

O Efeito da Sedimentação na Análise da Frequência de Ressonância em Componentes Intermediários sobre Implantes: um Estudo *In Vitro*

The Effect of Settling on the Resonance Frequency Analysis in Intermediate Components on Implants: an *In Vitro* Study

El Efecto de la Sedimentación en el Análisis de Frecuencia de Resonancia en Componentes Intermedios sobre Implantes: un Estudio *In Vitro*

Lara Rúbia Marques **NASCIMENTO**

Graduanda em Odontologia, Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia, UFMG Univ. Federal de Minas Gerais, 31270-901 Belo Horizonte - MG, Brasil

Clara Almeida **MARES**

Cirurgiã-Dentista, Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia, UFMG Univ. Federal de Minas Gerais, 31270-901 Belo Horizonte - MG, Brasil

Fernando Teodoro Metzker **LYRA**

Cirurgião-Dentista; Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia, UFMG Univ. Federal de Minas Gerais, 31270-901 Belo Horizonte - MG, Brasil

Rafaela Regina **LIMA**

Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia, UFMG Univ. Federal de Minas Gerais, 31270-901 Belo Horizonte - MG, Brasil

Danilo Rocha **DIAS**

Professor Doutor, Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia, UFMG Univ. Federal de Minas Gerais, 31270-901 Belo Horizonte - MG, Brasil

Frederico Santos **LAGES**

Professor Doutor, Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia, UFMG Univ. Federal de Minas Gerais, 31270-901 Belo Horizonte - MG, Brasil

Resumo

Introdução: Ao aplicar o torque no parafuso do componente protético, desenvolve-se uma força compressiva entre as partes, estando a união parafuso-implante sujeita ao efeito da sedimentação. O interior da rosca do parafuso e do implante são fabricados com irregularidades que são suavizadas com a força de aperto, causando perda de 2-10% do torque inicial. Assim, preconiza-se reaplicação do torque após 10 minutos. A análise de frequência de ressonância é o principal método para avaliar a estabilidade dos implantes no longo prazo e seu comportamento sobre componentes intermediários ainda gera dúvidas. **Objetivos:** Avaliar se o efeito da sedimentação interfere significativamente nos valores de análise de frequência de ressonância no parafuso do componente. **Metodologia:** Instalação de forma alternada de 10 implantes dentários Cone Morse e 10 Hexágono Externo em blocos de costelas bovinas frescas, selecionadas de acordo com a mesma densidade óssea. Instalou-se componentes intermediários do tipo mini pilar cônico com torque de 20N.cm e 32N.cm. Utilizou-se o dispositivo Ostell para medição da análise de frequência de ressonância nas 4 faces dos componentes e considerou-se os valores médios. Após 10 minutos, novas medições foram realizadas. **Resultados:** Os valores da análise imediata no componente dos implantes dentários e após 10 minutos não foram significativamente diferentes. **Conclusão:** Dentro das limitações do desenho do estudo, verificou-se que o efeito da sedimentação não interfere na análise de frequência de ressonância dos componentes intermediários do implante.

Descritores: Análise de Frequência de Ressonância; Biomecânica; Torque; Implantes Dentários.

Abstract

Introduction: When applying torque to the screw of the prosthetic component, a compressive force develops between the parts, and the screw-implant connection is subject to the effect of settling. The interior of the screw and implant threads are manufactured with irregularities that are smoothed out by the tightening force, causing a loss of 2-10% of the initial torque. Therefore, it is recommended to reapply the torque after 10 minutes. Resonance frequency analysis is the main method for evaluating the long-term stability of implants, and its behavior on intermediate components still raises questions. **Objectives:** To evaluate whether the effect of settling significantly interferes with the resonance frequency analysis values on the screw of the component. **Methodology:** Alternating installation of 10 Cone Morse and 10 External Hexagon dental implants in blocks of fresh bovine ribs, selected according to the same bone density. Intermediate components of the mini conical abutment type were installed with torque values of 20 N.cm and 32 N.cm. The Ostell device was used to measure the resonance frequency analysis on the 4 sides of the components, and the average values were considered. After 10 minutes, new measurements were taken. **Results:** The immediate analysis values on the dental implant components and after 10 minutes were not significantly different. **Conclusion:** Within the limitations of the study design, it was found that the effect of settling does not interfere with the resonance frequency analysis of the implant's intermediate components.

