



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

EDEMAR FRONCHETTI JUNIOR

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DESCONTAMINAÇÃO DO JATO
DE BICARBONATO DE SÓDIO E ALTERAÇÕES NO TRATAMENTO
DE SUPERFÍCIE EM IMPLANTES DENTÁRIOS – ANÁLISE
MICROBIOLÓGICA E EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE
VARREDURA**

MARINGÁ

2020



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

EDEMAR FRONCHETTI JUNIOR

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DESCONTAMINAÇÃO DO JATO
DE BICARBONATO DE SÓDIO E ALTERAÇÕES NO TRATAMENTO
DE SUPERFÍCIE EM IMPLANTES DENTÁRIOS – ANÁLISE
MICROBIOLÓGICA E EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE
VARREDURA**

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

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

**MARINGÁ
2020**

FOLHA DE APROVAÇÃO

EDEMAR FRONCHETTI JUNIOR

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DESCONTAMINAÇÃO DO JATO DE BICARBONATO DE SÓDIO E ALTERAÇÕES NO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE EM IMPLANTES DENTÁRIOS – ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Dissertação em formato de 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, 12 de Junho de 2020.

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Samira Salmeron
UNINGÁ



Prof^a. Dr^a. Carla Andreotti Damante
FOB/USP



Prof. Dr. Vilmar Divanir Gottardo
UNINGÁ

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho...

Aos meus pais, **Edemar e Carolise Fronchetti** , meu eterno amor e gratidão, pois com muita dedicação e incentivo não mediram esforços para abrir as portas do meu futuro, e sempre me ensinando os valores éticos e educacionais do mundo.

A minha esposa **Vanessa**, pelo amor e suporte em todos os momentos que precisei.

A minha Avó **Nucha**, pela ternura e confiança durante toda minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a. **Samira Salmeron**, minha orientadora, pelos ensinamentos, paciência, confiança, dedicação e convivência. Pessoa cuja paixão pela ciência e pesquisa é inspiradora, sendo exemplo para meu futuro profissional.

À Prof^a. Dr^a. **Mariana Lopes Ortiz**, pela ajuda e disposição durante desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. **Vilmar Divanir Gottardo**, pelos ensinamentos e principalmente por compartilhar sua experiência.

Ao Prof. Dr. **Heldo Cesar Figueira Junior**, pela parceria e orientações durante o curso.

Ao Prof. Dr. **José Ricardo Mariano**, pela paciência, incentivo, ensinamentos, amizade, compreensão, dedicação e respeito, importantes na obtenção desta conquista.

Ao colega **Vinicius Petronilho**, grande parceiro nas horas boas e difíceis durante esta trajetória.

Ao colega **Hamilton de Oliveira Junior**, nosso guia local, me sinto honrado pela nova amizade conquistada.

RESUMO

RESUMO

INTRODUÇÃO: O crescente uso de implantes dentários nas reabilitações orais tem contribuído para o aumento nos casos de peri-implantite, condição clínica de complexa resolução que ainda persiste sem um protocolo ideal de tratamento.

PROPOSIÇÃO: Verificar o potencial descontaminante do jato de bicarbonato de sódio *in vitro* e presença de eventuais alterações causadas à superfície do implante.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram empregados 16 implantes de titânio (BioHE - Bioconnect). Os implantes foram divididos nos grupos (n=4): controle negativo (E) - implantes estéreis; controle positivo (C) - implantes contaminados com biofilme; teste (J30) - implantes descontaminados com jato de bicarbonato de sódio por 30 segundos e lavados com soro fisiológico; teste (J60) implantes descontaminados com jato de bicarbonato de sódio por 60 segundos e lavados com soro fisiológico. Os implantes dos grupos C, J30 e J60 foram contaminados *in vitro* com biofilme oral. Cada grupo recebeu o respectivo tratamento para descontaminação, exceto os implantes do grupo E que não foram contaminados e os implantes do grupo C que não receberam qualquer tratamento descontaminante. Os implantes foram, primeiramente, analisados por meio da contagem de unidades formadoras de colônias (UFCs); depois, foram preparados e realizada aquisição das imagens em microscopia eletrônica de varredura (MEV) para análise descritiva quanto às alterações na superfície. **RESULTADOS:** Observou-se redução significativa ($p=0,000$) no número de UFCs nos grupos J30 ($3,63 \times 10^6 \pm 0,32$) e J60 ($2,74 \times 10^6 \pm 0,21$) quando comparados ao grupo C ($5,05 \times 10^6 \pm 0,43$). Ambos os grupos teste foram diferentes estatisticamente do grupo E, que não apresentou crescimento bacteriano ($p=0,000$). Quando comparados os grupos J30 e J60 entre si, também houve diferença significativa entre eles ($p=0,000$), apresentando o grupo J60 maior potencial descontaminante. A análise qualitativa descritiva não apresentou alterações visíveis na superfície dos implantes. **CONCLUSÕES:** Dentro dos parâmetros avaliados, o uso do jato de bicarbonato de sódio se mostrou efetivo na descontaminação dos implantes de titânio *in vitro*, não causando danos à superfície.

Palavras-chave: Peri-implantite. Implantes dentários. Descontaminação. Bicarbonato de Sódio. Microscopia Eletrônica de Varredura.

ABSTRACT

ABSTRACT

Evaluation of decontamination potential of air spray of sodium bicarbonate and changes on surface treatment of dental implants – Microbiological and scanning electron microscopy analysis

BACKGROUND: Increasing in use of dental implants for oral rehabilitation has contributed to rise in cases of peri-implantitis, a clinical condition of complex resolution that still persists without an ideal treatment protocol. **PROPOSITION:** Verify potential for decontamination of air spray of sodium bicarbonate *in vitro*, and presence of changes caused to implant surface. **MATERIAL AND METHODS:** 16 titanium implants (BioHE - Bioconect) were used. Implants were divided into groups (n = 4): negative control (E) - sterile implants; positive control (C) - implants contaminated with biofilm; test (J30) - decontaminated implants with air spray of sodium bicarbonate for 30 seconds and washed with saline solution; test (J60) - decontaminated implants with air spray of sodium bicarbonate for 30 seconds and washed with saline solution. Implants of groups C, J30, and J60 were contaminated *in vitro* with oral biofilm. Each group received the respective treatment for decontamination, except implants from group E that were not contaminated, and implants from group C that did not receive any kind of decontamination treatment. Implants were firstly analyzed by counting of colony forming units (CFUs); then, implants were prepared, and images acquisition were performed using scanning electron microscopy (SEM) to descriptive analysis for changes on surface. **RESULTS:** There was significative reduction ($p=0.000$) in number of CFUs in groups J30 ($3.63 \times 10^6 \pm 0.32$) and J60 ($2.74 \times 10^6 \pm 0.21$) when compared to group C ($5.05 \times 10^6 \pm 0.43$). Both test groups were statistically different from group E, which did not show bacterial growth ($p=0.000$). When groups J30 and J60 were compared each other, there was also a significant difference between it ($p=0.000$), presenting J60 the greatest decontaminating potential. The qualitative descriptive analysis showed no visible changes on implant surface. **CONCLUSIONS:** Within the evaluated parameters, use of air spray of sodium bicarbonate showed to be effective in decontamination of titanium implants *in vitro*, causing no damage to surface.

