ISSN 2674-8169

AVALIAÇÃO POR MEIO DE MICROSCOPIA ÓPTICA DA INTERFACE PILAR-IMPLANTE EM CONEXÃO CONE MORSE APÓS TORQUE DE INSERÇÃO: ESTUDO IN VITRO

Lucas Daniel da Cunha [1]; Danilo Lazzari Ciotti [1]; Patrícia Fernandes Garani [2], Everton Seiti Shiaku[1]; Guilherme Oliveira Paulo[1]; Adhemar Suarez Zelada[1].

https://doi.org/10.36557/2674-8169.2026v8n2p605-629
Artigo recebido em 12 de Janeiro e publicado em 12 de Fevereiro de 2026

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

As reabilitações com implantes dentários são amplamente investigadas, sendo a estabilidade inicial um fator determinante para o sucesso da osseointegração e a longevidade do tratamento. Nesse contexto, as conexões Cone Morse destacam-se por sua estabilidade protética, capacidade de minimizar micromovimentações, elevada resistência mecânica e preservação dos níveis ósseos peri-implantares. Além disso, esse tipo de conexão apresenta eficiente vedação da interface pilar-implante. Dessa forma, a aplicação de diferentes torques de inserção está diretamente relacionada à integridade estrutural do sistema, tornando essencial investigar sua influência nos aspectos mecânicos do implante, especialmente quando se utilizam valores elevados de torque. Este estudo experimental, de abordagem quantitativa, avaliou por meio de microscopia óptica a presença de gaps na interface pilar-implante de conexões Cone Morse após a aplicação de torque máximo de inserção de 80 N/cm. Em ambiente laboratorial controlado, vinte implantes de titânio grau IV (3,5 mm × 10 mm) foram divididos em dois grupos: Grupo 1 (n=20), com implantes fixados mecanicamente em dispositivo tipo morsa a 5 mm do ápice, estabilizados e com *abutments* universais instalados com torque de 20 N/cm; e Grupo 2 (n=20), fixados nas mesmas condições, porém submetidos a torque prévio máximo de 80 N/cm. Posteriormente, os *abutments* compatíveis foram instalados manualmente com torque de 20 N/cm. As amostras foram imersas em resina epóxi, seccionadas verticalmente e analisadas por microscopia óptica para identificação de gaps e deformidades na interface pilar-implante em seis regiões distintas (A, B, C, D, E e F). As medições foram realizadas com o software, o ImageJ, e os dados analisados estatisticamente no programa SPSS, versão 29. Os resultados demonstraram que os implantes submetidos ao torque prévio de 80 N/cm a instalação dos *abutments* apresentaram maiores valores médios de deformação em comparação ao Grupo 1, com maior incidência nas regiões A e D. A análise estatística confirmou diferenças significativas

entre os grupos, evidenciando que torques elevados impactam negativamente a interface pilar-implante, aumentando o risco de falhas mecânicas.

Palavras-chave: Implantes dentários; Torque de inserção; Cone morse.

Optical Microscopy Evaluation of the Abutment–Implant Interface in a Morse Taper Connection After Insertion Torque: An In Vitro Study

ABSTRACT

Dental implant rehabilitations have been widely investigated, with initial stability being a determining factor for the success of osseointegration and the longevity of treatment. In this context, Morse taper connections stand out due to their prosthetic stability, ability to minimize micromovements, high mechanical resistance, and preservation of peri-implant bone levels. In addition, this type of connection provides effective sealing of the abutment–implant interface. Thus, the application of different insertion torque values is directly related to the structural integrity of the system, making it essential to investigate their influence on the mechanical aspects of the implant, especially when high torque values are used. This experimental study, with a quantitative approach, evaluated the presence of gaps at the abutment–implant interface of Morse taper connections after the application of a maximum insertion torque of 80 N/cm by means of optical microscopy. In a controlled laboratory environment, twenty Grade IV titanium implants (3.5 mm × 10 mm) were divided into two groups: Group 1 (n = 20), in which implants were mechanically fixed in a vise-type device at 5 mm from the apex, stabilized, and fitted with universal abutments installed with a torque of 20 N/cm; and Group 2 (n = 20), fixed under the same conditions but previously subjected to a maximum insertion torque of 80 N/cm. Subsequently, the corresponding abutments were manually installed with a torque of 20 N/cm. The samples were embedded in epoxy resin, vertically sectioned, and analyzed by optical microscopy to identify gaps and deformities at the abutment–implant interface in six distinct regions (A, B, C, D, E, and F). Measurements were performed using ImageJ software, and the data were statistically analyzed using SPSS software, version 29. The results demonstrated that implants subjected to a prior insertion torque of 80 N/cm before abutment installation showed higher mean deformation values compared to Group 1, with a higher incidence in regions A and D. Statistical analysis confirmed significant differences between the groups, indicating that high torque values negatively impact the abutment–implant interface, increasing the risk of mechanical failures.

Keywords: Dental implants; Insertion torque; Morse cone.

Instituição afiliada – [1] Facudade São Leopoldo Mandic, Campinas – sp
[2] Centro Universitário do Norte de São Paulo – Unorte, São José do Rio Preto – sp

Autor correspondente: *Lucas Daniel da Cunha* *lucas.dc90@gmail.com*

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

INTRODUÇÃO

Os implantes dentários são utilizados cada vez mais em reabilitações orais de indivíduos parcialmente dentados ou edêntulos totais e seu desenvolvimento permite melhorar a qualidade do tratamento oferecido ao paciente desde a manutenção dos tecidos ósseos e peri-implantares à integridade dos componentes restauradores, com uma taxa de sucesso a longo prazo de 94% (Jörn et al, 2016).

A conexão Cone Morse é caracterizada por sua precisão na junção entre os componentes, onde o pilar protético é inserido no implante através de uma geometria cônica que proporciona uma conexão mecânica firme e estabilizada, muitas vezes referida como "trava por fricção", que busca não apenas melhorar a estabilidade mecânica, mas também otimizar os resultados clínicos a longo prazo, principalmente devido à sua capacidade de proporcionar uma excelente estabilidade e um selamento mecânico que minimiza os micromovimentos na interface implante/pilar (Lopes et al., 2018).

No entanto, um dos desafios clínicos associados à conexão Cone Morse é o impacto do torque aplicado durante a instalação dos implantes. A força aplicada durante a colocação do implante pode afetar diretamente a distribuição de tensões e a longevidade do sistema. Estudos mostram que torques elevados podem aumentar a estabilidade inicial do implante, mas também podem gerar tensões excessivas no osso adjacente, levando a microdanos e compromissos biomecânicos (Gehrke et al., 2016).

