

FACULDADE SETE LAGOAS - FACSETE

VINÍCIUS GABRIEL SIMÕES MUNHOZ

**A INFLUÊNCIA DO TORQUE OU DEMAIS FATORES SOBRE OS
VALORES DE DESTORQUE NOS IMPLANTES DENTÁRIOS:
ASPECTOS ATUAIS**

São José dos Campos, SP
2021

VINÍCIUS GABRIEL SIMÕES MUNHOZ

**A INFLUÊNCIA DO TORQUE OU DEMAIS FATORES SOBRE OS
VALORES DE DESTORQUE NOS IMPLANTES DENTÁRIOS:
ASPECTOS ATUAIS**

Monografia apresentada ao Programa de pós-graduação em Odontologia da Faculdade Sete Lagoas - Facsete, São Paulo, SP, como requisito parcial a obtenção do título de especialista em Implantodontia.

Área de Concentração: Implantodontia

Orientador: Prof. Dr. Virgílio Vilas Boas

**São José dos Campos, SP
2021**

Gabriel Simões Munhoz, Vinícius

A influência do torque ou demais fatores sobre os valores de destorque nos implantes dentários: aspectos atuais- Revisão de literatura/ Vinícius Gabriel Simões Munhoz- 2021
32 f.

Orientador: Virgílio Vilas Boas

Monografia (Especialização em Implantodontia) - Faculdade Sete Lagoas - Facsete, 2021.

1: Implantes dentários, Prótese implantosuportadas.

I. Virgílio Vilas Boas

VINÍCIUS GABRIEL SIMÕES MUNHOZ

**A INFLUÊNCIA DO TORQUE OU DE MAIS FATORES SOBRE OS VALORES
DE DESTORQUE NOS IMPLANTES DENTÁRIOS: ASPECTOS ATUAIS**

Monografia apresentada à Faculdade Sete Lagoas - Facsete,
- como requisito parcial para aprovação na Especialização
em Implantodontia

Data: ____/____/____

Resultado: _____

Banca Examinadora

Prof. _____

Assinatura: _____

Prof. _____

Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que nunca mediram esforços para que os meus estudos fossem prioridade.

Dedico também à minha família, minha noiva que sempre me incentivaram e tiveram paciência com a minha ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores e mestres, dessa especialização, que compartilharam os seus conhecimentos em prol da minha formação.

Agradeço a todos os funcionários e pacientes, de alguma forma, que colaboraram comigo.

E por fim, agradeço a minha família! Vocês foram essenciais nesta etapa!

**“O que você sabe não tem valor; o valor está no que
você faz com o que sabe” –Bruce Lee**

RESUMO

O estudo do de propriedades mecânicas ideais para o conjunto implante/pilar/prótese vêm sendo objeto de estudo por diversos artigos. Dentre as propriedades mecânicas mais estudadas é possível elencar o torque de inserção, os valores de destorque e a influência de diversos fatores sobre essas propriedades. Uma vez que o torque de inserção determina a pré-carga, já os valores de destorque muito distantes dos valores de torque indicam um prognóstico desfavoráveis para as conexões. Deste modo, o objetivo desta revisão de literatura é reunir, analisar e discutir informações referente a influência de diversos fatores sobre os valores de torque e destorque, além da estabilidade das conexões (implante/pilar/prótese). Nos estudos que comparam e analisaram o efeito de diferentes valores de torque ou dos tempos de manutenção da aplicação de torque sobre os valores de destorque do parafuso do pilar em próteses fixas, evidenciaram os seguintes aspectos: A aplicação de 35 N/cm² em diferentes tempos não afetou o valor de destorque em uma prótese fixa implantossuportadas, e a manutenção do torque por tempo prolongado (10 segundos ou 30 segundos) não foi associada a uma pré-carga maior; Quanto maior o torque de aperto aplicado, maiores é o ajuste da interface implante-pilar e ,por conseguinte, valor de destorque. Conclui-se que diversos fatores podem alterar os valores de destorque. Dentre estes é possível destacar, o valor do torque e o tempo, tipo de prótese ou do parafuso, material dos pilares, conexões (hexágono externo, hexágono interno e cone Morse) e angulações.

Palavras-chave: Implante Dentário; Torque; Destorque; Prótese parafusada.