Keywords: Peri-implantitis. Dental implants. Decontamination. Sodium Bicarbonate. Scanning Electron Microscopy.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. A) Superfície do implante sendo escovada com soro fisiológico estéril dentro da capela de fluxo laminar. B) Jateamento da superfície do implante com bicarbonato de sódio..... 24
- Figura 2. Esquema representativo dos campos de aquisição das imagens no MEV..... 26
- Figura 3. Fotomicrografias das superfícies das amostras do grupo estéril (E). A) Aspecto visual da superfície de titânio tratada com duplo ataque ácido onde é possível observar a região da rosca do implante (setas verdes) (porção média; aumento x500). B e C) Características visuais da superfície tratada do implante (porções média e apical; aumento x2,500 e x5000; respectivamente). (MEV)..... 30
- Figura 4. Fotomicrografias das superfícies das amostras do grupo contaminado (C). A) Aspecto visual da superfície de titânio tratada com duplo ataque ácido onde é possível observar a região da rosca do implante (setas verdes) (porção apical; aumento x500). B e C) Presença de bactérias sobre a superfície de titânio (setas amarelas) (porção cervical; aumentos x2,500 e x5000, respectivamente). (MEV)..... 31
-
-

Figura 5. Fotomicrografias das superfícies das amostras do grupo tratado com jato de bicarbonato de sódio por 30 segundos (J30). A) Aspecto visual da superfície de titânio tratada com duplo ataque ácido onde é possível observar a região da rosca do implante (setas verdes) (porção apical; aumento x500). B, C e D) Presença de bactérias sobre a superfície de titânio (setas amarelas) (porções apical, média e apical; aumento x2,500 e x5000, respectivamente). (MEV)..... 32

Figura 6. Fotomicrografias das superfícies das amostras do grupo tratado com jato de bicarbonato de sódio por 60 segundos (J60). A) Aspecto visual da superfície de titânio tratada com duplo ataque ácido onde é possível observar a região da rosca do implante (setas verdes) (porção apical; aumento x500). B e C) Presença de bactérias sobre a superfície de titânio (setas amarelas) (porção média e cervical; aumentos x2,500 e x5000, respectivamente). D) Região da superfície onde não é visualizada a presença de bactérias (porção cervical; aumento de x5000). (MEV)..... 33

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Médias e desvios padrão das unidades formadoras de colônias (UFCs) dos grupos experimentais (comparação intergrupos)..... 28
- Tabela 2. Médias e desvios padrão das unidades formadoras de colônias (UFCs) dos grupos teste comparados separadamente..... 29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribuição das médias e desvios padrão de UFCs nos grupos experimentais.....	28
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	PROPOSIÇÃO	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS	23
3.2	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	23
3.2.1	Contaminação das superfícies dos implantes.....	23
3.2.2	Descontaminação das superfícies dos implantes	24
3.2.3	Semeadura e contagem das unidades formadoras de colônias (UFCs).....	25
3.2.4	Análise estatística	25
3.3	ANÁLISE EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV).....	25
3.3.1	Análise qualitativa descritiva	26
4	RESULTADOS	28
4.1	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	28
4.2	ANÁLISE QUALITATIVA DESCRITIVA	29
5	DISCUSSÃO	35
6	CONCLUSÕES	39
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os implantes dentários são amplamente utilizados como modalidade de terapia reabilitadora para pacientes desdentados parciais ou totais (SALVI et al., 2012; MATSUBARA et al., 2020; QUIRYNEN et al., 2014), apresentando-se como uma alternativa segura e com altas taxas de sucesso (EBADIAN et al., 2012). A acessibilidade aos tratamentos com implantes associada ao crescimento da expectativa de vida populacional acarreta também, como consequência, em um aumento nas complicações relacionadas a essa modalidade de tratamento (SINJAB; GARAICOA-PAZMINO; WANG, 2018). Condições sistêmicas do paciente, técnica cirúrgica deficiente, planejamento protético e carga oclusal desfavoráveis, atividades parafuncionais e infecções durante e após a instalação são problemas presentes nas reabilitações com implantes (OLIVEIRA et al., 2015). Dentre as situações que podem comprometer o sucesso e a sobrevida desses implantes, têm-se as infecções peri-implantares definidas como mucosite peri-implantar e peri-implantite (CATON et al., 2018).

A peri-implantite é um quadro encontrado em 14-30% dos sítios de implantes instalados, demonstrando a alta ocorrência desta condição (DERKS; TOMASI, 2015). Diferente da mucosite peri-implantar, que apresenta-se como um quadro reversível, uma vez removido o biofilme (HEITZ-MAYFIELD; SALVI, 2018), a peri-implantite trata-se de uma situação clínica complexa e irreversível, definida como uma patologia relacionada ao acúmulo de biofilme nos tecidos ao redor do implante, apresentando sinais de inflamação na mucosa adjacente com consequente diminuição no osso de suporte (SCHWARZ et al., 2018). O biofilme é considerado o fator etiológico principal das doenças peri-implantares (CATON et al., 2018; BERGLUNDH et al., 2018), assim como ocorre nas doenças periodontais (LANG et al., 1993). Rakic, Grusovin e Canullo (2016) afirmaram que a microbiota peri-implantar se apresenta como variável e complexa, basicamente constituída por microrganismos gram negativos anaeróbios, citando como principais tipos bacterianos presentes *Porphyromonas gingivalis*, *Tannerella forsythia*, *Treponema denticola*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* e *Prevotella intermedia*.

Heitz-Mayfield e Lang (2010) afirmam que a anatomia dos tecidos periodontais e peri-implantares possuem algumas similaridades histológicas e clínicas, porém, com diferenças significativas, sendo a principal delas a presença de fibras colágenas circulares em contraste com a ausência de fibras de Sharpey inseridas perpendicularmente na superfície do implante, o que caracteriza um ambiente mais propício à penetração bacteriana quando comparado ao tecido periodontal (BELIBASAKIS, 2014). Além das diferenças na anatomia peri-implantar, alguns fatores podem estar relacionados com o surgimento da peri-implantite, tais como doença periodontal prévia, higiene oral insatisfatória, tabagismo, etilismo, genética e tipo de tratamento de superfície do implante (QUINTERO et al., 2017). Artigos recentes relatam que pacientes com histórico de periodontite severa, pobre controle de biofilme e que não aderem à terapia de manutenção regularmente possuem alto risco de serem acometidos pela peri-implantite (BERGLUNDH et al., 2018; SCHWARZ et al., 2018).

Sendo assim, tendo em vista que o desenvolvimento da peri-implantite se baseia na necessidade da presença de biofilme nos tecidos peri-implantares, a remoção do mesmo se torna vital para o correto tratamento da doença (TASTEPE et al., 2012; HEITZ-MAYFIELD; LANG, 2010). Rosen et al. (2018) sugerem que o sucesso nos quadros de peri-implantite esteja relacionado com a remoção do biofilme associado à descontaminação da superfície do implante, eliminando as bactérias presentes inclusive suas endotoxinas e demais metabólitos microbianos interrompendo, assim, a progressão da doença, permitindo o estabelecimento do coágulo sanguíneo e consequente aderência de osteoblastos no local, projetando o cenário ideal para nova formação óssea.

Nesse contexto, várias maneiras de proceder a descontaminação da superfície do implante são enumeradas na literatura, bem como associações entre os métodos apresentados (SAHRMANN et al., 2010). Schwarz, Schmucker e Becker (2015), em sua revisão sistemática, afirmaram que o debridamento mecânico em conjunto com orientações de higiene oral são efetivos no controle da mucosite peri-implantar, porém, a associação de técnicas de descontaminação se mostra mais efetiva em locais com peri-implantite instalada. Al Habashneh, Asa'ad e Khader (2015), Albaker et al. (2018) e Salmeron et al. (2013) relataram o uso da terapia fotodinâmica antimicrobiana e da laserterapia como meio de descontaminação da superfície; Lupi

et al. (2017) utilizaram jato de pó abrasivo; Stein, Hammacher e Michael (2017) associaram à descontaminação ultra-sônica, curetagem manual e jato de pó abrasivo com uso de iodopovidona 10%; enfim, diversos métodos químicos e mecânicos têm sido propostos, entretanto, sem definição de um protocolo considerado ideal para o tratamento da peri-implantite até momento (KOTSOVILIS et al., 2008; SALMERON et al., 2013).