Descriptors: Resonance Frequency Analysis; Biomechanics; Torque; Dental Implants.

Resumen

Introducción: Al aplicar el torque en el tornillo del componente protético, se desarrolla una fuerza compresiva entre las partes, estando la unión tornillo-implante sujeta al efecto de sedimentación. El interior de la rosca del tornillo y del implante se fabrica con irregularidades que se suavizan con la fuerza de apriete, causando una pérdida del 2-10% del torque inicial. Así, se recomienda la reaplicación del torque después de 10 minutos. El análisis de frecuencia de resonancia es el principal método para evaluar la estabilidad de los implantes a largo plazo, y su comportamiento sobre componentes intermedios aún genera dudas. **Objetivos:** Evaluar si el efecto de la sedimentación interfiere significativamente en los valores del análisis de frecuencia de resonancia en el tornillo del componente. **Metodología:** Instalación alternada de 10 implantes dentales tipo Cono Morse y 10 tipo Hexágono Externo en bloques de costillas bovinas frescas, seleccionadas según la misma densidad ósea. Se instalaron componentes intermedios del tipo mini pilar cónico con torque de 20 N.cm y 32 N.cm. Se utilizó el dispositivo Ostell para medir el análisis de frecuencia de resonancia en las 4 caras de los componentes y se consideraron los valores medios. Después de 10 minutos, se realizaron nuevas mediciones. **Resultados:** Los valores del análisis inmediato en el componente de los implantes dentales y después de 10 minutos no fueron significativamente diferentes. **Conclusión:** Dentro de las limitaciones del diseño del estudio, se verificó que el efecto de la sedimentación no interfiere en el análisis de frecuencia de resonancia de los componentes intermedios del implante.

Descriptores: Análisis de Frecuencia de Resonancia; Biomecánica; Torque; Implantes Dentales.

INTRODUÇÃO

O surgimento dos implantes dentários representou um avanço significativo na odontologia

reabilitadora, proporcionando resultados estéticos e sucesso à longo prazo¹. Nos sistemas atuais, para que o pilar protético possa ser unido à base do

implante, um parafuso é rosqueado entre as partes, seguindo o torque determinado pelo fabricante. Neste momento, uma força de tração é gerada entre a rosca do parafuso e a superfície interna do implante, denominada pré-carga². A pré-carga produzida é um ponto chave para a estabilidade primária do conjunto implante-pilar, já que o alongamento do parafuso ao ser apertado cria essa força de fixação que mantém as duas superfícies unidas².

Embora as superfícies internas dos implantes sejam rigorosamente usinadas, microscopicamente é possível observar que elas ainda apresentam irregularidades após esse tratamento, por isso, não há um contato integral entre a rosca do parafuso e a parede interna do implante quando estes são rosqueados³. No momento em que o pilar protético é aparafusado no implante, os pontos mais “altos” que estão realmente em contato nas duas superfícies são suavizados², culminando em um relaxamento da inserção e perda de pré-carga^{3,4}. Esse efeito de diminuição da pré-carga, no momento da instalação do parafuso do pilar, é chamado de sedimentação² e causa perda de 2 a 10% do torque inicial³, o que pode levar à instabilidade do conjunto. A quantidade de perda do torque de parafusamento depende da irregularidade da superfície, da dureza da superfície do implante e do parafuso e da quantidade de torque inicial aplicado no conjunto⁴.

Para superar o efeito de relaxamento ocasionado pela sedimentação, preconiza-se realizar o reapertamento do parafuso do pilar 10 minutos após o torque inicial²⁻⁴ com a mesma força usada para o torque de instalação. Huang et al.² salientaram que mesmo após o reaperto, alguns estudos demonstraram que a pré-carga continua sendo perdida, assim como outras pesquisas demonstraram que ela aumenta após apertos e afrouxamentos do parafuso protético.