ABSTRACT

The study of ideal mechanical properties for the implant/abutment/prosthesis set has been the object of study in several articles. Among the most studied mechanical properties, it is possible to list the insertion torque, the displacement values, and the influence of several factors on these properties. Since the insertion torque determines the preload, the detorque values too far from the torque values indicate a poor prognosis for the connections. Thus, the objective of this literature review is to gather, analyze and discuss information regarding the influence of various factors on torque and detorque values, in addition to the stability of the connections (implant/abutment/prosthesis). In studies that compared and analyzed the effect of different torque values or times of maintenance of the application of torque on the detorque values of the abutment screw in fixed prostheses, the following aspects were evident: The application of 35 N/cm² at different times it did not affect the detorque value in an implant-supported fixed prosthesis, and the maintenance of torque for a long time (10 seconds or 30 seconds) was not associated with a higher preload; The greater the applied tightening torque, the greater the fit of the implant-abutment interface and, therefore, the detorque value. It is concluded that several factors can change the detorque values. Among these, it is possible to highlight the value of torque and time, type of prosthesis or screw, material of the pillars, connections (external hexagon, internal hexagon, and Morse cone) and angulations.

Keywords: Dental Implant; Torque; Untorque; Screwed prosthesis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1 Propriedades mecânicas e biofilme.....	14
3.2 Influência de soluções sobre os valores de torque e destorque.....	15
3.3 Análise do torque de inserção	18
3.4 Avaliação das propriedades mecânicas por diferentes estudos experimentais	20
4 DISCUSSÃO	25
5 CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os implantes dentários são amplamente utilizados no tratamento dos pacientes edêntulos, sendo considerado uma intervenção terapêutica eficaz, segura e que apresenta alto grau de previsibilidade, além de contribuir para o reestabelecimento das principais funções orofaciais, como a mastigação, fonação e a devolução da estética dento-facial entre outras. Contribuindo, diretamente, para a melhora da capacidade funcional e da qualidade de vida dos pacientes reabilitados (KIM et al, 2018; NAGAHISA et al., 2018; YILMAZ et al. 2021).

Embora o índice de sucesso do tratamento reabilitador por implantes sejam altamente satisfatórios, a qual evidenciam taxas de sobrevivência superiores a 90% nos primeiros 5 anos e acima de 80% durante a primeira década após a intervenção (GAMPER et al., 2017; VON STEIN-LAUSNITZ et al., 2019). A sobrevivência, a previsibilidade e os demais aspectos relacionados ao sucesso dos implantes, podem ser diretamente afetados pela ocorrência de falhas biológicas e/ou mecânicas (ANGELIS et al. 2017; KULLAR et al. 2019).

As complicações de origem biológica são geralmente causadas por um processo inflamatório dos tecidos peri-implantares ou por sobrecarga oclusais que prejudicam o leito receptor e a estabilidade do implante (ANGELIS et al., 2017; KULLAR et al. 2019). Já as falhas mecânicas, em sua maioria, estão vinculadas ao afrouxamento dos parafusos das conexões implante/pilar/prótese (PEREIRA et al. 2019; YILMAZ et al. 2021).

Estudos recentes (CASTELLANOS-COSANO et al. 2019; YI et al. 2019) que tiveram como objetivo investigar os principais sinais clínicos de implantes perdidos, evidenciaram que antes da perda do implante o afrouxamento do parafuso foi um dos principais sinais relacionadas com o insucesso do tratamento.

Diversos fatores podem contribuir ou não para o aumento das chances de afrouxamento dos componentes protéticos (PEREIRA et al. 2019). Dentre estes é possível destacar a pré-carga inadequada, o desenho distintos da prótese ou do parafuso ou das conexões (hexágono externo, hexágono interno e cone Morse etc.), sedimentação das superfícies microrrugosas, sobrecarga mecânica e a instabilidade da interface pilar/implante, além da influência da saliva, do biofilme entre outros (DUARTE et al. 2013; EBADIAN et al. 2021).

Neste contexto, o estudo do de propriedades mecânicas ideais para o conjunto implante/pilar/prótese vêm sendo objeto de estudo por diversos artigos (PRADO et al., 2016; ARSHAD et al., 2017). Dentre as propriedades mecânicas mais estudadas é possível elencar o torque de inserção, os valores de destorque e a influência de diversos fatores sobre essas propriedades (AL-OTAIBI et al., 2018).