Com relação ao debridamento mecânico, existem várias técnicas como o uso de curetas, ultrassom, escovas de titânio e jatos de pós abrasivos (QUINTERO et al., 2017). O equipamento munido de jateamento de partículas abrasivas sob pressão é descrito na literatura como uma das possibilidades a ser empregada na descontaminação mecânica de implantes acometidos pela peri-implantite (MOMBELLI; MOËNE; DÉCAILLET, 2012; TASTEPE et al., 2012). A água e pós abrasivos combinados com ar pressurizado proferidos pelo equipamento de alta pressão resultam na produção de abrasão mecânica que, quando direcionada à superfície do implante, removem o biofilme aderido (BENNANI et al., 2015). Segundo Petersilka (2011), quanto maiores forem os índices de pressão da água e do ar disponibilizados pelo aparelho, mais eficaz será a descontaminação da superfície abordada. Entretanto, a pressão do jato associado ao deslocamento de ar para o interior dos tecidos resulta em risco aumentado de enfisema subcutâneo (BASSETTI et al., 2014; ALONSO et al., 2017; LEE et al., 2018).

O bicarbonato de sódio e a glicina são os dois tipos de pós mais frequentemente utilizados nos equipamentos de alta pressão (LOUROPOULOU; SLOT; VAN DER WEIJDEN, 2014; JOHN; BECKER; SCHWARZ, 2016), embora não haja um consenso sobre o jato de pó abrasivo mais eficaz (MATSUBARA et al., 2020). Valderrama e Wilson (2013) descreveram a solubilidade em água, ausência de toxicidade do bicarbonato de sódio e potencial abrasivo como ideais para remoção de biofilme bacteriano na cavidade oral. O pó de glicina também apresentou efeito positivo no tratamento das doenças peri-implantares, mostrando seu potencial descontaminante (RIBEN-GRUNDSTROM; NORDERYD; RENVERT, 2015) sem evidenciar efeitos negativos como infecção residual ou toxicidade frente aos tecidos bucais (SCHWARZ; BECKER; RENVERT, 2015), entretanto, devido ao pequeno tamanho das partículas, pode acarretar em menor capacidade de remoção do biofilme (MATSUBARA et al., 2020).

A literatura apresenta, também, a possibilidade de efeitos indesejáveis na superfície do titânio quando da utilização desses equipamentos (MATSUBARA et al., 2020), porém sem confirmação acerca do assunto até o momento. Em estudo *in vitro*, foi observado que discos de titânio previamente contaminados com *Escherichia coli* não apresentaram alterações morfológicas em sua superfície, sob ótica da microscopia eletrônica de varredura (MEV), após a ação do jato de pó abrasivo, o qual mostrou potencial descontaminante depois da análise microbiológica (CHEN; DING; CHEN; 2016). Outro estudo apontou que o tempo de exposição, bem como a pressão imprimida pelo aparelho pode resultar sim em danos a superfície metálica (WEI et al., 2017). Neste mesmo estudo *in vitro*, Wei et al. (2017) demonstraram que, quando utilizada uma pressão constante de 25 psi, os pós de bicarbonato de cálcio e carbonato de sódio apresentam potencial descontaminante superior a glicina durante um tempo de exposição de dois minutos. Segundo Moharrami et al. (2019), o uso de pós abrasivos com partículas pequenas é menos prejudicial às superfícies dos implantes e relatos na literatura apontam que a glicina apresenta menos efeitos na superfície do implante que o bicarbonato de sódio (MATSUBARA et al., 2020; SCHWARZ et al., 2009).

Sendo assim, diante dos questionamentos levantados acerca do uso do jato de pós abrasivos sobre as superfícies de titânio e seu real potencial de descontaminação, o presente estudo foi proposto com o intuito de verificar o potencial descontaminante do jato de bicarbonato de sódio *in vitro* e a presença de eventuais alterações causadas à superfície do implante.

2 PROPOSIÇÃO

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade do jato de bicarbonato de sódio na descontaminação das superfícies dos implantes de titânio *in vitro*, bem como seu potencial em causar danos ou alterações à essas superfícies por meio de análise microbiológica e em microscopia eletrônica de varredura (MEV).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3 MATERIAL E MÉTODOS

Após cálculo amostral (BUENO, 2019), foram definidos e empregados nos experimentos 16 implantes de titânio comercialmente puro, grau IV, de superfície tratada com duplo ataque ácido, cilíndricos, do tipo hexágono externo, medindo 5 mm x 18 mm de comprimento (BioHE – Bioconnect – Itapira/SP/Brasil), esterilizados de fábrica.

3.1 DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS

Todos os implantes dentários foram distribuídos, de forma aleatória, nos seguintes grupos (n = 4):

- GRUPO CONTROLE NEGATIVO (E): implantes estéreis.
- GRUPO CONTROLE POSITIVO (C): implantes contaminados com biofilme microbiano.
- GRUPO JATO DE BICARBONATO DE SÓDIO (J30): implantes contaminados com biofilme microbiano, escovados com soro fisiológico estéril e tratados com jato de bicarbonato de sódio por 30 segundos.
- GRUPO JATO DE BICARBONATO DE SÓDIO (J60): implantes contaminados com biofilme microbiano, escovados com soro fisiológico estéril e tratados com jato de bicarbonato de sódio por 60 segundos.

3.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

3.2.1 Contaminação das superfícies dos implantes

Para contaminação dos implantes dentários foi utilizada amostra de biofilme oral congelada obtida anteriormente e armazenada no Laboratório de Microbiologia Clínica do Centro Universitário Ingá – UNINGÁ (Comitê de Ética em Pesquisa do

Centro Universitário Ingá – UNINGÁ / CAAE 96891018.7.0000.5220 – aprovação 3.072.210). Essa amostra de biofilme subgingival foi coletada de um voluntário com diagnóstico de periodontite crônica localizada severa (ARMITAGE, 1999). Após descongelado e reativado o biofilme, os implantes foram contaminados *in vitro*, imersos em meio *Brain Heart Infusion* (BHI) caldo estéril (Kasvi – São José dos Pinhais/PR/Brasil), contendo o biofilme microbiano, e distribuídos nos grupos C, J30 e J60 para posterior descontaminação, exceto os implantes do grupo C que não receberam qualquer tipo de tratamento descontaminante. Os implantes do grupo E permaneceram estéreis.

3.2.2 Descontaminação das superfícies dos implantes

Os implantes do grupo J30 e J60 foram escovados utilizando escova de dentes de cerdas macias (Dentalclean – Londrina/PR/Brasil) e 20 mL de soro fisiológico estéril (Eurofarma – São Paulo/SP/Brasil). Foram dados 20 golpes de escova, abrangendo todas as faces de cada implante (Figura 1A), com o objetivo de remoção do excesso de biofilme. Posteriormente, todas as faces dos implantes foram tratados com jato de bicarbonato de sódio com movimentos de cervical para apical rotacionando o mesmo em seu eixo durante 30 segundos (J30) e 60 segundos (J60) com pressão do ar de 60 psi e pressão da água de 14 psi (Jetlaxis Sonic – Schuster – Santa Maria/RS/Brasil) e granulometria do pó de 125 µm (Airon – Maquira – Maringá/PR/Brasil) (Figura 1B). Em seguida, foram enxaguados com 10 mL de soro fisiológico estéril (Eurofarma – São Paulo/SP/Brasil) (RENVERT; POLYZOIS, 2018).

