, para o parâmetro 2D e com o valor de $S_a=1,39\mu\text{m}$.

Dentre as limitações deste estudo, destaca-se a dificuldade de comparação com os demais devido fatores já apresentados e discutidos, e a ausência de uma análise quantitativa da composição química de superfície para melhor caracterização dos implantes estudados.

Diante do exposto, é possível traçar um panorama da dificuldade em estudar superfície de implantes ao mesmo tempo em que é realçada a importância desse fator para a osseointegração. Sendo assim, pode-se concluir que os três implantes estudados apresentaram diferentes características em termos de material, topografia de superfície e composição química. Essas diferenças foram vistas inclusive entre os implantes com mesmo tratamento de superfície, evidenciando a necessidade de se

estudar cada implante, de forma detalhada, para que se tenha uma avaliação real da sua superfície, bem como sua interação com a resposta celular.

REFERÊNCIAS

1. Albrektsson T, Wennerberg A. The impact of oral implants - past and future, 1966-2042. *J Can Dent Assoc* 2005;71:327.
2. Galli S, Jimbo R, Andersson M, Bryington M, Albrektsson T. Surface characterization and clinical review of two commercially available implants. *Implant Dent* 2013;22:507-18.
3. Albrektsson T, Branemark PI, Hansson HA, Lindstrom J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand* 1981;52:155-70.
4. Wennerberg A, Albrektsson T. Suggested guidelines for the topographic evaluation of implant surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2000;15:331-44.
5. Wennerberg A, Albrektsson T. Effects of titanium surface topography on bone integration: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2009;20 Suppl 4:172-84.
6. Anselme K, Bigerelle M. Topography effects of pure titanium substrates on human osteoblast long-term adhesion. *Acta Biomater* 2005;1:211-22.
7. Spriano S, Yamaguchi S, Bairo F, Ferraris S. A critical review of multifunctional titanium surfaces: New frontiers for improving osseointegration and host response, avoiding bacteria contamination. *Acta Biomater* 2018;79:1-22.
8. Jimbo R, Sotres J, Johansson C, Breiding K, Currie F, Wennerberg A. The biological response to three different nanostructures applied on smooth implant surfaces. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:706-12.
9. Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B, Krol JJ. A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. *Clin Oral Implants Res* 1995;6:24-30.
10. Cochran DL, Buser D, ten Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard JP, et al. The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants. *Clin Oral Implants Res* 2002;13:144-53.
11. 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. *Int J Prosthodont* 2004;17:536-43.

12. Pimenta J, Szmukler-Moncler S, Raigrodski AJ. Physical characterization of 3 implant systems made of distinct materials with distinct surfaces. *J Prosthet Dent* 2022;128:63-72.
13. Smeets R, Stadlinger B, Schwarz F, Beck-Broichsitter B, Jung O, Precht C, et al. Impact of Dental Implant Surface Modifications on Osseointegration. *Biomed Res Int* 2016;2016:6285620.
14. Moreira A, Madeira S, Buciumeanu M, Fialho J, Carvalho A, Silva F, et al. Design and surface characterization of micropatterned silica coatings for zirconia dental implants. *J Mech Behav Biomed Mater* 2022;126:105060.
15. Rosa MB, Albrektsson T, Francischone CE, Filho HO, Wennerberg A. Micrometric characterization of the implant surfaces from the five largest companies in Brazil, the second largest worldwide implant market. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28:358-65.
16. Svanborg LM, Andersson M, Wennerberg A. Surface characterization of commercial oral implants on the nanometer level. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010;92:462-9.
17. Rosa MB, Albrektsson T, Francischone CE, Schwartz Filho HO, Wennerberg A. The influence of surface treatment on the implant roughness pattern. *J Appl Oral Sci* 2012;20:550-5.
18. Anselme K, Ponche A, Bigerelle M. Relative influence of surface topography and surface chemistry on cell response to bone implant materials. Part 2: biological aspects. *Proc Inst Mech Eng H* 2010;224:1487-507.
19. Saulacic N, Bosshardt DD, Bornstein MM, Berner S, Buser D. Bone apposition to a titanium-zirconium alloy implant, as compared to two other titanium-containing implants. *Eur Cell Mater* 2012;23:273-86; discussion 86-8.
20. Sul YT, Byon E, Wennerberg A. Surface characteristics of electrochemically oxidized implants and acid-etched implants: surface chemistry, morphology, pore configurations, oxide thickness, crystal structure, and roughness. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008;23:631-40.
21. Scarano A, Piattelli A, Quaranta A, Lorusso F. Bone Response to Two Dental Implants with Different Sandblasted/Acid-Etched Implant Surfaces: A Histological and Histomorphometrical Study in Rabbits. *Biomed Res Int* 2017;2017:8724951.
22. Ponche A, Bigerelle M, Anselme K. Relative influence of surface topography and surface chemistry on cell response to bone implant materials. Part 1: physico-chemical effects. *Proc Inst Mech Eng H* 2010;224:1471-86.
23. Velasco-Ortega E, Alfonso-Rodriguez CA, Monsalve-Guil L, Espana-Lopez A, Jimenez-Guerra A, Garzon I, et al. Relevant aspects in the surface properties in titanium dental implants for the cellular viability. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* 2016;64:1-10.