Uma vez que o torque de inserção determina a pré-carga, que é definida como a força de tração aplicada no parafuso do pilar protético como um produto do torque (apertamento) do parafuso. Gerando, uma tensão inicial que ocasiona uma força de compressão entre os componentes, mantendo-os ajustados (RICOMINI FILHO et al., 2010; DUARTE et al. 2013; EBADIAN et al., 2021). Já os valores de destorque muito distantes dos valores de torque indicam um prognóstico desfavoráveis para as conexões (PRADO et al., 2016; ARSHAD et al., 2017).

Deste modo, o objetivo desta revisão de literatura é reunir, analisar e discutir informações referente a influência de diversos fatores sobre os valores de torque e destorque, além da estabilidade das conexões (implante/pilar/prótese).

2 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho é reunir, analisar e discutir informações referente a influência de diversos fatores sobre os valores de torque e destorque, além da estabilidade das conexões (implante/pilar/prótese).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Propriedades mecânicas e biofilme

Ricomini Filho et al. (2010), teve como objetivo avaliar a perda de pré-carga e a penetração bacteriana através da interface implante-pilar de sistemas de conexão cônica e hexágono externo submetidos à ciclagem térmica e a fadiga mecânica, por meio dos valores de destorque entre outros. Para a metodologia desse estudo foram utilizados quatro diferentes sistemas de conexões (implante-pilar), sendo avaliados (n = 6, de cada): hexágono externo com pino universal; cone Morse com pino universal; cone Morse com pino universal através de parafuso e cone de travamento com pilar padrão. As montagens (implante-pilar) foram submetidas a um regime de ciclagem térmica (1.000 ciclos de 5 graus C e 55 graus C) e à fadiga mecânica (1000.000 ciclos, 1,0 Hz, 120 N). Os conjuntos foram imersos em caldo Tryptic Soy + Yeast Extract contendo *Streptococcus sanguinis* e incubados a 37 ° C e a 10% de CO (2) por 72 h. Os valores de destorque foram registrados. Também foi avaliado a penetração bacteriana por microscopia eletrônica de varredura. Pelos resultados desse estudo, foi possível verificar que todos os sistemas de pilares de parafuso apresentaram valores de contra-torque adequados, quando submetidos aos protocolos de fadiga, também foi verificado que os sistemas cônicos evidenciaram maior penetração bacteriana. Em suma, os autores ressaltam que os resultados encontrados não evidenciam uma relação positiva entre o destorque com o aumento da penetração bacteriana.

No estudo *in vitro* de Prado et al. (2016), foram avaliados a influência do biofilmes nos valores de destorque das conexões pilares-implantes, também foram registrados os desgastes dos materiais. Na metodologia desse estudo foram empregados dez sistemas de implante (cone Morse), sendo que os implantes foram colocados em um dispositivo de fixação metálico. Os pilares foram apertados aos implantes dentários por aplicação de torque de 15 N/cm². Em seguida, os conjuntos implante-pilares foram colocados em placas de 24 poços contendo 2 ml de BHImedium e 5 µl de saliva humana diluída, que foi incubada a 37 °C por 72 horas. A saliva humana foi coletada de quatro participantes com idades entre 20 e 31 anos de idade. Os participantes apresentavam boa saúde bucal e dentária, sem histórico de tratamento com antibióticos nos últimos 6 meses. Para a comparação entre as amostras foram avaliados os valores de destorque e aspectos morfológicos por meio da microscopia eletrônica de varredura e perfilometria. Os

resultados evidenciaram que os valores de destorque e as áreas danificadas do implante diminuíram após o contato com o biofilmes. Por fim, os autores inferiram que o principal resultado deste estudo *in vitro* foi a notável diminuição dos valores médios de torque nas conexões implante-pilar após imersão em meio de biofilme. No entanto, o dano à conexão interna dos implantes foi reduzido após o contato com os biofilmes. Esses resultados sugerem que os biofilmes têm um efeito lubrificante que diminui o atrito entre superfícies de contato. Isso pode levar ao afrouxamento da integridade mecânica das conexões internas do implante.