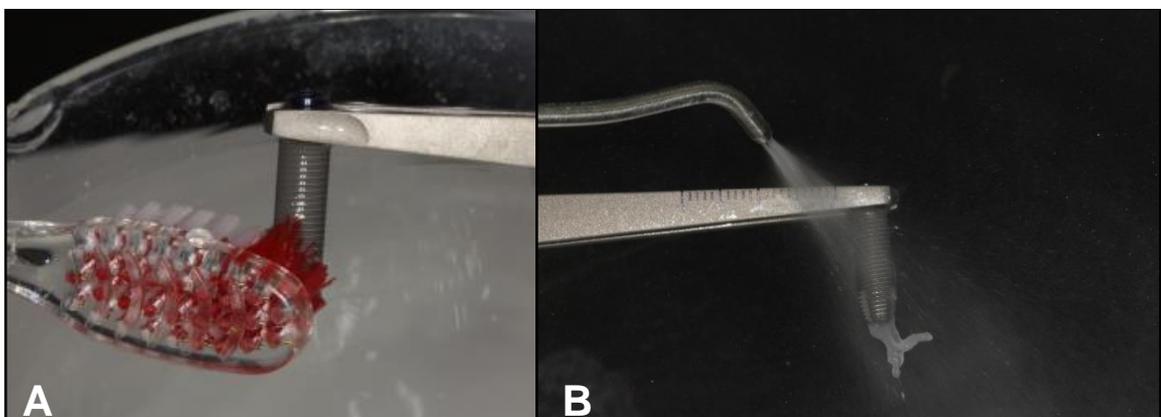


Figura 1 – A) Superfície do implante sendo escovada com soro fisiológico estéril dentro da capela de fluxo laminar. B) Jateamento da superfície do implante com bicarbonato de sódio

3.2.3 Semeadura e contagem das unidades formadoras de colônias (UFCs)

Finalizados os tratamentos de descontaminação, todos os implantes foram inseridos em 10 mL de caldo BHI estéril. Após 24 horas em estufa a 37°C foram realizadas as diluições e a semeadura em placas acrílicas contendo meio de cultura, em duplicata. As placas foram, então, armazenadas em jarra de CO₂, para simulação da anaerobiose, garantindo uma condição de microaerofilia, e aguardadas 48 horas em estufa a 37°C para permitir o crescimento das colônias. As placas semeadas foram utilizadas para contagem das unidades formadoras de colônia (UFCs), a olho nu (ZAPATA et al., 2012), por um examinador calibrado.

3.2.4 Análise estatística

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparação das unidades formadoras de colônias entre os 4 grupos experimentais foi utilizado o teste ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey. Para a comparação das unidades formadoras de colônias entre os 2 grupos que receberam tratamento foi utilizado o teste t independente. Os testes foram realizados com auxílio do *software Statistica* (Statistica for Windows versão 10.0, Statsoft – Tulsa/Oklahoma/EUA). Os dados foram considerados significantes para $p < 0,05$.

3.3 ANÁLISE EM MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

Os implantes, finalizada a análise microbiológica, foram armazenados em formaldeído 10% (Quimidrol Joinville/SC/Brasil) por 15 dias. Após esse período, foram preparados para a microscopia eletrônica de varredura (MEV). Iniciou-se a sequência de desidratação por amônia nas concentrações de 50%, 70%, 90% e 100%, uma hora em cada concentração (RAMOS, 2013). Os implantes foram transferidos para *stubs* identificados e permaneceram armazenados em caixa plástica, com sílica, por 48 horas para secagem antes da metalização, realizada com ouro 24k, no metalizador (Denton Vaccun Desk IV – Moorestown/NJ/EUA) no Instituto de Ciência e Tecnologia - ITC CEOSP Nanotec Chapecó/SC/Brasil).

Em seguida, os implantes dos grupos controle e teste foram analisados em microscópio eletrônico de varredura modelo JSM-5910 (JEOL – USA Inc. Pedbody/MA/EUA) do Instituto de Ciência e Tecnologia - ITC CEOSP Nanotec Chapecó/SC/Brasil. O microscópio foi regulado em 15 kV com aumentos de x500, x2500 e x5000. Cada implante recebeu três campos de leitura, distribuídos em suas porções coronal, média e apical (Figura 2).

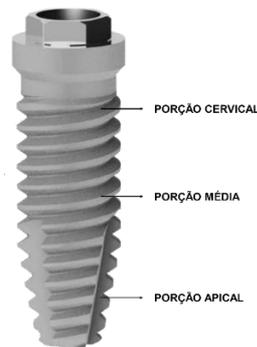


Figura 2 – Esquema representativo dos campos de aquisição das imagens no MEV

3.3.1 Análise qualitativa descritiva

A análise qualitativa descritiva foi feita por um único pesquisador calibrado e cego ao experimento a partir das imagens obtidas dos três campos. Os parâmetros avaliados foram danos à superfície do implante como presença de fraturas e rachaduras e alterações no padrão das superfícies comparado ao grupo controle.

4 RESULTADOS

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Houve diferença estatisticamente significativa no número de unidades formadoras de colônias (UFCs) entre os quatro grupos avaliados, com redução na contagem de UFCs nos grupos tratados com jato de bicarbonato de sódio durante 30 ($3,63 \times 10^6 \pm 0,32$) e 60 segundos ($2,74 \times 10^6 \pm 0,21$) em relação ao grupo controle contaminado ($5,05 \times 10^6 \pm 0,43$) ($p = 0,000$). Mesmo obtendo resultados melhores quando comparados ao grupo C, os grupos J30 e J60 não foram capazes de eliminar por completo o biofilme microbiano das superfícies dos implantes (Gráfico 1 e Tabela 1).

Tabela 1. Médias e desvios padrão das unidades formadoras de colônias (UFCs) dos grupos experimentais (comparação intergrupos)

Grupos	E	J30	J60	C	p
UFCs	$0,00 \times 10^6$ (0,00) ^a	$3,63 \times 10^6$ (0,32) ^b	$2,74 \times 10^6$ (0,21) ^c	$5,05 \times 10^6$ (0,43) ^d	0,000*

*Estatisticamente significativo para $p < 0,05$

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os grupos

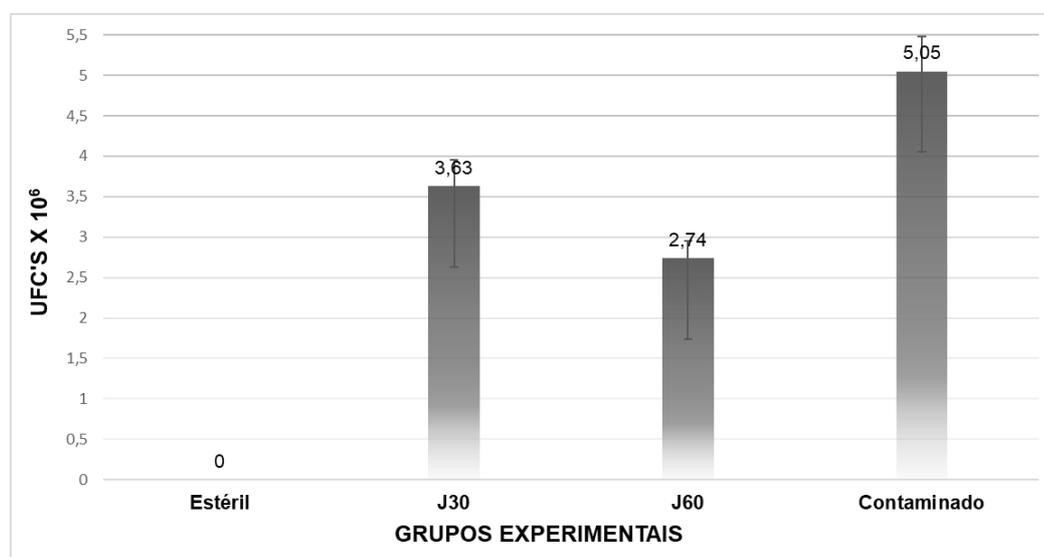


Gráfico 1 - Distribuição das médias e desvios padrão de UFCs nos grupos experimentais

Os dois grupos teste, quando comparados separadamente, também foram diferentes estatisticamente entre si sendo o grupo J60 o que apresentou maior ação descontaminante ($2,74 \times 10^6 \pm 0,21$) ($p = 0,000$) (Tabela 2).

Tabela 2. Médias e desvios padrão das unidades formadoras de colônias (UFCs) dos grupos teste comparados separadamente

Grupos experimentais	J30	J60	p
UFCs	$3,63 \times 10^6$ (0,32)	$2,74 \times 10^6$ (0,21)	0,000*

*Estatisticamente significativo para $p < 0,05$

4.2 ANÁLISE QUALITATIVA DESCRITIVA

Os implantes dos quatro grupos experimentais foram submetidos à análise qualitativa descritiva por meio de microscopia eletrônica de varredura com o objetivo de verificar eventuais alterações ou danos à superfície de titânio dos implantes. De modo geral, na observação e comparação das imagens obtidas, não houve alterações importantes nas superfícies dos implantes nos aumentos utilizados. As imagens obtidas são apresentadas a seguir (Figuras 3,4, 5 e 6).