Embora a literatura científica não tenha um consenso em relação ao mínimo de torque de inserção necessário para obter sucesso na osseointegração, valores entre 32 N/cm e 50 N/cm são recomendados, devendo-se evitar valores mais elevados, pois a longo prazo, pode-se notar presença de reabsorção óssea e recessão dos tecidos peri-implantares, independente da região (Alfonsi et al, 2016).

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida com a aplicação de torque máximo de inserção de implante de 80 N/cm, conforme recomendado pela empresa S.I.N. *Implant System* (São

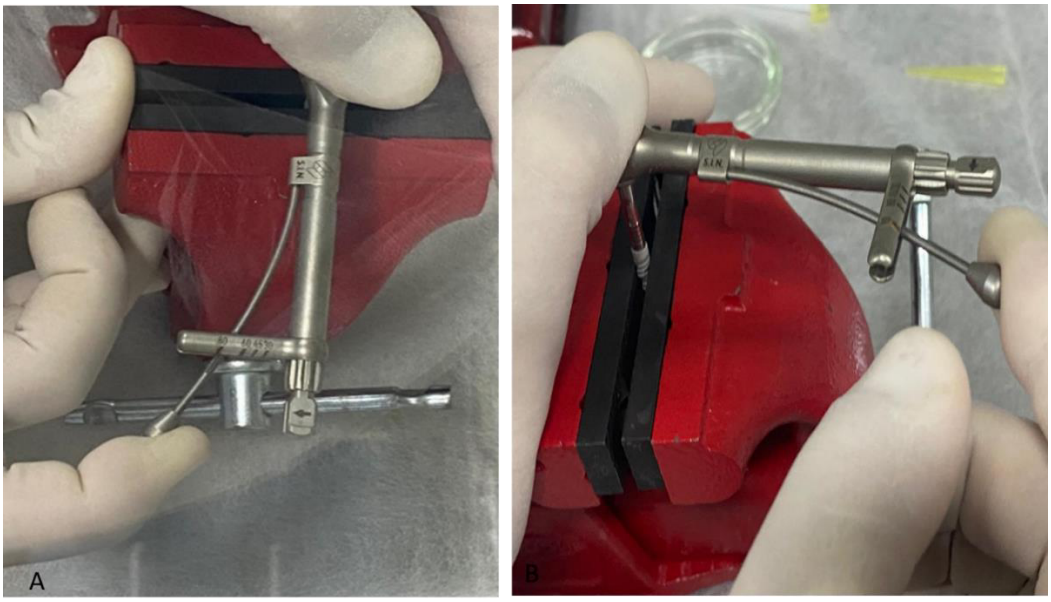
Paulo, Brasil) para o modelo *Epikut.* Para tal, foram utilizadas vinte unidades de implantes de titânio grau IV, com conexão Cone Morse e de dimensões de 3,5 mm x 10 mm, divididos em dois grupos experimentais, contendo 10 implantes cada e com torques diferentes:

- Grupo 1: Dez implantes foram fixados em um dispositivo mecânico (morsa) por um operador calibrado e capacitado, especialista em implantodontia, a uma distância de 5 mm do ápice do corpo do implante, garantindo total estabilização. Em seguida, os *abutments* universais retos de corpo único e sem parafusos sextavados foram instalados imediatamente, com torque de 20 N/cm, utilizando a chave hexagonal 1,2 mm e o torquímetro fornecido no kit cirúrgico da empresa.
- Grupo 2: Dez implantes foram fixados no mesmo dispositivo mecânico (morsa) e na mesma altura (5 mm do ápice do implante), garantindo total estabilização. A instalação desses implantes do Grupo 2, foi realizada utilizando as chaves de instalação específicas para a conexão cone morse, conforme as recomendações do fabricante S.I.N. *Implant System*. O torque máximo aplicado foi nesse Grupo 2 de 80 N/cm, conferido por meio de um torquímetro tipo catraca, fornecido no kit cirúrgico da própria empresa (Figura 1). Posteriormente, os *abutments* universais retos de corpo único e sem parafuso sextavado, compatíveis com o modelo de implante, foram instalados manualmente com uma chave hexagonal 1,2 mm, aplicando-se o torque recomendado de 20 N.cm, utilizando o mesmo torquímetro.

Todas as amostras foram completamente imersas em resina epóxi de forma a garantir que houvesse uma quantidade suficiente de resina lateral ao implante para uma apreensão segura no dispositivo de corte (*Redelease*, São Paulo, Brasil). Cada implante foi seccionamento verticalmente utilizando um disco de corte diamantado *(IsoMetTM Diamond Wafering Blades*, 15 HC Diamond, tamanho dos eixos 0,5 - 12,7 mm, Ilinóis, Estados Unidos) com uma velocidade de 1.992 m/s, seguindo de polimento em uma máquina mecanizada Polipan-2 (Pantec, São Paulo, Brasil) com uma sequência de lixas d'água abrasivas de granulações progressivas números 600, 1200 e 1500 (Norton, Guarulhos, Brasil) durante 1 minuto (Figuras 2, 3, 4, 5, 6). Após o polimento, as amostras foram lavadas em cuba ultrassônica (Cristófoli, Paraná, Brasil) por 180 segundos, secas e inspecionadas para remoção de resíduos que pudessem interferir na análise da

interface pilar-implante (Figura 7). Ao final das secções dos implantes, cada Grupo passou a ter vinte metades.

Figura 1. Implante, fixado em morsa, recebendo torque de 80 N/cm.



Legenda: Em A, temos uma visão superior. Em B, uma visão lateral, observado a regão do corpo do implante apreendida pela morsa (5mm do ápice do implante). Fonte: Autoria própria, 2025.