Prado et al. (2017), em seu estudo experimental *in vitro*, avaliaram os valores de destorque dos pilares e seus aspectos morfológicos do desgaste de duas diferentes conexões de implantes dentários após a imersão em um meio contendo biofilme de saliva humana. Esse estudo analisou 20 conjuntos implante-pilar que foram divididos em quatro grupos: (A) Cone morse livre de meio contendo biofilme, (B) após contato com um meio contendo biofilme de saliva humana; (C) hexágono externo livre de meio contendo biofilme; (D) após contato com meio contendo biofilme de saliva humana. As amostras foram primeiramente torquedados aos implantes de acordo com as recomendações do fabricante, usando um torquímetro portátil. Os grupos B e D foram imersos em placas de 24 poços contendo 2 ml de meio BHI com microrganismos por 72h a 37 °C em condições microaerofílicas. Após a avaliação do destorque, os pilares foram removidos e os implantes analisados por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e perfilometria. Pelos achados nesse estudo foi possível verificar que os valores de destorque diminuíram para os implantes de hexágono externo e aumentaram para os implantes cone morse. No entanto, os valores foram mais baixos quando ambos os conjuntos estiveram em contato com um meio contendo biofilme (saliva humana). Em relação a análise microscopia e por perfilometria, foi observado que os maiores valores de rugosidade foram registrados nas superfícies livres de biofilme. Além disso, a remoção dos pilares alterou as superfícies internas dos implantes, resultando em um aumento do desgaste da conexão à base de titânio. Portanto, quando os conjuntos de pilares-implantes foram submetidos ao biofilme foi observado a diminuição dos valores de destorque.

3.2 Influência de soluções sobre os valores de torque e destorque

Duarte et al. (2013), em seu estudo pioneiro, avaliaram os valores de torque e destorque de parafusos de pilares após a imersão do implante-pilar na solução de saliva (artificial fluoretada). Para esse estudo experimental *in vitro*, foram utilizados os seguintes conjuntos comerciais de implante-pilar: (C) Conexão, (E) Emfils, (I) INP, (S) SIN, e (T) Titanium Fix. Os implantes foram embutidos em uma resina acrílica e, em seguida, colocados em um dispositivo de sustentação. Os pilares foram primeiro conectados aos implantes e torquados a 20 N/cm^2 usando um medidor de torque portátil. Os valores de contra-torque dos pilares foram avaliados após 10 minutos. Após a aplicação de um segundo torque de 20 N/cm^2 , os conjuntos implante-pilar foram retirados a cada 3 horas por 12 horas em solução fluoretada por um período de 90 dias. Após esse período, o destorque dos pilares foi avaliado. Também foram realizadas comparações entre os grupos por microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia de energia dispersiva. Os resultados evidenciaram, pela análise intragrupos, que os valores de destorque dos sistemas avaliados que foram imersos na solução fluoretada apresentaram aumento dos valores. Pela análise entre os grupos não foi demonstrada nenhuma diferença. Por fim, foi verificado que houve um aumento dos valores de destorque nos pilares após a imersão em soluções de saliva artificial fluoretada. Os autores também inferem que o aumento do destorque pode ser decorrente de uma camada de corrosão formada entre as superfícies metálicas em contato estático na junta implante-pilar, ocasionado durante a imersão nas soluções fluoretadas.

Asli et al. (2017), em seu estudo *in vitro*, avaliaram o efeito do gel de clorexidina nos valores de torque e destorque do parafuso da conexão pilar-implante-prótese. Visto que o gel de clorexidina é amplamente empregado para eliminar o mau cheiro da cavidade do implante e como medida antisséptica. Para tal, esse estudo experimental empregou três modelos de resinas com cinco implantes. Cada modelo pertenceu a um grupo diferente. O grupo A, foi o grupo controle e nenhum material foi aplicado na cavidade do implante. No Grupo B, a cavidade do implante foi preenchida com saliva antes do aperto do parafuso do pilar. No Grupo C, a cavidade do implante foi preenchida com saliva e depois com gel de clorexidina. Os pilares apertados com 24 N/cm^2 de acordo com as instruções do fabricante e então foram afrouxados. Esses processos foram repetidos cinco vezes. A razão entre a porcentagem média de destorque e os valores de torque foi medida em todos os grupos. Os resultados demonstraram que não houve diferença entre o grupo A com o B. Entretanto, o grupo B (grupo na qual, a cavidade do implante foi preenchida com saliva antes do aperto do parafuso do pilar)

apresentou o maior valor de destorque. O grupo C apresentou diferença máxima entre os valores de torque e destorque, enquanto, a diferença mínima foi observada no grupo B. Com esses achados, os autores ressaltaram que o uso de gel de clorexidina aumenta o risco de afrouxamento do parafuso.