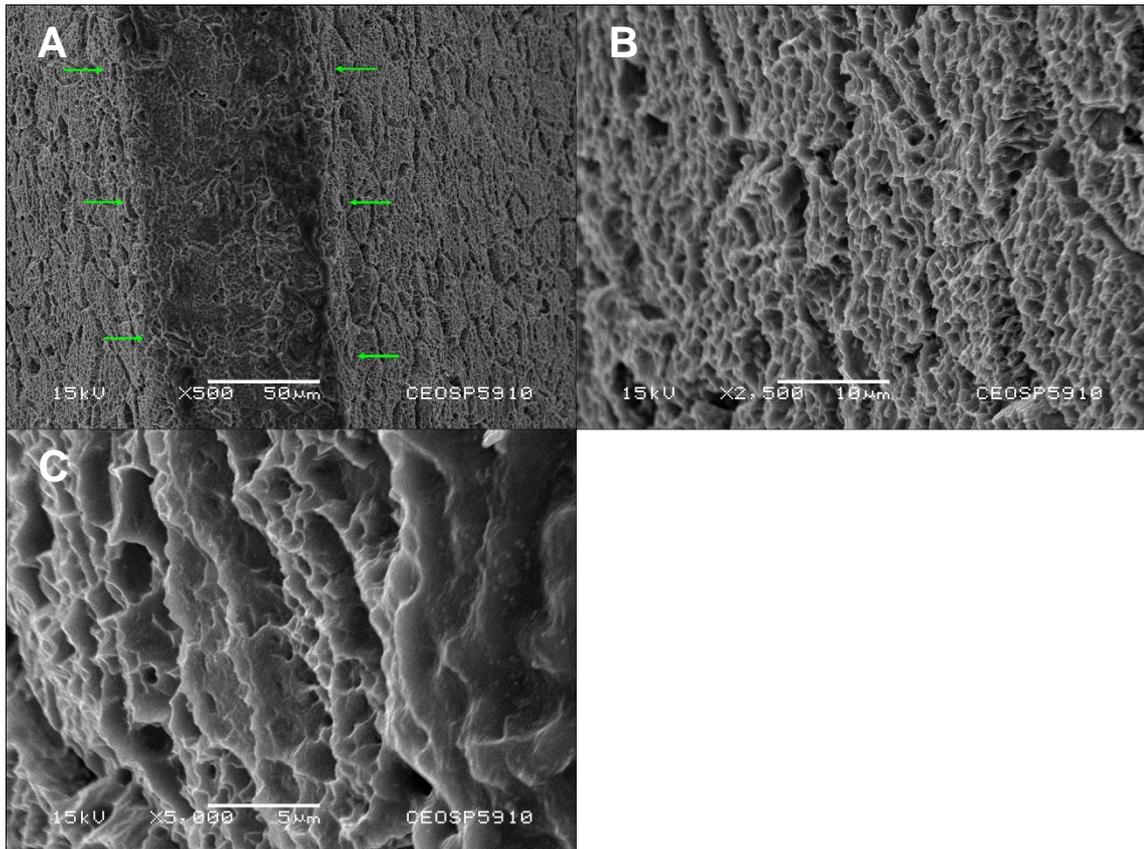


Figura 3 - Fotomicrografias das superfícies das amostras do grupo estéril (E). A) Aspecto visual da superfície de titânio tratada com duplo ataque ácido onde é possível observar a região da rosca do implante (setas verdes) (porção média; aumento x500). B e C) Características visuais da superfície tratada do implante (porções média e apical; aumento x2,500 e x5000; respectivamente). (MEV)

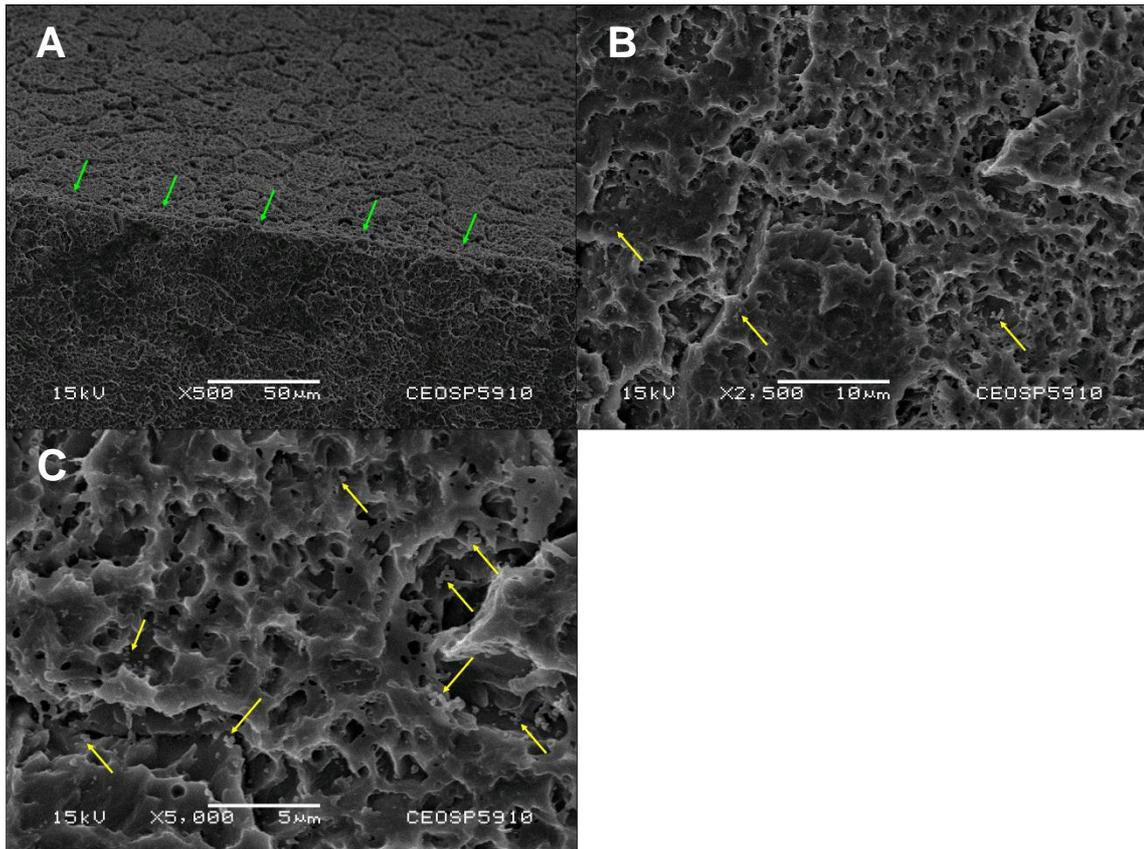


Figura 4 - Fotomicrografias das superfícies das amostras do grupo contaminado (C). A) Aspecto visual da superfície de titânio tratada com duplo ataque ácido onde é possível observar a região da rosca do implante (setas verdes) (porção apical; aumento x500). B e C) Presença de bactérias sobre a superfície de titânio (setas amarelas) (porção cervical; aumentos x2,500 e x5000, respectivamente). (MEV)