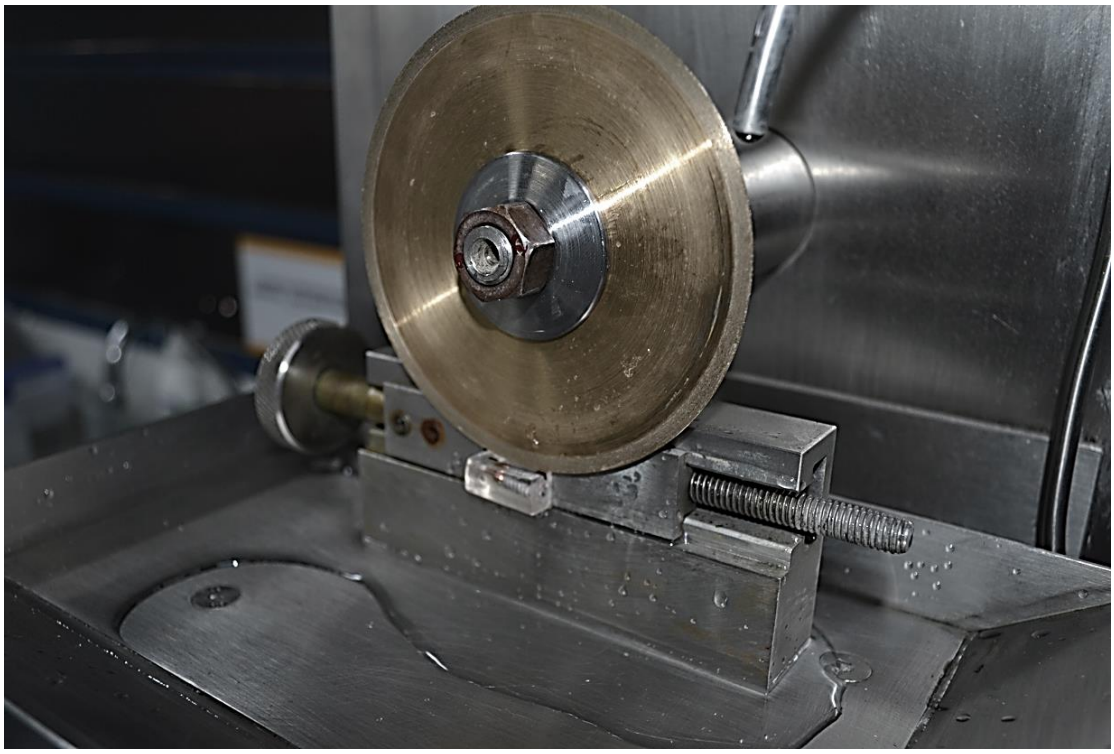
Figura 2. Amostras imersas em resina epóxi.

Legenda: Implantes incluídos em resina epóxi prontos para serem seccionados. Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 3: Politriz da Erios Equipamentos responsável pelo corte das amostras.

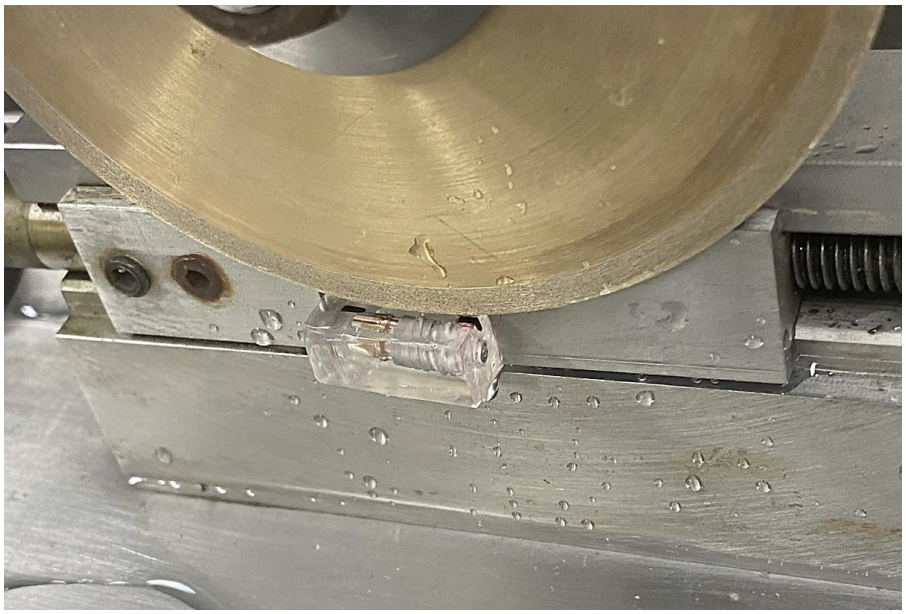
Legenda: Equipamento disponível no laboratório da Faculdade São Leopoldo Mandic. Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 4. Posicionamento do disco em relação ao longo eixo da amostra para secção.



Legenda: Amostra e disco posicionados para início da secção. Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 5. Imagem aumentada da secção vertical



Legenda: Marcações para orientação do sentido do corte para obtenção das amostras. Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 6. Polimento com as lixas d'águas das amostras na máquina de polimento Polipan-2.

Legenda: Amostra posicionada pelo operador para polimento sob refrigeração. Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 7. Cuba ultrassônica.

Legenda: Cuba usada para remoção de possíveis fragmentos. Fonte: Autoria própria, 2025.

Cada amostra, ou seja, uma metade de um implante, foi examinada, por um mesmo e único operador, em seis pontos na interface pilar-implante (três no lado direito e três do lado esquerdo) utilizando a microscopia óptica (Alliance Microscopia, São Paulo, São Paulo), com aumento 40 x e ocular grande angular 12,5 x, para avaliar a presença e a magnitude do gap (Figura 8, 9, 10). A análise microscópica buscou identificar microfissuras, deformações ou deslocamentos na interface pilar-implante, possivelmente resultantes do torque aplicado durante o processo de inserção dos implantes. Fotos, com zoom de 5 x, foram realizadas por um celular modelo *iPhone* 11 Pro fixado em um dispositivo conectado ao microscópio.

Figura 8. Celular fixado em microscópio óptico.

Legenda: Celular conectado ao microscópio através de um dispositivo próprio para aquisição das imagens. Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 9. Operador posicionado para obtenção das imagens.

Legenda: Operador visualizando e capturando as imagens obtidas. Fonte: Autoria própria, 2025.