A avaliação da estabilidade dos implantes pode ser realizada por diferentes técnicas. Dentre elas, a análise de frequência de ressonância (AFR) é o principal método para quantificar a estabilidade ao longo do tempo, sobretudo porque a avaliação pode ser feita diversas vezes no trans e no pós-operatório, além de ser uma técnica simples e não invasiva⁵⁻⁷. A AFR é mensurada através de um dispositivo que utiliza transdutores para imprimir uma força lateral no implante ou no componente protético e, assim, medir o deslocamento do conjunto⁷. O valor medido pelo dispositivo é convertido em um índice conhecido como Coeficiente de Estabilidade do Implante (ISQ). Este índice varia de 1 a 100, sendo 1 o menor valor de estabilidade e 100 o valor mais alto^{7,8}. Apesar de ser um método de análise já bastante consolidado, seu comportamento sobre os componentes intermediários dos implantes nas diferentes

situações clínicas ainda gera dúvidas, sendo necessários estudos que simulem os diversos desafios aos quais as medidas de AFR podem ocorrer.

Muitos estudos já comprovaram o efeito da sedimentação sobre o torque dos parafusos protéticos^{3,4,9-11}, mas não há na literatura qualquer estudo que avalie se há relação entre as medidas de estabilidade dos implantes dentários, através da AFR, e o efeito da sedimentação. Dessa forma, este estudo tem como objetivo avaliar se o efeito da sedimentação interfere significativamente nos valores de ISQ, medidos pela análise de frequência de ressonância em componentes intermediários de implantes dentários, em conexões hexágono externo e cone morse.

MATERIAL E MÉTODO

Para esse estudo *in vitro* foram usadas costelas bovinas frescas selecionadas levando em conta densidades ósseas semelhantes. A estrutura macroscópica do osso cortical e medular da costela bovina é semelhante à da mandíbula humana em densidade óssea. Os blocos ósseos foram limpos, desinfetados e seccionados transversalmente em comprimentos similares.

Em seguida, foram acondicionados em solução salina a 4°C por 24 horas. 20 implantes Bionnovation de 4,0mm x 10 mm, 10 de conexão protética Hexágono Externo e 10 Cone Morse, com formatos e tratamentos de superfície semelhantes, foram instalados de forma alternada nos blocos ósseos pelo mesmo operador, preconizando uma distância de 30mm entre os centros de dois implantes consecutivos. No total, cinco blocos com quatro implantes cada foram confeccionados.

Os fragmentos ósseos foram fixados em um torno de bancada para manter a estabilidade e restringir possíveis movimentações no momento de instalação dos implantes. Os implantes foram instalados seguindo a sequência de perfurações recomendada pelo fabricante, sob constante irrigação, tendo todos alcançado valores de torque de inserção acima de 45N.

Componentes intermediários do tipo mini pilar cônico de 2mm foram parafusados nos implantes e uma força de torque foi aplicada com um torquímetro digital de alta precisão (Lutron TQ-8800), pelo mesmo operador treinado e calibrado, em todos os parafusos dos pilares, seguindo as recomendações do fabricante: 32Ncm para os implantes de conexão Hexágono Externo e 20Ncm para os de conexão Cone Morse. *SmartPegs* do tipo A3 foram rosqueados em cada pilar, aplicando um torque manual de 4 a 6N.cm, de acordo com as recomendações do fabricante (Figura 1).

Foi feita, então, a medição da frequência de ressonância, através do dispositivo Ostell, nas 4 faces (vestibular, lingual, mesial e distal) dos componentes protéticos, pelo mesmo operador

treinado e calibrado. Todos os valores encontrados foram anotados e as médias obtidas a partir dos valores das 4 faces foram consideradas para análise. Após 10 minutos, para verificar a influência do efeito da sedimentação, um segundo momento de medição da frequência de ressonância foi realizado da mesma forma que foi realizado no primeiro tempo de medição. Todos os valores encontrados foram anotados e as médias obtidas a partir dos valores das 4 faces foram consideradas para análise (Figura 2).