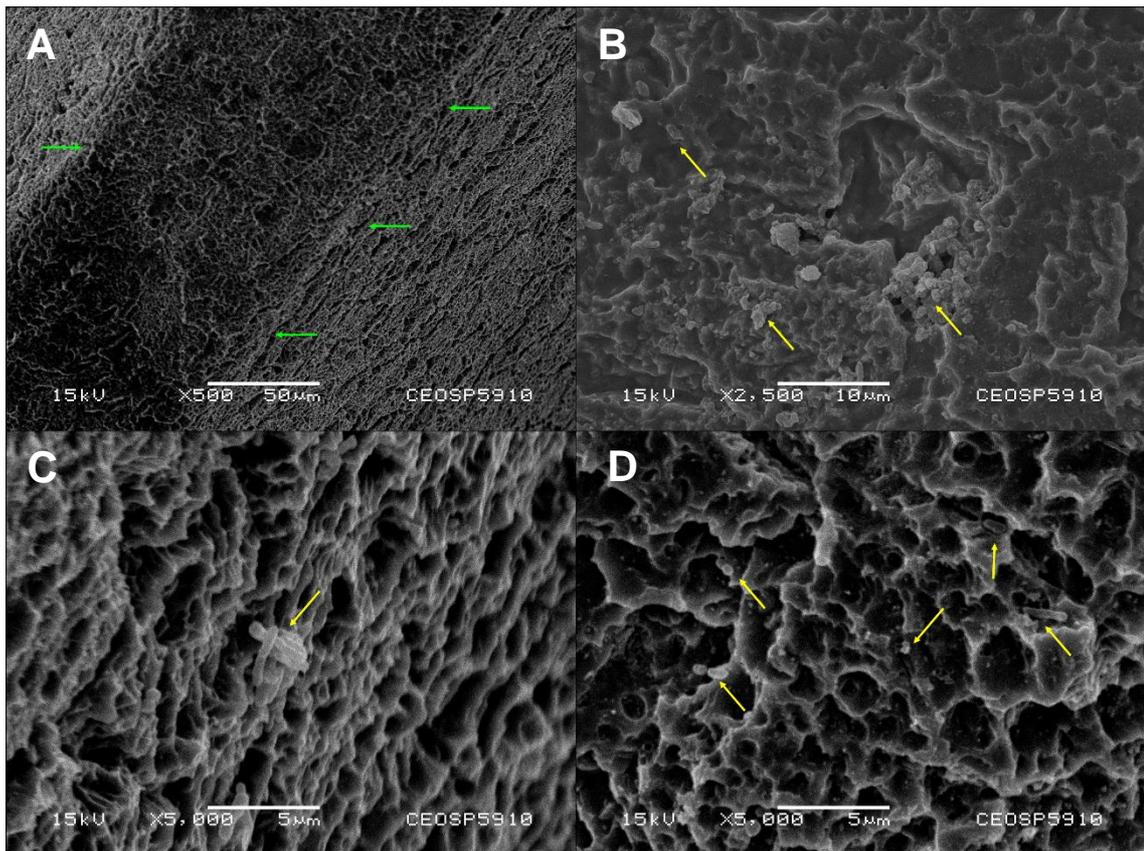


Figura 5 - Fotomicrografias das superfícies das amostras do grupo tratado com jato de bicarbonato de sódio por 30 segundos (J30). A) Aspecto visual da superfície de titânio tratada com duplo ataque ácido onde é possível observar a região da rosca do implante (setas verdes) (porção apical; aumento x500). B, C e D) Presença de bactérias sobre a superfície de titânio (setas amarelas) (porções apical, média e apical; aumento x2,500 e x5000, respectivamente). (MEV)

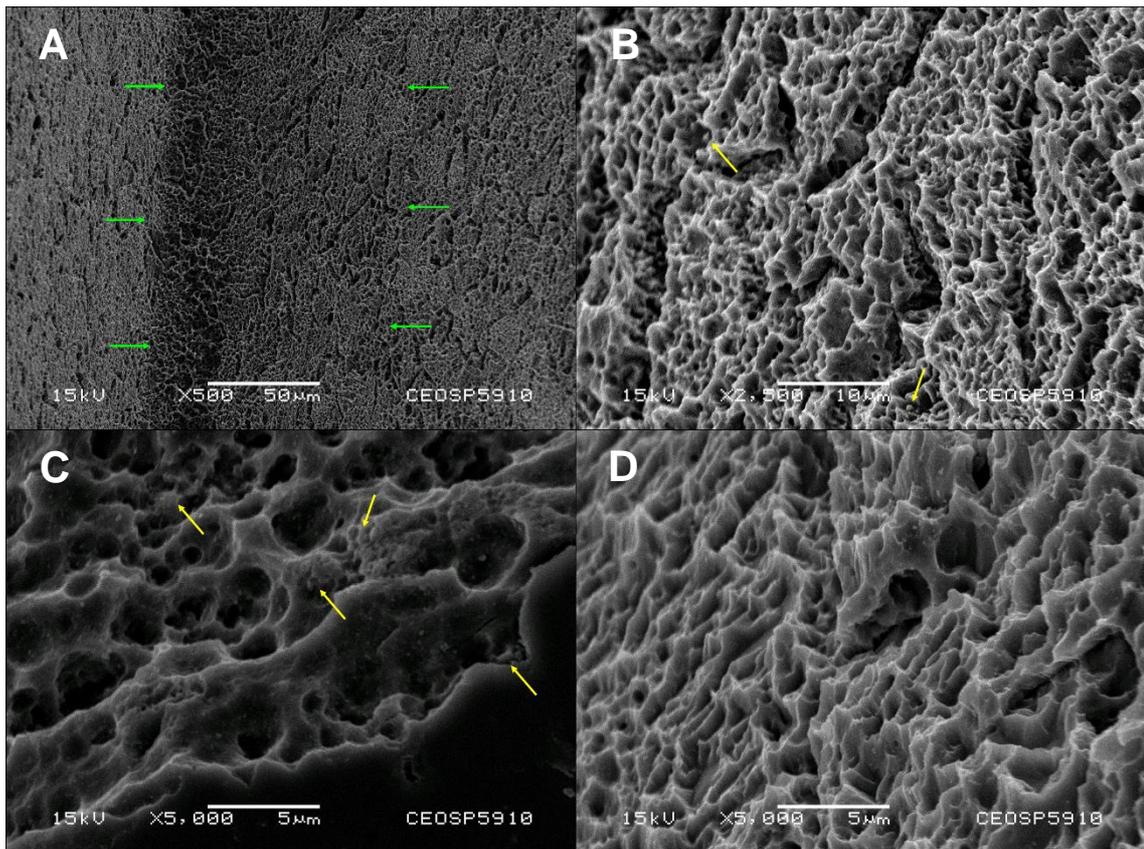


Figura 6 - Fotomicrografias das superfícies das amostras do grupo tratado com jato de bicarbonato de sódio por 60 segundos (J60). A) Aspecto visual da superfície de titânio tratada com duplo ataque ácido onde é possível observar a região da rosca do implante (setas verdes) (porção apical; aumento x500). B e C) Presença de bactérias sobre a superfície de titânio (setas amarelas) (porção média e cervical; aumentos x2,500 e x5000, respectivamente). D) Região da superfície onde não é visualizada a presença de bactérias (porção cervical; aumento de x5000). (MEV)

5 DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

Definida como uma condição patológica associada ao biofilme, que ocorre nos tecidos ao redor dos implantes dentários, e caracterizada por inflamação na mucosa peri-implantar e subsequente perda progressiva do osso de suporte (SCHWARZ et al., 2018; CATON et al., 2018), a peri-implantite constitui, clinicamente, uma condição de grande complexidade, cujo protocolo ideal de tratamento ainda permanece em estudo (KOTSOVILIS et al., 2008; SALMERON et al., 2013; FROUM et al., 2016). Um fator que contribui negativamente para o sucesso desse tratamento é a colonização bacteriana sobre a superfície do implante que apresenta irregularidades, configurando um quadro que pode dificultar o acesso para descontaminação do implante (STEIGER-RONAY et al., 2017).

Nesse cenário, esse processo de descontaminação é especialmente delicado, uma vez que representa o ponto chave no tratamento da peri-implantite (JIN et al., 2019; RENVERT; POLYZOIS, 2018; MATSUBARA et al., 2020; FIGUERO et al., 2014), mesmo que cause pequenas modificações na biocompatibilidade do implante (JIN et al., 2019). Estudos mostram que a descontaminação, de modo geral, afeta a superfície dos implantes quando comparada à superfície original (JIN et al., 2019). Os jatos de pós abrasivos apresentam bons resultados do ponto de vista da descontaminação quando utilizados nos casos de peri-implantite (MATSUBARA et al., 2020; BUENO, 2019), entretanto, a possibilidade de promover danos e alterações no titânio faz com que sejam estudados sob esse aspecto também.