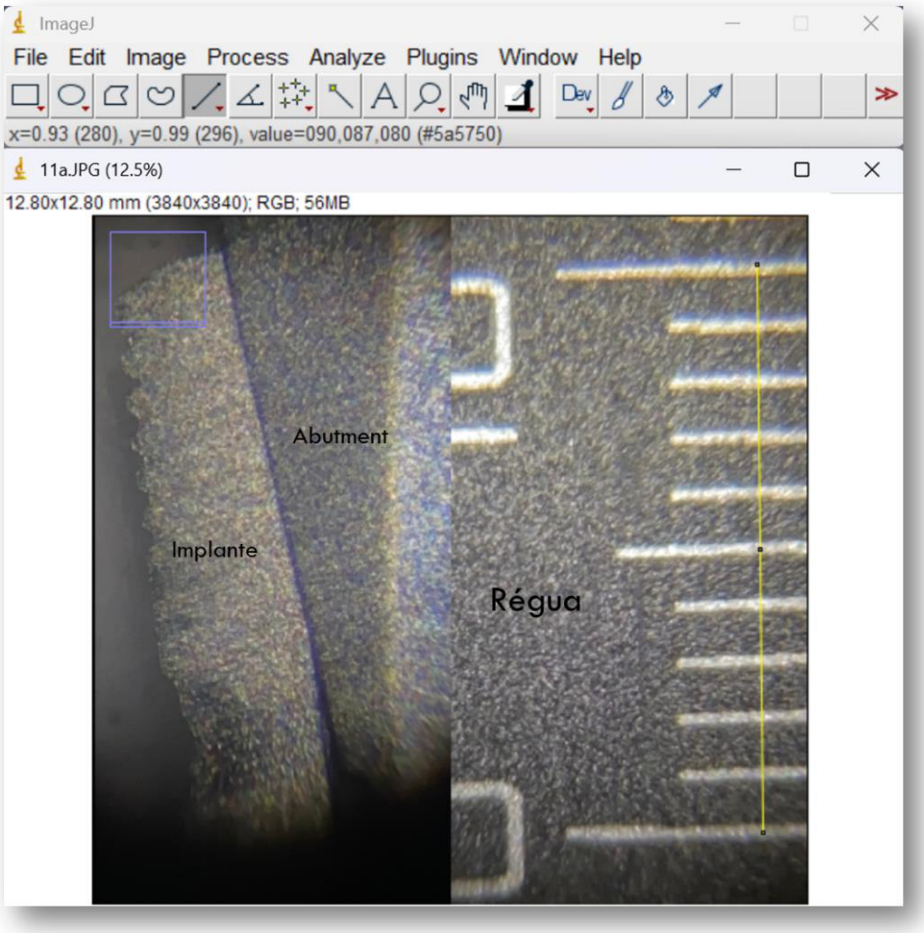
Figura 10. Imagem de corte transversal da amostra após inclusão em resina obtido na microscopia óptica.

Legenda: De A ao F, pontos de análise no microscópio óptico. Fonte: Adaptado de Gehrke et al., 2016.

Análise das Imagens

Após as imagens dos dois grupos serem obtidas através de fotos, cada uma delas foi analisada, pelo mesmo operador, por um *software* de computador de domínio público, feito em JAVA, capaz de medir distâncias, processar e analisar imagens científicas, o *ImageJ* (Versão: 1.8.0_112). Antes das análises das regiões, as imagens eram abertas dentro do programa, realizava-se a calibragem utilizando uma escala ou medidas conhecidas (Figura 11). As distâncias encontradas nas regiões A, B, C, D, E e F foram registradas em uma tabela Excel para posterior realização das análises estatística (Figura 12).

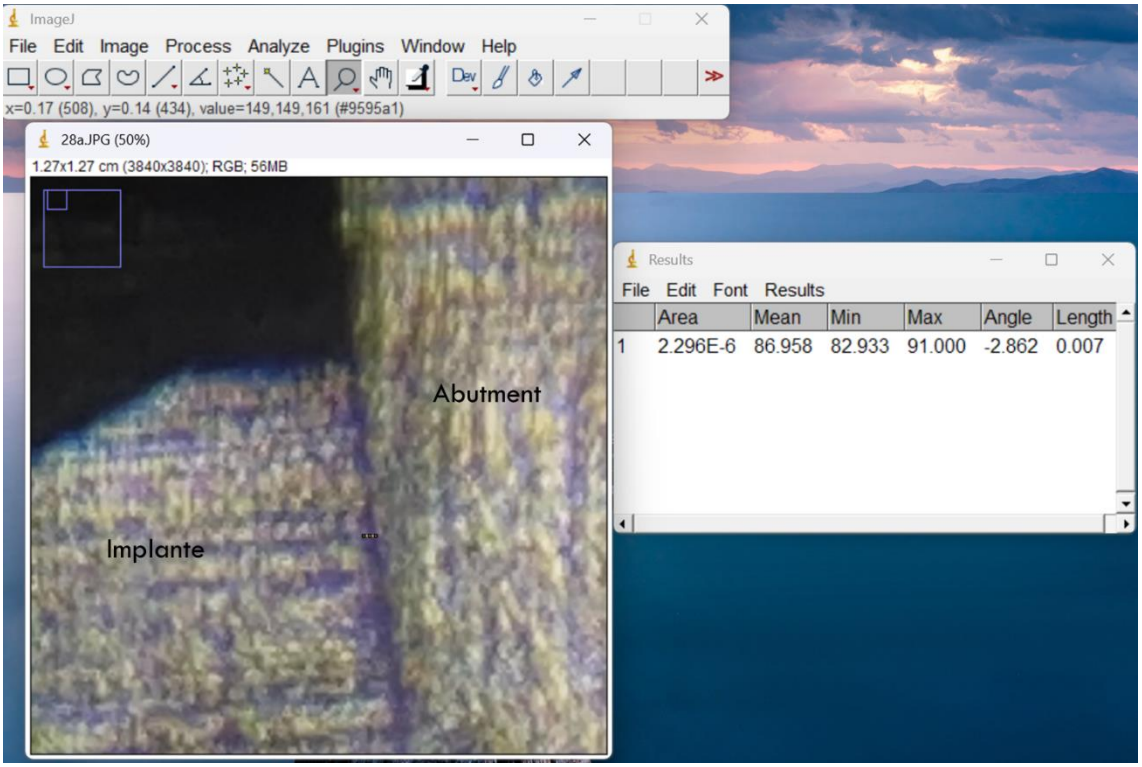
Figura 11. Imagem da calibração dentro do programa ImageJ.



Legenda: Identificação do implante, *abutment* e a régua (escala de medida conhecida).

Fonte: Autoria própria, 2025.

Figura 12. Imagem aumentada para verificação de presença de gap.



Legenda: Mensuração da distância entre implante e *abutment* pelo *software ImageJ*. Fonte: Autoria própria, 2025.

Análise Estatística dos Dados

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente no programa SPSS, versão 29 (*Statistical Package for the Social Science, for Windows, Version 29.0.2.0, Armonk, NY: IBM Corp*), utilizando análise estatística exploratória e inferencial de dados. As variáveis categóricas foram apresentadas utilizando-se distribuições de frequências absolutas e relativas, ao passo que as variáveis quantitativas (medidas de deformidades) foram resumidas descritivamente empregando-se medidas de centralidade (média e mediana), bem como indicadores de dispersão (amplitudes e desvio padrão).