Arshad et al. (2017) teve como objetivo investigar se o uso de um material adesivo específico, utilizado na indústria, era favorável para diminuir a perda de torque entre as conexão implante/parafuso/ prótese. Para tal, foram utilizados no estudo vinte implantes (3,4 mm) que foram divididos em 2 grupos (n=10, para cada grupo). Sendo o primeiro grupo, composto por um material adesivo que foi diretamente aplicado ao redor do parafuso dos pilares (grupo teste). Já no segundo grupo, os parafusos foram umedecidos com uma solução aquosa (para simulação da saliva humana). Para avaliar o valor de torque foi empregado um medidor eletrônico. Todos os parafusos foram torqueados a 25 N/cm² e, 15 minutos depois, reapertados a 30 N/cm². Em seguida, as amostras foram submetidas a um processo de carregamento de fadiga cíclica. Após o experimento, foram calculados os valores de destorque. Os resultados demonstraram que houve uma diferença significativa entre os dois grupos avaliados. Sendo que o uso de um material adesivo no grupo de teste alterou o valor de destorque que foi de 25,2000 N/cm², contra 12,3000 N/cm² do grupo controle. Também foi determinado que a média do valor de destorque de todos os grupos diminuiu significativamente após o carregamento cíclico. Por fim, ficou evidenciado que a aplicação de um material adesivo nos parafusos do pilar possibilitou a melhora dos valores de destorque, ou seja, ou uma otimização da fixação das conexões implante/pilar/prótese.

No estudo experimental de Wu et al. (2017) e de avaliação computacional, por análise tridimensional de elementos finitos, foi investigado o efeito do lubrificante na confiabilidade da conexão do parafuso do pilar com o implante dentário. Para tal, vinte e um implantes com seus respectivos pilares e parafusos foram distribuídos, de acordo com o tipo de lubrificante, nos seguintes grupos de pesquisa: Grupo 1, revestindo o parafuso com pó de grafite; Grupo 2, parafuso lubrificado com vaselina; Grupo controle, sem uso de lubrificantes. Para a comparação entre os grupos foram empregues os testes de coeficiente de atrito total (μ_{tot}), força de fixação, o comportamento à fadiga e o destorque das conexões. Além disso, uma análise tridimensional de elementos finitos foi usada para investigar a distribuição de tensões, em conjunto com imagens experimentais. Os resultados demonstraram que o lubrificante reduziu coeficiente de atrito total, o que por sua vez levou a um aumento na força de fixação. A redução no carregamento aumentou

a vida útil do parafuso à fadiga. No entanto, o uso de lubrificante em alta carga reduziu a vida em fadiga. A fratura dúctil na primeira rosca do parafuso foi o principal falha, devido à tensão máxima de von Mises. Níveis mais elevados de estresse ocorreram nos grupos de lubrificantes. Parafusos lubrificados apresentaram menores valores de destorque, facilitando o afrouxamento da conexão. Em conclusão, o lubrificante não pode melhorar efetivamente a confiabilidade da conexão implante dentário-pilar.

Seloto et al. (2018) analisaram a eficácia dos agentes selantes na manutenção de pré-carga de próteses parafusadas e suportadas por implantes dentários. Para tal, quarenta sistemas de pilares-implante, incluindo implantes de hexágono externo e UCLA anti-rotacional com um colar metálico em liga de cromo-cobalto, foram distribuídos nos seguintes grupos: Grupo controle, na qual nenhum agente selante foi utilizado na interface parafuso do pilar-implante; Grupo 2, foi empregado como o agente de vedação anaeróbio para torque médio; Grupo 3, foi utilizado o agente de vedação anaeróbico para alto torque; Grupo 4, teve como agente selador a união à base de cianoacrilato. Todos os pilares foram fixados aos implantes a 32 N/cm^2 . Após 48 horas do aperto inicial, o destorque foi medido usando uma chave de torque digital. Os resultados demonstraram que nos grupos Controle e 1, o destorque foi menor que o torque de inserção ($24,6 \pm \text{N/cm}^2$ e $24,3 \pm 1,1 \text{ N/cm}^2$, respectivamente). Nos grupos 3 e 4, os valores de destorque médio aumentaram em comparação ao torque de inserção ($51,0 \pm 7,4 \text{ N/cm}^2$ e $47,7 \pm 15,1 \text{ N/cm}^2$, respectivamente). Em suma, os autores evidenciaram que o agente de vedação anaeróbico para alto torque foi mais eficiente que os demais selantes, aumentando a pré-carga.