Figura 1. Implantes instalados no bloco ósseo e aplicação de torque no parafuso do componente intermediário com chave de torque manual.

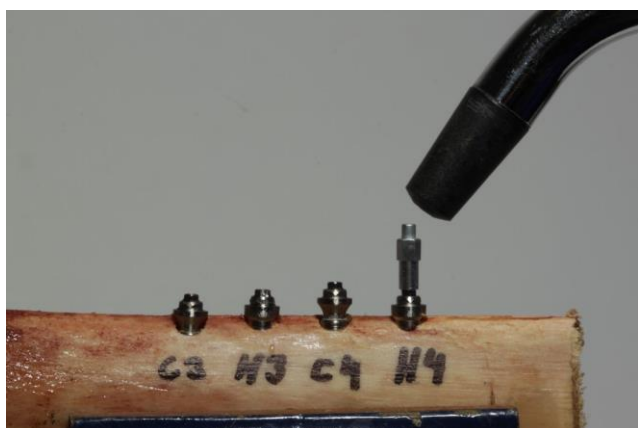


Figura 2. Medição da análise da frequência de ressonância através do dispositivo Östest nas 4 faces dos implantes.

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva e testes de comparação. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar se os dados apresentavam distribuição normal. Os valores de ISQ foram comparados entre os dois tempos por meio do teste t para amostras pareadas. As análises estatísticas foram realizadas com o software Statistical Package for the Social Sciences (IBM-SPSS 19.0), adotando o nível de significância de 5%.

RESULTADOS

O teste t para amostras pareadas revelaram que a comparação entre o ISQ aferido imediatamente após a instalação do intermediário e o ISQ aferido após 10 minutos não apresentou diferença estatisticamente significativa, tanto para os implantes de conexão Hexagonal Externa (ISQ médio imediatamente após a instalação de 75,12 e

ISQ médio após 10 minutos de 74,87), quanto para os implantes de conexão Cone Morse (ISQ médio imediatamente após a instalação de 70,1 e após ISQ médio após 10 minutos de 69,82). A tabela 1 e a figura 3 apresentam os dados descritivos para as duas conexões protéticas.

Tabela 1. Comparação entre os quocientes de estabilidade do implante (ISQ) aferidos imediatamente após a instalação dos pilares e após o tempo de 10 minutos

Grupos	Imediato	Após 10 min	Valor de P *
	Média (DP)	Média (DP)	
Hexágono Externo	75,12 (2,93)	74,87 (2,79)	0,744
Cone Morse	70,1 (1,64)	69,82 (2,05)	0,566

* Teste t para amostras pareadas.

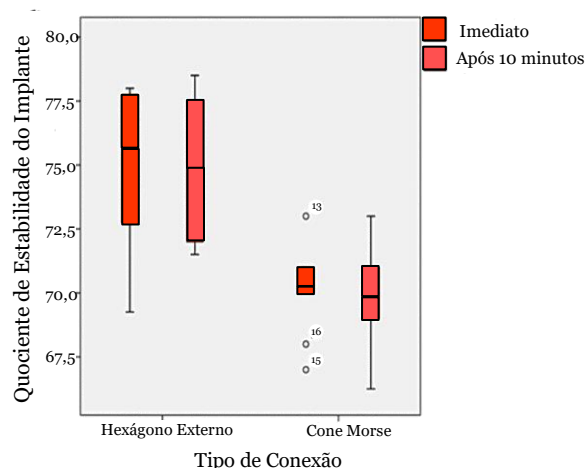


Figura 3. Distribuição dos valores de ISQ imediatamente após a instalação do pilar e após o tempo de 10 minutos para as duas conexões protéticas.