Adicionalmente, a análise exploratória empregou também o diagrama de *Tukey* para as medidas de deformidade, para os grupos 1 (20 N/cm) e 2 (80 N/cm) (*Boxplot*), para a apresentação do sumário de 5 números (mínimo, máximo, mediana e quartis), assim como gráficos de colunas duplas para as comparações do número de implantes deformados para os dois grupos de comparação.

A análise inferencial escolhida considerou os pré-requisitos para a utilização dos

testes paramétricos, incluindo a condição de normalidade, o comportamento dos diagramas de quartis e o impacto dos valores atípicos sobre as médias, as medianas e os desvios padrão. A análise conjunta desses critérios resultou na escolha do teste não-paramétrico de comparação de postos de Mann-Whitney para grupos independentes, considerando a violação de alguns desses requisitos para a utilização do teste t de *Student* para comparação de médias entre grupos independentes.

Sendo assim, a comparação das medidas de centralidade alternativas (posto média) dos valores de deformidade (em µm) entre os grupos 1 e 2 para cada uma das seis regiões analisadas, assim como para o número total de regiões afetadas em ambos os grupos, utilizou teste não-paramétrico alternativo. A magnitude do efeito da elevação do torque sobre a deformidade, considerando-se o número de regiões deformadas utilizou-se o coeficiente de Cohen, com correção de Hedges, adaptado para a utilização do teste de Mann-Whitney.

A análise de poder estatísticos a posteoriori, considerando-se um nível de significância $\alpha = 0,05$, foi realizado no programa PASS (*Power Analysis and Sample Size*), versão 15.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as medidas descritivas de tendência central (média e mediana) e de variabilidade (mínimo, máximo e desvio padrão) dos valores de deformidade de implantes (em micrômetro, µm), divididos em dois grupos submetidos a valores de torque distintos: Implantes no Grupo 1 (20 N/cm) e Implantes no Grupo 2 (80 N/cm). Como pode ser observado, as médias e medianas dos valores de deformidade analisados foram superiores nos implantes submetidos a torques de 80 N/m em todas as regiões, exceto os valores medianos de deformidades nas regiões C e F; assim como que os valores máximos de deformidade alcançados foram superiores nesse Grupo 2, quando comparados aos valores de deformidade obtidos no Grupo 1.

Tabela 1. Medidas de centralidade e de dispersão dos valores de deformidade (µm), nos grupos de torque de 20 N/cm (Grupo 1, n=20) e 80 N/cm (Grupo 2, n=20).

Deformidades (µm)	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio padrão
Região A					
Grupo 1: 20 N/cm	0,00	86,00	20,90	11,00	26,89
Grupo 2: 80 N/cm	0,00	109,00	41,15	38,00	36,20
Região B					
Grupo 1: 20 N/cm	0,00	19,00	2,45	0,00	5,08
Grupo 2: 80 N/cm	0,00	72,00	26,50	25,00	23,56
Região C					
Grupo 1: 20 N/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grupo 2: 80 N/cm	0,00	53,00	8,35	0,00	18,11
Região D					
Grupo 1: 20 N/cm	0,00	69,00	18,30	7,50	22,48
Grupo 2: 80 N/cm	0,00	136,00	43,10	33,00	39,49
Região E					
Grupo 1: 20 N/cm	0,00	15,00	2,85	0,00	5,06
Grupo 2: 80 N/cm	0,00	89,00	29,80	25,00	26,25
Região F					
Grupo 1: 20 N/cm	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Grupo 2: 80 N/cm	0,00	65,00	9,35	0,00	20,25
Total de Regiões Afetadas					
Grupo 1: 20 N/cm	0,00	4,00	1,65	2,00	1,69
Grupo 2: 80 N/cm	0,00	6,00	3,80	4,00	1,70

Ao analisar os dados da Tabela 1, as regiões A e D apresentaram os maiores valores médios e medianos de deformação no grupo de 80 N/cm, ao passo que as regiões C e F não apresentaram deformidades detectáveis no Grupo 1. Esse Grupo apresentou menores valores médios (a mediana foi nula devido ao modo como foi calculada, sendo afetada por valores iguais a 0,00 repetidos em várias ocasiões) como encontrados no grupo de 80 N/cm.

Quando considerado o número de regiões que apresentaram deformidades, a mesma tendência se repete, indicando que houve um maior número de regiões deformadas nos implantes agrupados e submetidos ao torque de 80 N/cm. De fato, a mediana desse número indica o dobro de regiões com deformidade no Grupo 2 (80 N/cm), quando comparado ao Grupo 1 (20 N/cm) (Tabela 1).