3.3 Análise do torque de inserção

Comparar e analisar o efeito de diferentes tempos de manutenção da aplicação de torque nos valores de destorque do parafuso do pilar em próteses fixas, implantossuportadas de arcada completa, foi o objetivo do estudo de Al-Otaibi et al. (2018). Para esse estudo experimental foram utilizados uma estrutura de adaptação passiva suportada por quatro implantes, que foram estabilizados em um modelo de resina com torque de 35 N/cm^2 e mantidos por tempos diferentes. Foram aplicados os seguintes protocolos de manutenção: Torque instantâneo (protocolo A); de 10 segundos (protocolo B); 30 segundos (protocolo C). Os valores de destorque foram registrados durante a remoção dos parafusos. A comparação entre os valores médios de torque e destorque foi realizada pelas análises intra e intergrupos. Os resultados desse estudo evidenciaram que

os valores médios de torque de remoção foram inferiores ao torque aplicado em todos os protocolos. O maior valor médio de torque de remoção foi encontrado no protocolo imediato (A), seguido pelo protocolo de 30 segundos (C) e pelo protocolo de 10 segundos (B). Todas essas diferenças foram consideradas estatisticamente significativas entre os valores de torque e destorque. Em suma, os autores concluíram que a aplicação de 35 N/cm² para diferentes tempos de manutenção da aplicação do torque no parafuso do pilar do implante não pareceu afetar o valor de destorque em uma prótese fixa implantossuportada. Sendo que a manutenção do torque por tempo prolongado (10 segundos ou 30 segundos) não foi significativamente associada a uma pré-carga maior do que a aplicação instantânea de torque em próteses implantossuportadas de arcada completa.

Vélez et al. (2020), tiveram como objetivo avaliar o desajuste marginal na interface implante-pilar na conexão externa e cone Morse, com pilares retos e angulados sob diferentes cargas de torque de inserção. Visto que um ajuste preciso na interface implante-pilar é um fator importante para evitar complicações biológicas e mecânicas. Para tal, esse estudo experimental *in vitro* empregaram 120 implantes, sendo 60 com conexão externa e 60 com conexão cone Morse. Pilares retos (n = 60) e angulados (n= 60) foram parafusados aleatoriamente em cada conexão em diferentes níveis de torque 10, 20 e 30 N/cm² (n=10, de cada grupos). Todas as amostras foram submetidas a carregamento térmico e cíclico e o contra-torque com o desajuste foram aferidos. Os resultados evidenciaram que as conexões de cone Morse com pilares retos e angulados apresentaram os menores valores de desajuste e de contra-torque, e que os valores de desajuste diminuíram com o aumento do torque. Portanto, os autores enfatizam que o desajustado foi afetado pelo tipo de conexão. Visto que o tipo de pilar não influenciou o ajuste na conexão cone Morse. Em suma, quanto maior o torque de aperto aplicado, maior o ajuste da interface implante-pilar.

No estudo experimental de Ebadian et al. (2021), foi comparado os efeitos de quatro diferentes torques de parafuso de pilares no afrouxamento do parafuso em próteses unitários suportadas por implantes, após a aplicação de carregamento mecânico. Neste estudo experimental, um total de 40 implantes em blocos de acrílico (6×10×20 mm) foram montados perpendicularmente à superfície, sendo divididos aleatoriamente em quatro grupos: (I) torção uma vez com 30 Ncm, (II) torção três vezes com 30 Ncm e intervalos de 5 minutos, (III) torção uma vez com 30 Ncm, abertura do parafuso e reaberto com 30 Ncm, e (IV) torqueamento uma vez com 35 Ncm. Os valores de torque foram confirmados

por meio de um torquímetro digital. Em seguida, as amostras foram submetidas a uma força (2 cps, 0,453–11,793 kg) por três horas antes da medição dos valores de destorque. Os resultados demonstraram que os valores médios máximos de destorque foram relatados nos seguintes grupos: IV ($27,8 \pm 1,3$), I ($26,8 \pm 1,3$) e III ($25,1 \pm 1,3$). Já o valor médio mínimo de destorque foi verificado no II ($24,9 \pm 1,2$). Além disso, não foi observada diferença significativa entre os grupos II e III, mas uma diferença significativa foi encontrada entre os grupos I e III. Por fim, o aumento no valor do torque aumentou a perda de torque. Porém, o valor de destorque no grupo IV, apresentou a menor diferença com o valor recomendado pelo fabricante (30 N/cm^2).