DISCUSSÃO

A comparação entre o ISQ aferido imediatamente após a instalação do componente intermediário e o ISQ aferido após 10 minutos não apresentou diferença estatisticamente significativa. Embora a literatura já tenha comprovado a sedimentação, efeito que leva à perda de pré-carga do parafuso protético²⁻⁴, e pode indicar uma redução da estabilidade do conjunto, isso parece não ter influência nos valores de coeficiente de estabilidade do implante.

A maior parte dos estudos encontrados na literatura, nos quais a medição da frequência de ressonância é utilizada para analisar a estabilidade dos implantes, compara os valores da análise em prazos maiores, como no momento da instalação e após semanas ou meses. Molon *et al.* (2017)¹², fizeram um ensaio clínico que objetivou comparar implantes curtos e convencionais na região posterior de mandíbula após a instalação da prótese. A AFR foi usada para medir a estabilidade imediatamente após a instalação dos implantes, após a instalação das próteses e após 3 e 5 meses após a colocação da prótese. Os autores ainda salientaram que variações do ISQ encontradas foram, provavelmente, devido à mudança de uma estabilidade primária para a secundária. Os valores

de ISQ descrevem a resistência a movimentos laterais entre a face externa do implante e o leito ósseo¹³, e, dessa forma, mudanças significativas nestes valores entre um momento e outro, sobre um mesmo conjunto implante-pilar, podem ser vistas quando o osso circundante é modificado, aumentando a rigidez lateral, ou quando a estabilidade é perdida por forças externas.

A AFR possui comprovada eficácia para avaliar o contato osso/implante⁸ e, portanto, estudos utilizam esse método de medição para avaliar o processo de osseointegração dos implantes dentários. O fato da AFR ser eficiente para avaliações, principalmente, do processo biológico na estabilidade dos implantes dentários pode explicar o porquê de em nosso estudo os valores estatísticos encontrados pela medição por AFR na instalação e após 10 minutos terem uma diferença insignificante, já que nesse curto prazo, o processo de relaxamento que ocorre é mecânico. Além disso, pelo efeito da sedimentação, ocorre perda de 2 a 10% do torque de inserção²⁻⁴. Por se tratar de uma perda de pré-carga significativa, mas pequena, é possível que a AFR não tenha sido capaz de traduzir a baixa mudança de estabilidade. Diferentes situações podem mudar o valor de ISQ para o mesmo implante. López et al.¹³ fizeram um estudo transversal para comparar os valores do ISQ obtidos pelo Penguin RFA ao parafusar o transdutor no implante e nos pilares com diferentes alturas e angulações. Eles encontraram valores médios mais baixos de ISQ para os pilares mais altos (2 e 3mm), sendo os menores valores encontrados para os pilares de 3mm angulados. Lages et al.¹⁴ também fizeram um estudo transversal que verificou a relação entre os valores de ISQ com pilares protéticos de alturas diferentes e com a plataforma do implante. Os autores encontraram para o grupo que utilizou componentes com um transmucoso de 1mm um ISQ médio significativamente maior do que para o grupo que utilizou componentes com transmucoso de 5 mm, concluindo que, quanto maior a altura do pilar, menor é o ISQ.

López et al.¹³ pontuaram que uma possível explicação para a relação inversa entre altura e ISQ é que os pilares, por terem uma altura transmucosa, a força de oscilação é aplicada a uma distância da plataforma dos implantes, o que pode produzir uma vibração maior da interface osso-implante. Assim, quanto maior a altura do pilar, maior é a distância até a base do implante e maior a vibração, culminando em menores valores de estabilidade. Além disso, Lages et al.¹⁴ salientaram que o ISQ varia em relação ao local onde a medição é feita, o que pode sugerir maior sensibilidade para AFR em determinados pontos, mas não sendo o fenômeno da sedimentação suficiente para produzir tais variações.