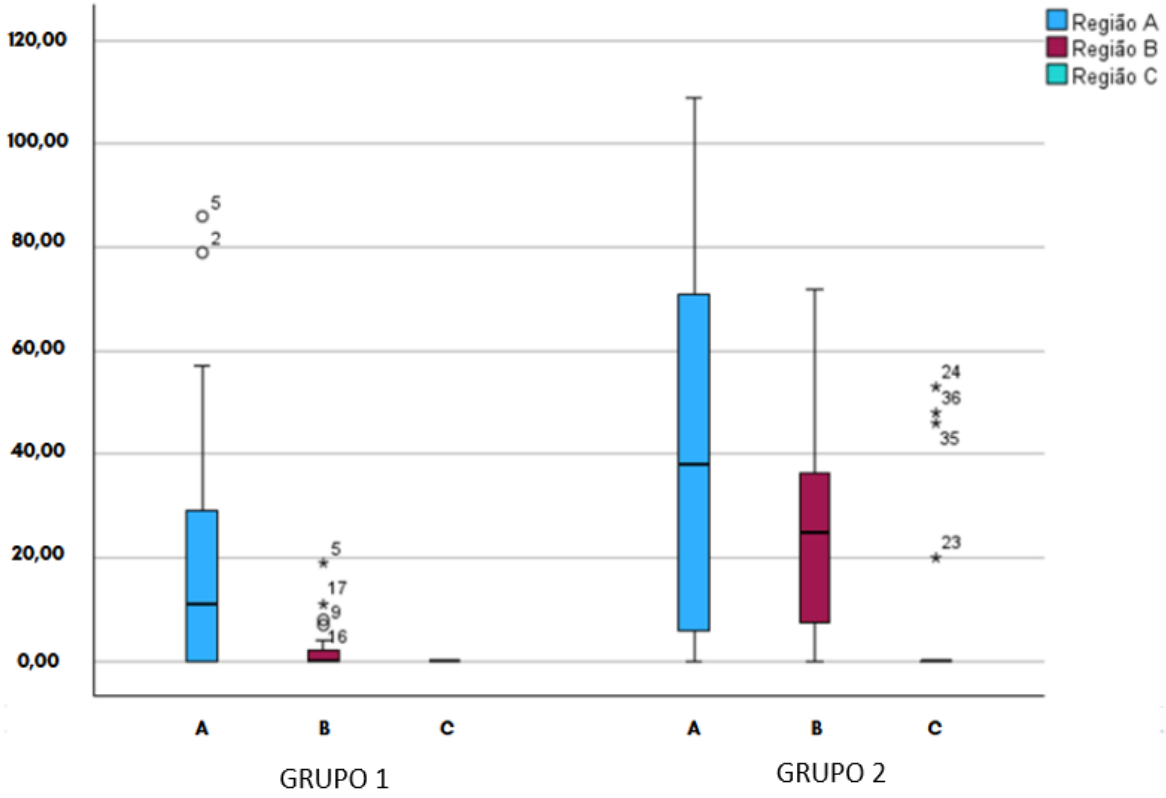
No caso da variabilidade das medidas de deformação, a dispersão desses valores foi também superior no Grupo 2, refletida tanto na amplitude máxima de variação, assim como nos valores de desvio padrão. As regiões A e D foram aquelas que apresentaram maior variabilidade nas medidas de deformação no Grupo 2. Com efeito, na região D, a amplitude máxima de variação foi de 136,00 µm e o desvio padrão foi de 39,49 µm, ao passo que, na região A, a amplitude máxima de variação foi de 109,00 µm e o desvio padrão foi de 36,20 µm. Nas regiões C e F, não houve variabilidade no Grupo 1, já que nenhuma das 20 metades dos implantes apresentaram deformidades detectáveis na análise (Tabela 1).

Os diagramas de *Tukey* ou de quartis (*Boxplot*) apresentados nos Gráficos 1 e 2 permitem visualizar a distribuição do sumário de 5 números (mínimo, máximo, primeiro quartil, mediana e terceiro quartil), assim como a presença de valores atípicos obtidos nas avaliações dos valores de deformação nas seis regiões avaliadas, em cada um dos dois Grupos de torques considerados.

Pode ser visto no Gráfico 1, que a variabilidade, quantificada nos gráficos pela amplitude interquartílica (base do retângulo) também é maior no Grupo 2 nas regiões A e B. A região C apresentou os menores valores de deformação, pelo modo como as separatrizes são calculadas, a amplitude interquartílica foi nula. Além disso,

podem ser observadas, nesses mesmos Gráficos, a existência de observações atípicas, rotuladas pelos códigos das unidades de observação no banco de dados. Exemplificando, a observação atípica "o5" indica que a deformidade do implante de código 5 da região A foi de 86,00 µm e, assim, sucessivamente.

Gráfico 1. Diagrama de *Tukey* (*Boxplot*) apresentando o sumário de 5 números dos valores de deformidade (em µm) dos implantes nas regiões A, B e C.



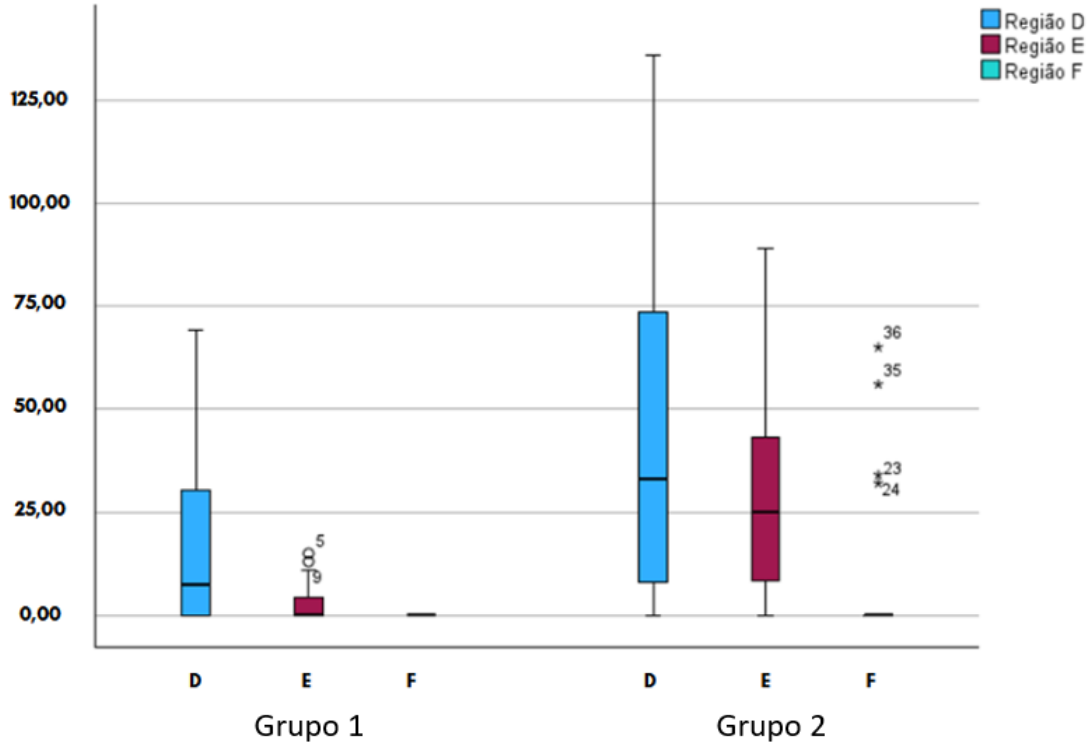
Fonte: Autoria própria, 2025.

Pode ser visto no Gráfico 2, que a variabilidade quantificada pela amplitude interquartílica também foi maior no Grupo 2 nas regiões D e E. Na região F foi apresentado menores valores de deformação depois da região C, pelo modo como as separatrizes foram calculadas. A amplitude interquartílica foi nula.

Além disso, no Gráfico 2, existem observações atípicas rotuladas pelos códigos das unidades de observação no banco de dados, como por exemplo, as

observações atípicas “o5” e “o9” indicam que as deformidades dos implantes de código 5 e 9 da região E no banco de dados foram respectivamente, 15,00 µm e 13,00 µm e, assim, sucessivamente.