O jato de bicarbonato de sódio é de uso bastante comum nos consultórios odontológicos pelo baixo custo, fácil acesso e domínio de sua aplicação pela maioria dos profissionais que preferem e optam por sua utilização, encorajando os testes realizados neste estudo. E os resultados apresentados neste trabalho, assim como os da literatura, são favoráveis ao uso do jato de bicarbonato de sódio como agente descontaminante da superfície de implantes. Ambos tempos de aplicação utilizados, 30 e 60 segundos, foram significativamente efetivos em diminuir o número de unidades formadoras de colônia ($3,63 \times 10^6$ e $2,74 \times 10^6$, respectivamente) quando comparados ao grupo contaminado ($5,05 \times 10^6$) ($p = 0,000$). Entretanto, não foram

capazes de eliminar por completo as bactérias, sendo diferentes estatisticamente, também, do grupo estéril ($0,00 \times 10^6$) ($p = 0,000$). Quando comparados os tempos de aplicação, verificou-se diferença estatisticamente significativa com melhores resultados na diminuição do número de UFCs no grupo J60 ($p = 0,000$), indo ao encontro dos resultados mostrados por trabalhos anteriores como o realizado por Vieira et al. (2012) que avaliaram a eficácia da descontaminação da superfície do implante usando um protocolo de bicarbonato de sódio de alta pressão, por 1 minuto também, e concluíram que foi eficaz na remoção das bactérias.

Nesse sentido, parece lógico deduzir que tempos maiores de aplicação do jato de bicarbonato de sódio possam, talvez, permitir melhores resultados do ponto de vista da redução na contaminação. Mas, até que ponto esse aumento no tempo de aplicação seria viável clinicamente, fica a discussão; inclusive, quanto aos riscos de desenvolver outros problemas como enfisema subcutânea, já relatado na literatura (TASTEPE et al., 2012).

Segundo achados apresentados por um estudo recente (MATSUBARA et al., 2020), o tamanho da partícula do pó também pode interferir na remoção do biofilme. De acordo com os resultados apresentados por esses autores, partículas maiores, como de bicarbonato de sódio ($45-60 \mu\text{m}$) apresentam melhor capacidade de limpeza da superfície. No presente estudo, as partículas de bicarbonato de sódio apresentavam em torno de $125 \mu\text{m}$, segundo fabricante, e demonstraram potencial descontaminante bom comparado ao grupo controle contaminado. Salientando que, embora esse potencial descontaminante de partículas maiores possa ser melhor, desvantagens como alcance de áreas mais inacessíveis pela rugosidade de superfície e menor potencial de solubilidade são descritas na literatura (Wei et al., 2017; MENINI et al., 2015; MATSUBARA et al., 2020).

Outro ponto a ser discutido, refere-se à segunda análise realizada neste trabalho. Seria um maior tempo de aplicação pior sobre o ponto de vista de alteração da superfície do implante, tornando a sua utilização não tão recomendada por efeitos potenciais sobre a reosseointegração? Os resultados da análise qualitativa descritiva apresentados neste estudo sugerem que, após aplicação do jato de bicarbonato de sódio, não houve alterações estruturais importantes e visíveis nos aumentos estudados, para ambos os tempos de aplicação. Danos, fraturas e alterações nas

irregularidades dos implantes não foram verificadas nas imagens do MEV, assim como demonstrado em outros estudos (SAHRMANN et al., 2013; SAURO; WATSON; THOMPSON, 2011; METO et al., 2019). Por outro lado, nossos resultados são conflitantes com os achados de Matsubara et al. (2020). Esses autores realizaram estudo, *in vitro* também, onde verificaram que partículas de bicarbonato de sódio, embora efetivas na remoção do biofilme, podem sim causar alterações na superfície do implante. Tais diferenças podem ser atribuídas ao método de avaliação empregado. No presente estudo, foi realizada apenas uma análise qualitativa descritiva, no estudo de Matsubara et al. (2020), os autores realizaram análises de parâmetros de superfície, além do MEV.

Em suma, considerando o tamanho maior da partícula utilizada neste estudo, era esperado redução significativa no número de unidades formadoras de colônia, como de fato ocorreu e, por lado, mudanças estruturais importantes na superfície do implante que não foram verificadas. Conforme discutido anteriormente, a realização de análises mais específicas e comparações entre o antes e depois da descontaminação das superfícies talvez seja o caminho para maiores esclarecimentos acerca do tema, bem como, apresentação dos reais efeitos do uso do jato de bicarbonato de sódio. É importante salientar que os resultados aqui apresentados são advindos de um estudo *in vitro* que apresenta limitações e, portanto, sugere novas investigações sobre o tema. Análises quantitativas do número de bactérias remanescentes sobre a superfície, bem como de parâmetros de superfície são justificáveis e indicados para ajudar no esclarecimento e elucidação das questões que envolvem esse tipo de protocolo de tratamento para peri-implantite. Logo, mais estudos são necessários, com análises mais específicas, para que esses efeitos sejam realmente comprovados.

6 CONCLUSÃO

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho realizado *in vitro*, dentro das condições propostas, apontam que o jato de bicarbonato de sódio pode ser uma alternativa considerável para descontaminação da superfície de implantes dentários por apresentar efeitos desejáveis do ponto de vista de sua ação descontaminante e quanto à manutenção da integridade da superfície do implante.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

AL HABASHNEH, R.; ASA'AD, F. A.; KHADER, Y. Photodynamic therapy in periodontal and peri-implant diseases. **Quintessence Int.**, v. 46, n. 8, p. 677-690, 2015.

ALBAKER, A. M. et al. Effect of photodynamic and laser therapy in the treatment of peri-implant mucositis: a systematic review. **Photodiagnosis Photodyn Ther.**, v. 21, p. 147-152, 2018.

ALONSO, V. et al. Sub-cutaneous emphysema related to air-powder tooth polishing: a report of three cases. **Aust Dent J.**, v. 62, p. 510–515, 2017.

ARMITAGE, G.C. Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. **Ann Periodontol.**, v. 4, n. 1, p. 1-6, 1999.

BASSETTI, M. et al. Subcutaneous emphysema following non-surgical peri-implantitis therapy using an air abrasive device: a case report. **Swiss Dent J.**, n. 124, v. 7-8, p. 807-17, 2014.

BELIBASAKIS, G. N. Microbiological and immuno-pathological aspects of peri-implant diseases. **Arch Oral Biol.**, v. 59, n. 1, p. 66-72, 2014.

BENNANI, V. et al. Effect of air-polishing on titanium surfaces, biofilm removal, and biocompatibility: a pilot study. **BioMed Res Inter.**, p. 1-8, 2015.

BUENO, R.A. **Ação descontaminante do jato de bicarbonato de sódio sobre superfície de implantes dentários – Estudo microbiológico *in vitro***. 2019. 45f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Centro Universitário Ingá, UNINGÁ, Maringá, 2019.

CATON, J. et al. A new classification scheme for periodontal and peri-implant diseases and conditions - Introduction and Key changes from the 1999 classification. **J Periodontol.**, v. 89, n. 1, p.S1-S8, 2018.

CHEN, C.J.; DING, S.J.; CHEN, C.C. Effects of surface conditions of titanium dental implants on bacterial adhesion. **Photomed Laser Surg.**, v. 34, n. 9, p. 1-10, 2016.

DERKS, J.; TOMASI, C. Peri-implant health and disease: a systematic review of current epidemiology. **J Clin Periodontol.**, v. 42, n. 16, p. 158-171, 2015.

EBADIAN, A.R. et al. Bacterial analysis of peri-implantitis and chronic periodontitis in Iranian subjects. **Acta Medica Iranica**, v. 50, n. 7, p. 486-492, 2012.

FIGUERO, E. et al. Management of peri-implant mucositis and peri-implantitis. **Periodontol 2000.**, v. 66, n. 1, p. 255-73, 2014.

HEITZ-MAYFIELD, L.J.A.; LANG, N.P. Comparative biology of chronic and aggressive periodontitis vs. peri-implantitis. **Periodontol 2000.**, v. 53, p. 167-181, 2010.