24. Valverde GB, Jimbo R, Teixeira HS, Bonfante EA, Janal MN, Coelho PG. Evaluation of surface roughness as a function of multiple blasting processing variables. Clin Oral Implants Res 2013;24:238-42.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A gama de marcas e tipos de implantes dentários disponíveis no mercado faz com que haja a necessidade de estudos detalhados e específicos de cada um desses implantes, visando uma caracterização real da sua superfície e buscando elucidar seu papel na resposta celular.

4. RELEVÂNCIA E IMPACTO DO TRABALHO PARA A SOCIEDADE

A relevância deste trabalho consiste em sua contribuição para o avanço do conhecimento na busca dos melhores tratamentos de superfície para os implantes dentários. Os resultados aqui apresentados poderão nortear futuras pesquisas que trarão respostas e a possibilidade de uma superfície ideal do ponto de vista biológico.

REFERÊNCIAS

- ALBREKTSSON, T. *et al.* Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. **Acta Orthop Scand**, v. 52, n. 2, p. 155-170, 1981.
- ALBREKTSSON, T. *et al.* Osseointegration of implants—a biological and clinical overview. **JSM Dent Surg**, v. 2, n., p. 1-6, 2017.
- ALBREKTSSON, T.; WENNERBERG, A. The impact of oral implants - past and future, 1966-2042. **J Can Dent Assoc**, v. 71, n. 5, p. 327, 2005.
- 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. **Int J Prosthodont**, v. 17, n. 5, p. 536-543, 2004.
- ANSELME, K.; BIGERELLE, M. Topography effects of pure titanium substrates on human osteoblast long-term adhesion. **Acta Biomater**, v. 1, n. 2, p. 211-222, 2005.
- BRANEMARK, P. I. Osseointegration and its experimental background. **J Prosthet Dent**, v. 50, n. 3, p. 399-410, 1983.
- BRANEMARK, P. I. *et al.* Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. **Scand J Plast Reconstr Surg Suppl**, v. 16, n., p. 1-132, 1977.
- COCHRAN, D. L. *et al.* The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants. **Clin Oral Implants Res**, v. 13, n. 2, p. 144-153, 2002.
- COELHO, P. G. *et al.* The effect of different implant macrogeometries and surface treatment in early biomechanical fixation: an experimental study in dogs. **J Mech Behav Biomed Mater**, v. 4, n. 8, p. 1974-1981, 2011.
- GALLI, S. *et al.* Surface characterization and clinical review of two commercially available implants. **Implant Dent**, v. 22, n. 5, p. 507-518, 2013.
- JIMBO, R. *et al.* The biological response to three different nanostructures applied on smooth implant surfaces. **Clin Oral Implants Res**, v. 23, n. 6, p. 706-712, 2012.
- PIMENTA, J.; SZMUKLER-MONCLER, S.; RAIGRODSKI, A. J. Physical characterization of 3 implant systems made of distinct materials with distinct surfaces. **J Prosthet Dent**, v. 128, n. 1, p. 63-72, 2022.
- PONCHE, A.; BIGERELLE, M.; ANSELME, K. Relative influence of surface topography and surface chemistry on cell response to bone implant materials. Part 1: physico-chemical effects. **Proc Inst Mech Eng H**, v. 224, n. 12, p. 1471-1486, 2010.