Gráfico 2. Diagrama de *Tukey* (*Boxplot*) apresentando o sumário de 5 números dos valores de deformidade (em µm) dos implantes nas regiões D, E e F.

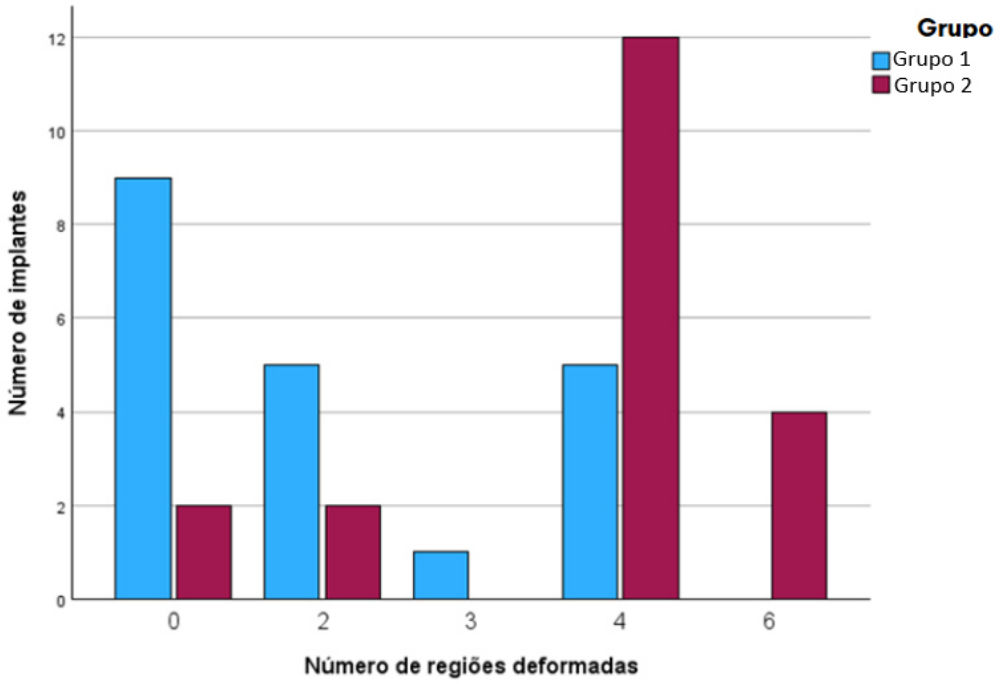


Fonte: Autoria própria, 2025.

Os valores rotulados no Gráfico 1 e 2 com asteriscos (*) indicam valores de deformidade extremos dentro de seus respectivos Grupos, de acordo com os critérios definidos pelo diagrama de *Tukey*.

O Gráfico 3 apresenta a distribuição do número de regiões que apontam deformações detectáveis dentro de cada um dos grupos de torque, Grupo 1 (20 N/cm) e Grupo 2 (80 N/cm). A altura das colunas indica o número de implantes analisados dentro de cada um dos Grupos.

Gráfico 3. Distribuição do número de regiões que apresentaram deformidades entre os dois Grupos de torque analisados.



Fonte: Autoria própria, 2025.

Para determinar se as diferenças dos valores das medidas de deformidade entre os grupos definidos por torques de 20 N/cm e 80 N/cm foram estatisticamente significativas, considerando um nível de significância $\alpha = 0,05$. Sendo assim, a Tabela 2 apresenta os resultados da comparação das medidas de centralidade alternativas (posto médio) dos valores de deformidade (em µm) entre os Grupos 1 e 2 para cada uma das seis regiões analisadas, assim como para o número total de regiões afetadas em ambos os grupos, considerando um nível de significância de 5 %.

Com base nesta análise inferencial bivariada, observa-se que houve, no nível de significância considerado, diferença estatisticamente significativa entre os valores de deformidade nas regiões A, B, D e E. Logo, os valores de deformidades foram maiores no Grupo 2 em todas as regiões analisadas. Por outro lado, as regiões C e F apresentaram menores valores de deformidade (Tabela 2).

Quando se considera o número de regiões deformadas, também houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos de torque definidos (Grupo 1, posto médio = 14,40 µm; Grupo 2, posto médio = 26,60 µm; p = 0,04). Em suma, há evidências suficientemente fortes de que os implantes submetidos ao torque de 80 N/cm apresentaram níveis de deformidade superiores, quando comparados ao grupo de torque inferior (20 N/cm). Dentro do nível de significância considerado, pode-se descartar o acaso como sendo responsável por essa diferença (Tabela 2).

Com efeito, a análise do poder estatístico a *posteriori* dessa diferença, para o tamanho amostral alcançado no presente estudo, de 20 amostras por grupo, foi de 97,4 %, considerando um nível de significância de 5 %, um resultado excelente, já que o desejável, em um teste de hipóteses, é que o erro do tipo 2, β, seja inferior ou igual a 0,2, ou seja, que o estudo tenha alcançado um poder mínimo, 1 – β, de 80 % (Tabela 2).

Quando se analisa a magnitude do efeito de um torque mais elevado sobre a deformidade dos implantes, considerando o número de regiões afetadas, o valor pontual do coeficiente d de *Cohen* com correção de *Hedges* indica uma grande magnitude de efeito, considerando que o valor, d = 1, 24 (IC: 0,57-1,90), é superior àquele considerado na literatura como indicativo de magnitude de efeito grande, ou seja, d > 0,80. Ou seja, a elevação do torque provocou um efeito detectável de grande magnitude, sendo, além disso, um efeito prático estatisticamente significativo com um poder estatístico a *posteriori* bastante aceitável (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado da análise inferencial de comparação das medidas de deformidades dos implantes (µm), entre os grupos com torques de 20 N/cm e 80 N/cm.