3.4 Avaliação das propriedades mecânicas por diferentes estudos experimentais

Lee et al. (2016), compararam as propriedades mecânicas (contra-torque e resistência a corrosão) de um pilar personalizado produzido com a liga Pd-Ag-In com um convencional (liga de titânio). Para esse estudo comparativo, foram analisados os seguintes parâmetros: a descoloração e a resistência à corrosão (por meio do uso de soluções químicas); A adaptação marginal de implantes e pilares do tipo interno, que foi realizada mediante a comparação entre pilares de titânio ($n=10$) com pilares Pd-Ag-In ($n=10$) (por meio de um sistema de medição de superfície); Teste de destorque, que foi realizado em 12 complexos implante-pilar de cada grupo controle (convencional) e experimental (liga Pd-Ag-In) para investigar a estabilidade da articulação do parafuso. Após o aperto inicial de 30 N, foi realizado um teste de carregamento cíclico, que simula o movimento da mastigação de um humano por 1 ano, já o destorque foi medido usando um medidor de torque digital. Os resultados evidenciaram que a liga Pd-Ag-In apresentou resistência estável à descoloração e corrosão, resultando em uma propriedade estética vantajosa. Quando comparada à liga de titânio, não apresentou diferenças em relação ao gap entre o implante e o pilar. Também não foi observado diferença significativa em relação os valores de destorque. Portanto, ambas as ligas demonstraram valores similares em relação ao destorque e torque.

Scherg, Karl et al. (2016), em seu estudo comparativo com ensaio clínico e teste in vitro, avaliaram a estabilidade da articulação do parafuso em restaurações fixas suportadas por implante. Dentro dessa premissa, o principal objetivo desse estudo foi comparar os valores de destorque das próteses implatossuportadas (convencionais) com

as pontes de implante procera, que são aquelas que não se encaixam aos ombros do implante de suporte, pois a sua fixação é realizada por meio de parafusos longos. Para tal, dois grupos de próteses (3 elementos) foram fabricados. Após a fixação aos implantes, as próteses foram submetidas à simulação mastigatória (100.000 ciclos, 100 N) e posterior destorquemento dos parafusos de retenção. Na parte clínica, um total de 10 pacientes receberam pontes de implante procera na região pré-molar/molar que foram destorquidas após 2, 4 e 6 meses. A comparação entre os grupos foram realizadas com base nos valores percentuais de destorque. Os resultados evidenciaram que 60% dos valores iniciais de torque foram mantidos nos parafusos retendo diretamente as próteses, enquanto os parafusos pilares usados nas próteses convencionais apresentaram níveis de destorque na faixa de 80%, ou seja, os parafusos empregados nas conexões pilar-implante evidenciam valores de destorque significativamente maiores em comparação com os parafusos que retêm diretamente as próteses.

Avaliar a deformação plástica da conexão hexagonal e o destorque do conjunto implante-pilar após ciclagem mecânica foi o objetivo do estudo de Pereira et al. (2019). Para tal, doze implantes dentários com conexões hexagonais internas e 12 com conexões hexagonais externas (totalizando 24) foram distribuídos em quatro grupos experimentais, de acordo com o tipo do material constituinte dos pilares (titânio: Ti, UCLA II Plus e zircônia: Zr, fabricados por CAD / CAM). Os pilares receberam uma coroa metálica e as configurações foram submetidas à ciclagem mecânica (10^6 ciclos, carga axial, 120N). As avaliações e comparações foram realizadas por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), também foram registrados os valores de destorque e a deformação plástica antes e após a ciclagem mecânica. Os resultados demonstraram que pequenas fraturas nas margens dos pilares de Zircônia foram observadas. Em relação aos valores de destorque dos pilares, todos os grupos apresentaram uma diminuição nos valores. Também foi registrado que após a remoção do pilares/prótese, todos os grupos apresentaram diminuição significativa na área de superfície do hexágono do implante. Em suma, os autores concluíram que a associação de conexão hexagonal interna e pilar de zircônia foram as piores situações em termos de valores de destorque.