ROSA, M. B. *et al.* Micrometric characterization of the implant surfaces from the five largest companies in Brazil, the second largest worldwide implant market. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 28, n. 2, p. 358-365, 2013.

ROSA, M. B. *et al.* The influence of surface treatment on the implant roughness pattern. **J Appl Oral Sci**, v. 20, n. 5, p. 550-555, 2012.

SMEETS, R. *et al.* Impact of Dental Implant Surface Modifications on Osseointegration. **Biomed Res Int**, v. 2016, n., p. 6285620, 2016.

SPRIANO, S. *et al.* A critical review of multifunctional titanium surfaces: New frontiers for improving osseointegration and host response, avoiding bacteria contamination. **Acta Biomater**, v. 79, n., p. 1-22, 2018.

WENNERBERG, A.; ALBREKTSSON, T. Effects of titanium surface topography on bone integration: a systematic review. **Clin Oral Implants Res**, v. 20 Suppl 4, n., p. 172-184, 2009.

WENNERBERG, A.; ALBREKTSSON, T. Suggested guidelines for the topographic evaluation of implant surfaces. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 15, n. 3, p. 331-344, 2000.

WENNERBERG, A. *et al.* A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. **Clin Oral Implants Res**, v. 6, n. 1, p. 24-30, 1995.

ANEXO

The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants

ISSN 0882-2786 (print)
ISSN 1942-4434 (online)

Guidelines for Authors

Manuscript Submission

Submit manuscripts via JOMI's online submission service: www.manuscriptmanager.net/jomi
Manuscripts should be uploaded as a Word (.doc/.docx) file with images saved as separate high-resolution art files. (See "Figures and Tables.")

- **Acceptable material.** Original manuscripts are considered for publication on the condition they have not been published or submitted for publication elsewhere (except at the discretion of the editors). Manuscripts concerned with reports of basic or clinical research, clinical applications of implant research and technology, proceedings of pertinent symposia or conferences, quality review papers, and matters of education related to the implant field are invited.
- **Number of authors.** Authors listed in the byline should be limited to six. Secondary contributors can be acknowledged at the end of the article. (Special circumstances will be considered by the editorial board.)
- **Adherence to guidelines.** Manuscripts that are not prepared in accordance with these guidelines will be returned to the author before review.

Manuscript Preparation

The journal will follow as much as possible the recommendations of the International Committee of Medical Journal Editors in regard to preparation of manuscripts and authorship (Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals; www.icmje.org/recommendations).

Manuscripts should be double-spaced with at least a one-inch margin all around. Number all pages. Do not include author names as headers or footers on each page.

- **Title page.** The title page should include the title of the article and the name, academic degrees, and professional affiliation of each author. Phone, fax, and email address must also be provided for the corresponding author. If the paper was presented before an organized group, the name of the organization and the date and location of the presentation should be included.
- **Abstract/Keywords.** The abstract should include a maximum of 350 words. A list of keywords should be provided, not to exceed six. Abstracts for basic and clinical research articles must be structured with the following four sections: Purpose, Materials and Methods, Results, and Conclusion. Abstracts of short communications should also be structured but should be a maximum of 250 words. For all other types of articles (i.e., literature reviews, technical and case reports), abstracts should not exceed 250 words and need not be structured.
- **Article text.** Currently there is no article page limit (within reason).
- **Acknowledgments.** Persons who have made substantive contributions to the study can be acknowledged at the end of the article. Also specify grant or other financial support, citing the name of the supporting organization and grant number. Conflict of interest: State any conflict of interest of any of the authors, or include a statement that the authors have no conflict of interest related to the study.