O efeito da sedimentação sobre os parafusos dos componentes protéticos foi comprovado por diversos estudos encontrados na literatura^{3,4,15-17}. Para isso, a estabilidade dos implantes foi aferida comparando os valores do torque de inserção para instalação dos parafusos com os valores de contra-torque, removendo-se os parafusos após 10 minutos da instalação. Métodos que exigem o desparafusamento dos pilares para verificar a estabilidade do conjunto implante-pilar em tempos clínicos diferentes podem comprometer o sucesso do tratamento por poderem levar à perda óssea marginal, recessão de tecidos moles, contaminação microbiana e danos às roscas^{13,18,19}.

Para avaliar a estabilidade do implante evitando a desconexão/reconexão dos pilares, novos transdutores para AFR foram desenvolvidos¹³. Estes são aparafusados diretamente nos pilares, e não mais necessariamente no implante, poupando o desparafusamento dos pilares e consequentes complicações clínicas. Além disso, conectar os transdutores diretamente nos pilares permite uma possível avaliação de perda de estabilidade entre o parafuso protético e a superfície interna do implante.

A AFR é um método bem consolidado na implantodontia, mas a medição da estabilidade pela frequência de ressonância diretamente no pilar ainda gera dúvidas. Grande parte dos estudos que comparam a AFR com o torque de inserção são feitos considerando as medições diretamente no implante. Outrossim, ainda não existem estudos que comparem as medições pela AFR com valores encontrados pelo contra-torque tanto para implantes, quanto para os pilares, sendo necessários estudos futuros que relacionem esses dois métodos para aferição da estabilidade do conjunto pilar-implante.

A evolução da implantodontia foi muito importante para a odontologia restauradora, entretanto, complicações devido ao afrouxamento do parafuso do pilar são comuns e podem comprometer o sucesso reabilitador². Um processo que provoca o afrouxamento do parafuso é o efeito da sedimentação¹⁵, e, como resultado, o torque necessário para remover o parafuso é menor do que o torque de instalação.

No presente estudo, os autores buscaram descobrir se o efeito da sedimentação poderia ser mensurado pela análise da frequência de ressonância. Para isso, os valores de ISQ foram medidos em mini pilares, imediatamente depois de aparafusar os componentes intermediários nos implantes e após 10 minutos. Os resultados mostraram que a sedimentação não interferiu nos valores de ISQ, o que pode ser porque o processo de relaxamento que ocorre nesse tempo seja mecânico e a AFR tem eficácia comprovada

aferindo a perda ou o ganho de estabilidade dos implantes que ocorrem devido à processos biológicos.

Além disso, o relaxamento que ocorre devido à sedimentação gera uma perda pequena de pré-carga e a AFR pode não ter conseguido traduzir a baixa variação de estabilidade. Outrossim, a depender do local em que a frequência de ressonância é medida, os valores de ISQ são diferentes, o que pode indicar maior ou menor sensibilidade em determinados pontos. Isso também pode estar relacionado com a força de vibração chegar em maior ou menor intensidade a depender da distância em que é incidida. Dessa forma, mais pesquisas são necessárias para verificar a possibilidade de mensurar a perda de estabilidade dos parafusos dos pilares pela AFR. Isso reduziria potenciais falhas que podem ocorrer com outros métodos de medição da estabilidade e permitiria a comparação dos valores de estabilidade em diferentes etapas clínicas.

CONCLUSÃO

Dentro das limitações do desenho do estudo, verificou-se que o efeito da sedimentação não interfere no coeficiente de estabilidade do implante, medido através da análise de frequência de ressonância nos componentes intermediários dos implantes dentários, tanto em conexões hexágono externo quanto cone morse.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à Universidade Federal de Minas Gerais e à CAPES (Bolsa de doutorado – Código de Financiamento 001), à Pró-Reitoria de Pesquisa e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais pelo apoio financeiro e pelas bolsas de estudo (Bolsa PROBIC Edital 11/2024 e APQ 00152-22)