HEITZ-MAYFIELD, L.J.A.; SALVI, G.E. Peri-implant mucositis. **J Periodontol.**, v. 89, n. 1, p. 257-266, 2018.

JIN, S.H. et al. Decontamination methods to restore the biocompatibility of contaminated titanium surfaces. **J Periodontal Implants.**, v. 49, n. 3, p. 193-204, 2019.

JOHN, G.; BECKER, J.; SCHWARZ F. Effectivity of air-abrasive powder based on glycine and tricalcium phosphate in removal of initial biofilm on titanium and zirconium oxide surfaces in an ex vivo model. **Clin Oral Investig.**, v. 20, n. 4, p. 711-9, 2016.

KOTSOVILIS, S. et al. Therapy of peri-implantitis: a systematic review. **J Clin Periodontol.**, v. 35, n. 7, p. 621-29, 2008.

LANG, N.P. et al. Ligature-induced peri-implant infection in cynomolgus monkeys. I. Clinical and radiographic findings. **Clin Oral Implants Res.**, v. 4, n.1, p. 2-11, 1993.

LEE S.T.; SUBU M.G.; KWON T.G. Emphysema following air-powder abrasive treatment for peri-implantitis. **Maxillofac. Plast Reconstr Surg.**, v. 40 p. 12, 2018.

LOUROPOULOU, A.; SLOT, D.E.; VAN DER WEIJDEN, F.A. The effects of mechanical instruments on contaminated titanium dental implant surfaces: a systematic review. **Clin Oral Implants Res.**, v. 25, n. 10, p. 1149-1160, 2014.

LUPI, S. et al. Air-abrasive debridement with glycine powder versus manual debridement and chlorhexidine administration for the maintenance of peri-implant health status: a six-month randomized clinical trial. **Int J Dentl Hyg.**, v. 15, n. 4, p. 287-294, 2017.

MATSUBARA, V.H. et al. Cleaning potential of different air abrasive powders and their impact on implant surface roughness. **Clin Implant Dent Relat Res.**, v. 22, n. 1, p. 96-104, 2020.

MENINI, M. et al. Morphological and chemical characteristics of different titanium surfaces treated by bicarbonate and glycine powder air abrasive systems. **Implant Dent.**, v. 24, p. 47-56, 2015.

METO, A. et al. Differential efficacy of two dental implant decontamination techniques in reducing microbial biofilm and re-growth onto titanium disks in vitro. **Appl Sci.**, v. 9, n. 15, p. 1-9, 2019.

MOHARRAMI, M. et al. Effects of air abrasive decontamination on titanium surfaces: A systematic review of in vitro studies. **Clin Implant Dent Relat Res.**, v. 21, n. 2, p. 398-421, 2019.

MOMBELLI, A.; MOËNE, R.; DÉCAILLET, F. Surgical treatments of peri-implantitis. **Eur J Oral Implantol.**, v. 5, p. s61-s70, 2012.

OLIVEIRA, M.C. et al. Peri-implantite: etiologia e tratamento. **Rev. bras. odontol.**, Rio de Janeiro, v. 72, n. 1/2, p. 96-9, 2015.

PETERSILKA, G.J. Subgingival air-polishing in the treatment of periodontal biofilm infections. **Periodontol 2000.**, v. 55, n. 1, p. 124–142, 2011.

QUINTERO, D.G. et al. Air-abrasive disinfection of implant surfaces in a simulated model of periimplantitis. **Implant Dent.**, n. 3, v. 26, p. 423-428, 2017.

QUIRYNEN, M. et al. Implant therapy: 40 years of experience. **Periodontol 2000.**, v. 66, n. 1, p. 7-12, 2014.

RAKIC, M.; GRUSOVIN, M. G.; CANULLO, L. The microbiologic profile associated with peri-implantitis in humans: a systematic review. **Int J Oral Maxillofac Implants.**, v. 31, n. 2, p. 359-368, 2016.

RAMOS, T.M. **Potencialidades da microscopia eletrônica (transmissão e varredura) e microscopia confocal como ferramentas para análises de amostras biológicas.** 2013. 49f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

RENVERT, S.; POLYZOIS, I. Treatment of pathologic peri-implant pockets. **Periodontol 2000.**, v. 76, n. 1, p. 180-190, 2018.

RIBEN-GRUNDSTROM, C.; NORDERYD, O.; RENVERT, S. Treatment of peri-implant mucositis using a glycine powder air-polishing or ultrasonic device: a randomized clinical trial. **J Clin Periodontol.**, v. 42, n. 5, p. 462-469, 2015.

ROSEN, P.S. A pilot study on the efficacy of a treatment algorithm to detoxify dental implant surfaces affected by peri-implantitis. **Int J Periodontics Restorative Dent.**, v. 38, n. 2, p. 261-267, 2018.

SAHRMANN, P. et al. Systematic review on the effect of rinsing with povidone-iodine during non- surgical periodontal therapy. **J Periodontal Res.**, v. 45, n. 2, p. 153-164, 2010.

SALMERON, S. et al. Laser therapy as an effective method for implant surface decontamination: a histomorphometric study in rats. **J Periodontol.**, v. 84, n. 5, p. 641-49, 2013.

SALVI, G.E. et al. Reversibility of experimental peri-implant mucositis compared with experimental gingivitis in humans. **Clin Oral Implants Res.**, v. 23, n. 2, p. 182-190, 2012.

SCHWARZ, F. et al. Influence of different air-abrasive powders on cell viability at biologically contaminated titanium dental implants surfaces. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater.**, v. 88, n. 1, p. 83-91, 2009.

SCHWARZ, F. et al. Peri-implantitis. **J Periodontol.**, v. 89, n. 1, p. 267-290, 2018.

SCHWARZ, F.; BECKER, K.; RENVERT, S. Efficacy of air polishing for the non-surgical treatment of peri-implant diseases: a systematic review. **J Clin Periodontol.**, v. 42, n. 10, p. 951-959, 2015.

SCHWARZ, F.; SCHMUCKER, A.; BECKER, J. Efficacy of alternative or adjunctive measures to conventional treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: a systematic review and meta-analysis. **Int J Implant Dent.**, v. 1, n. 1, p. 1-34, 2015.

SINJAB, K., GARAICOA-PAZMINO, C.; WANG, H.L. Decision making for management of periimplant diseases. **Implant Dent.**, v. 27, n. 3, p. 1-6, 2018.

STEIGER-RONAY, V. et al. Location of inaccessible implant surface areas during debridement in simulated peri-implantitis therapy. **BMC Oral Health.**, n. 17; p. 137, 2017.

STEIN, J. M.; HAMMACHER, C.; MICHAEL, S.S.Y. Combination of ultrasonic decontamination, soft tissue curettage and submucosal air polishing with povidone-iodine application for non-surgical therapy of peri-implantitis: 12 months clinical outcomes. **J Periodontol.**, v. 15, p. 1-13, 2017.

TASTEPE, C.S. et al. Air powder abrasive treatment as an implant surface cleaning method: A literature review. **Int J Oral Maxillofac Implants.**, v. 27, n. 6, p. 1461–1473, 2012.

VALDERRAMA, P.; WILSON JR, T.G. Detoxification of implant surfaces affected by peri-implant disease: an overview of surgical methods. **Int J Dent.**, p. 1-22, 2013.

VIEIRA, L.F.N. et al. Effectiveness of implant surface decontamination using a high-pressure sodium bicarbonate protocol: an *in vitro* study. **Implant Dent.**, v. 21, n. 5, p. 390-393, 2012.

WEI, M.C.T. et al. Effectiveness of implant surface debridement using particle beams at differing air pressures. **Clin Exp Dent Res.**, v. 3, n. 4, p. 148–153, 2017.

ZAPATA, H.F.N. et al. Análise microbiológica do efeito de terapia fotodinâmica antimicrobiana na descontaminação de superfície de titânio. **Full Dent. Sci.**, v. 3, n. 11, p. 279-284, 2012.