- **Figure legends.** Figure legends should be typed as group at the end of the manuscript. Detailed legends are encouraged. For photographs, specify original magnification and stain.
- **Abbreviations.** The full term for which an abbreviation stands should precede its first use in the text unless it is a standard unit of measurement.
- **Trade names.** Generic terms are to be used whenever possible, but trade names and manufacturer should be included parenthetically at first mention.
- **Numbers.** Per SI convention, authors are requested to use decimal points rather than commas for fractional numbers.

References

- All references must be cited in the text, numbered in order of appearance.
- The reference list should appear at the end of the manuscript in numeric sequence.
- Do not include unpublished data or personal communications in the reference list. Cite such references parenthetically in the text and include a date.
- Avoid using abstracts as references.
- Provide complete information for each reference, including names of all authors (up to six). If the reference is part of a book, also include the chapter title and names of the book's editor(s).

Journal reference style:

1. Roehling S, Gahlert M, Janner S, Meng B, Woeffler H, Cochran DL. Ligature-induced peri-implant bone loss around loaded zirconia implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019; 34:357-365.

Book reference style:

1. Wang HL, Decker A, Testori T. Maxillary transcrestal sinus floor elevation. In: Nevins M, Wang HL (eds). *Implant Therapy: Clinical Approaches and Evidence of Success*, ed 2. Chicago: Quintessence, 2019:263-278.

Figures and Tables

- All figures and tables should be numbered and cited in the text.
- Figures and tables can be grouped at the end of the manuscript or uploaded individually.
- Clinical images should be at least 300 dpi at 3.5 in wide.
- Images grouped together (eg, 1a-1c) must be saved as individual files (eg, 1a, 1b, 1c).
- Line art (eg, graphs, charts, line drawings) should be provided as editable vector art (eg, Illustrator or EPS files).
- Images containing type should either be saved as a layered file or provided along with a second file with type removed.

If after article acceptance the publisher determines that images are of substandard quality for print, authors will be notified that the article will be published in the online edition only unless better images can be provided.

Mandatory Submission Form

The Mandatory Submission Form (accessible at www.quintpub.com/journals/jomi/submission.pdf) must be signed by all authors and uploaded as a separate document with the article submission, or it can be emailed to jomi.submit@quintbook.com

Permissions and Waivers

- Permission of author and publisher must be obtained for the direct use of material (text, photos, drawings) under copyright that does not belong to the author.
- Waivers must be obtained for photographs showing persons. When such waivers are not supplied, faces will be cropped to prevent identification.
- Permissions and waivers should be uploaded along with the Mandatory Submission Form or emailed to jomi.submit@quintbook.com.

Changes to Authorship

After a manuscript has been accepted, any request for changes to authorship (addition, deletion, or order) must be made by the corresponding author to the managing editor. The reason for the change should be described, with written confirmation of the change by all authors, including any author being added or deleted.

Review/Editing of Manuscripts

Manuscripts will be reviewed by the editor-in-chief and will be subjected to blind review by the appropriate associate editor and reviewers with expertise in the field that the article encompasses. The publisher reserves the right to edit accepted manuscripts to fit the space available and to ensure conciseness, clarity, and stylistic consistency, subject to the author's final approval.

Online-Only Articles

The journal reserves the right to publish any accepted article in the online version only. Most technical and case reports will appear only in online format, but they are included in the issue's Table of Contents, with the abstracts presented on a full page in the print issue.

Article Sharing

- Authors can share their original submitted (preprint) manuscript at any time.
- Authors can share their reviewed and accepted (postprint) manuscript via noncommercial platforms, such as their institutional repository, after a 12-month embargo period.
- Authors can share the final PDF of their article with a maximum of 50 addresses/recipients. They are granted a nonexclusive, nontransferable limited license, without right of sublicense, to post this PDF only on their own personal website, provided that the website has not been created or maintained by or affiliated with any online provider of dental education information or materials.

February 2020