REFERÊNCIAS

1. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg.* 1981;10(6):387-416.
2. Huang Y, Wang J. Mechanism of and factors associated with the loosening of the implant abutment screw: A review. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(4):338-345
3. Siamos G, Winkler S, Boberick KG. Relationship between implant preload and screw loosening on implant-supported prostheses. *J Oral Implantol.* 2002;28(2):67-73.
4. Dixon DL, Breeding LC, Sadler JP, McKay ML. Comparison of screw loosening, rotation, and deflection among three implant designs. *J Prosthet Dent.* 1995;74(3):270-8.
5. Xiao JR, Li YQ, Guan SM, Kong L, Liu B, Li D. Effects of lateral cortical anchorage on the primary stability of implants subjected to controlled loads: an in vitro study. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2012;50(2):161-5.
6. Manzano-Moreno FJ, Herrera-Briones FJ, Bassam T, Vallecillo-Capilla MF, Reyes-Botella C. Factors Affecting Dental Implant Stability Measured Using the Ostell Mentor Device: A Systematic Review. *Implant Dent.* 2015;24(5):565-77.
7. Lages FS, Douglas-de Oliveira DW, Costa FO. Relationship between implant stability measurements obtained by insertion torque and resonance frequency analysis: A systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2018;20(1):26-33.
8. Sennerby L, Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontol* 2000. 2008;47:51-66.
9. Breeding LC, Dixon DL, Nelson EW, Tietge JD. Torque required to loosen single-tooth implant abutment screws before and after simulated function. *Int J Prosthodont.* 1993;6(5):435-9.
10. Sakaguchi RL, Borgersen SE. Nonlinear contact analysis of preload in dental implant screws. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995;10(3):295-302.
11. Bakaeen LG, Winkler S, Neff PA. The effect of implant diameter, restoration design, and occlusal table variations on screw loosening of posterior single-tooth implant restorations. *J Oral Implantol.* 2001;27(2):63-72.
12. de Molon RS, Lages FS, Rivera CP, de Souza Faloni AP, Margonar R, Queiroz TP. Evaluation of Short and Regular Implants after Prosthesis Placement in the Mandible: A Nonrandomized Controlled Clinical Trial. *J Contemp Dent Pract.* 2017;18(12):1122-1129
13. López-Jarana P, Díaz-Castro CM, Falcão A, Ríos-Carrasco B, Fernandez-Palacín A, Ríos-Santos JV, Herrero-Climent M. Is It Possible to Monitor Implant Stability on a Prosthetic Abutment? An In Vitro Resonance Frequency Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(11):4073.
14. Lages FS, Willy Douglas-de-Oliveira D, Ibelli GS, Assaf F, Queiroz TP, Costa FO. Relationship between implant stability on the abutment and platform level by means of resonance frequency analysis: A cross-sectional study. *PLoS One.* 2017;12(7):e0181873.
15. Winkler S, Ring K, Ring JD, Boberick KG. Implant screw mechanics and the settling effect: overview. *J Oral Implantol.* 2003;29(5):242-5.
16. Byrne D, Jacobs S, O'Connell B, Houston F, Claffey N. Preloads generated with repeated tightening in three types of screws used in dental implant assemblies. *J Prosthodont.* 2006;15(3):164-71.
17. Lee HW, Alkumru H, Ganss B, Lai JY, Ramp LC, Liu PR. The Effect of Contamination of Implant Screws on Reverse Torque. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2015;30(5):1054-60.
18. Calcaterra R, Di Girolamo M, Mirisola C, Baggi L. Effects of Repeated Screw Tightening on Implant Abutment Interfaces in Terms of Bacterial and Yeast Leakage in Vitro: One-Time Abutment Versus the Multiscrewing Technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2016;36(2):275-80.

19. Molina A, Sanz-Sánchez I, Martín C, Blanco J, Sanz M. The effect of one-time abutment placement on interproximal bone levels and peri-implant soft tissues: a prospective randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(4):443-452.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram não haver conflitos de interesse

AUTOR PARA CORRESPONDÊNCIA

Frederico Santos Lages

Rua Prof. Moacir Gomes de Freitas, 688, Pampulha,
31270-901 Belo Horizonte – MG, Brasil.
E-mail: fredlages@ufmg.br

Submetido em 28/08/2024

Aceito em 30/10/2024