Deformidades (µm)	n	Posto médio	Amplitude interquartílica	P
Região A				
Grupo 1: 20 N/cm	20	**16,78**	**29,50**	**0,04**
Grupo 2: 80 N/cm	20	**24,23**	**67,50**	
Região B				
Grupo 1: 20 N/cm	20	**13,50**	**3,00**	**< 0,001**
Grupo 2: 80 N/cm	20	**27,50**	**31,00**	
Região C				
Grupo 1: 20 N/cm	20	18,50	0,00	0,11
Grupo 2: 80 N/cm	20	22,50	0,00	
Região D				
Grupo 1: 20 N/cm	20	**16,18**	**30,75**	**0,02**
Grupo 2: 80 N/cm	20	**24,83**	**68,25**	
Região E				
Grupo 1: 20 N/cm	20	**13,68**	**5,75**	**< 0,001**
Grupo 2: 80 N/cm	20	**27,33**	**37,25**	
Região F				
Grupo 1: 20 N/cm	20	18,50	0,00	0,11
Grupo 2: 80 N/cm	20	22,50	0,00	
Total de Regiões Afetadas				
Grupo 1: 20 N/cm	20	**14,40**	**4,00**	**< 0,001**
Grupo 2: 80 N/cm	20	**26,60**	**0,00**	

n: número de implantes

p: probabilidade sob H_0 para um nível de significância de 5 % com teste ***U*** exato de *Mann-Whitney.*

A congruência entre resultados e alguns achados na literatura são claros ao considerar que, em conexão Cone Morse, torques mais altos comprometem a integridade estrutural, sugerindo a necessidade de um equilibrio entre estabilidade primária e perservação da estrutura do implante. Vale destacar que defeitos superficiais podem ser vistos durante a usinagem dos implantes e dos pilares, o que pode acarretar ao aumento do tamanho do gap e comprometer o ajuste das conexões pilar-implante. Além disso, a discrepância nas propriedades mecânicas entre pilar-implante pode acelerar o desgaste das superfícies, afetando o tamanho do gap e consequentemente, o desempenho da conexão durante a mastigação (Lopes et al., 2018);

Em contraponto ao trabalho, a pesquisa de Romanos et al. (2016) indicam que a conexão Cone Morse minimiza falhas mecânicas ao gerar um efeito de “trava de fricção”. Embora esse mecanismo seja satisfatório, os dados obtidos sugerem que torques elevados podem induzir fissuras na interface pilar-implante, principalmente com torques superiores a 80 N/cm. Neste estudo, observou-se que os implantes submetidos a esse torque apresentaram uma deformidade média de 26,60 µm, enquanto os submetidos a 20 N/cm, apresentaram apenas 14,40 µm, reforçando a hipótese que os torques elevados aumentam a deformação estrutural.

Outras pesquisas também afirmam essa hipótese, como a de Jörn et al. (2016) que relatam que torques entre 30 e 45 N/cm resultam em equilíbrio adequado entre estabilidade primária e integridade estrutural e os torques acima de 60 N/cm já aumentam significativamente a ocorrência de fissuras. Em vista disso, os autores sugerem que valores moderados são mais indicados pois favorecem a estabilidade sem comprometer a estrutura, como apontados por Gois et al. (2018) e Marconcini et al. (2018). Esses autores afirmam que torques entre 30 e 50 N/cm são os mais indicados para garantir o equilíbrio entre fixação e preservação da integridade do sistema.

Resultados semelhantes foram apresentados por Gehrke et al. (2016), os quais verificaram que torques superiores a 70 N/cm ocasionam tensões excessivas na conexão pilar-implante, podendo comprometer a osseointegração. Do mesmo modo, Norton (2017) observou que valores acima de 60 N/cm causam danos estruturais à longo prazo, evidenciando que o excesso de torque não traz benefícios adicionais à estabilidade do implante.

Em complemento, os resultados estatísticos deste estudo reforçam a influência do torque de inserção. O Grupo 2 (80 N/cm) apresentou valores significativamente superiores de deformidades em quase todas as regiões analisadas, indicando que há um limite crítico acima do qual a deformação mecânica se torna deletérica. Vélez et al. (2020) também destacam que a integridade da conexão pilar-implante é importante para evitar falhas precoces, corroborando com os resultados deste estudo ao sugerir a necessidade de limites seguros para o torque de inserção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os resultados alcançados neste estudo experimental-quantitativo, os torques elevados de inserção, como de 80 N/cm, demonstraram um impacto negativo na interface pilar-implante em conexão Cone Morse, nos implantes estudados, resultando em aumento significativo das deformidades estruturais e maior variabilidade nos valores de deformação, principalmente nas regiões A e D.

Dessa forma, conclui-se que a principal recomendação é evitar torques elevados, pois eles podem induzir deformidades estruturais e aumentar o risco de falhas mecânicas, comprometendo o resultado do tratamento implantodôntico.

REFERÊNCIAS

Alfonsi F, Borgia BL, Tonelli P, Giammarinaro E, Marconcini S, Romeggio S, Barone A. The clinical effects of insertion torque for implants placed in healed ridges: A two-year randomized controlled clinical trial. J Oral Sci Rehab. 2016;2:62-73.

Gehrke SA, Shibli JA, Aramburú Junior JS, de Val JE, Calvo-Girardo JL, Dedavid BA. Effects of different torque levels on the implant-abutment interface in a conical internal connection. Braz Oral Res. 2016;30:S1806-83242016000100233.

Gois Filho DM, Gois-Santos VT, Silva RS, Marqueti AC, Cortes ARG, Trento CL. Evaluation of sealing between abutment and inner connection of cone morse dental implant microgaps between implant and abutment. Clin Lab Res Den. 2018:1-6.

Jörn D, Kohorst P, Besdo S, Borchers L, Stiesch M. Three-Dimensional Nonlinear Finite Element Analysis and Microcomputed Tomography Evaluation of Microgap Formation in a Dental Implant Under Oblique Loading. Int J Oral Maxillofac Implants. 2016;3(3):e32-42 .

Lopes PA, Carreiro AFP, Nascimento RM, Vahey BR, Henriques B, Souza JCM. Physicochemical and microscopic characterization of implant-abutment joints. Eur J Dent. 2018;12(1):100-104.

Marconcini S, Giammarinaro E, Toti P, Alfonsi F, Covani U, Barone A. Longitudinal analysis on the effect of insertion torque on delayed single implants: A 3-year randomized clinical study. Clin Implant Dent Relat Res. 2018;20(3):322-332.

Norton MR. The Influence of Low Insertion Torque on Primary Stability, Implant Survival, and Maintenance of Marginal Bone Levels: A Closed-Cohort Prospective Study. Int J Oral Maxillofac Implants. 2017;32(4):849-857.

Romanos GE, Biltucci MT, Kokaras A, Paster BJ. Bacterial Composition at the Implant-Abutment Connection under Loading in vivo. Clin Implant Dent Relat Res. 2016;18(1):138-45.

Vélez J, Peláez J, López-Suárez C, Agustín-Panadero R, Tobar C, Suárez MJ. Influence of Implant Connection, Abutment Design and Screw Insertion Torque on Implant-Abutment Misfit. J Clin Med. 2020;24;9(8):2365.