Yi et al. (2019) compararam deslocamento axial, o destorque e a força de remoção de tração de pilares pré-fabricados com aqueles desenvolvidos por meio do CAD/CAM sobre implante tipo interno (cone Morse) após carregamento cíclico. Para tal, 14 conjuntos implante-pilar foram analisados, sendo 7 de pilares pré-fabricados e o

restante de pilares personalizados CAD/CAM. Todos os conjuntos incluíram uma conexão interna hexagonal cônica com cone Morse. Para a comparação e análises dos conjuntos foram analisados os seguintes parâmetros: Quantidade de deslocamento axial, valores de destorque e a força de remoção de tração para desalojar os pilares. Ambos as análises foram realizadas antes e após o carregamento cíclico (10^6 ciclos, 3 Hz com 150 N). Os resultados evidenciaram que não houve diferença entre os pilares CAD/CAM e os pilares pré-fabricados no deslocamento axial e na força de remoção de tração. Contudo, uma redução significativamente maior do destorque foi reportado nos pilares personalizados. Deste modo, os autores ressaltaram que o uso pilares personalizados (em implantes cone Morse) não afetou significativamente a quantidade de deslocamento axial e a força de remoção a tração, mas apresentou uma redução dos valores de destorque.

Hein et al. (2021), em seu estudo *in vitro*, avaliaram o afrouxamento, por meio dos valores de destorque, do parafuso de pilares protéticos com conexões cônicas internas (indexadas e não indexadas) com diferentes ângulos sob ciclagem mecânica. A metodologia desse estudo foi composta por uma amostra de trinta e seis implantes (conexões cônicas internas), nas dimensões de $4,0 \times 13$ mm, e com seus respectivos pilares protéticos universais ($n = 36$, [$3,5 \times 3,3$ mm]). Essas amostras foram divididas em grupos indexados e não indexados, ambos com 18. Já os pilares apresentavam inclinações de 0 (reta), 17 e 30 graus. Todos os implantes receberam um torque de inserção de 15 N/cm² que foi aplicado de acordo com as especificações do fabricante. Os espécimes foram submetidos a testes de fadiga de 500.000 ciclos a uma frequência de 2Hz com uma carga de compressão dinâmica de 120 N e a um ângulo de 30 graus. Os valores de destorque foram aferidos por meio de um torquímetro digital. Os resultados demonstraram que os pilares indexados tiveram valores médios de destorque de $6,72 (\pm 2,29)$ N/cm² sob ciclagem mecânica, enquanto os não indexados tiveram valores de $8,98 (\pm 1,84)$ N/cm². No grupo indexado, o menor valor de destorque foi observado para pilares a 30 graus em comparação com o grupo reto. Quanto aos pilares não indexados, valores de destorque semelhantes foram observados após o aumento da inclinação do pilar. Dessa forma, os autores evidenciaram que a diminuição dos valores de destorque nos pilares indexados foi relacionada, de forma direta, as inclinações. Portanto, quanto maior a inclinação menor é o valor do destorque.

No estudo experimental *in vitro* de Nokar et al. (2020), foram avaliados os valores de destorque e as cargas de falhas de três designs de pilares com diferentes conexões internas. Para tal, 18 conjuntos de implantes (titânio Grau 4, implantes de nível

ósseo de 4,5 mm × 10 mm,) foram divididos em três grupos com base no tipo de Pilar (Pilares de uma peça, duas peças e pilares parafusados). Os pilares e implantes foram montados em um bloco de aço inoxidável, sendo que os implantes foram colocados em um espaço preparado dentro dos blocos, que estavam presos por um dispositivo de retenção metálico. Os pilares foram apertados de acordo com o torque recomendado pelos fabricantes, usando um torquímetro digital. Após a conclusão do protocolo de torque/ contra-torque, uma carga compressiva (1 mm/min) foi aplicada a 30° fora do eixo até a falha. Os valores médios de destorque e torque de aperto, além das cargas de falha foram registradas e analisadas. Também foram realizados exames por imagens (radiografias periapicais) para a avaliação da interface implante-pilar. Após os testes, os resultados evidenciaram que os valores de torque/ destorque no grupo de duas peças foram significativamente menores em relação aos demais grupos. Pela avaliação da carga de falhas, foi verificado que os valores mais altos estavam associados aos pilares parafusados. Na avaliação radiográfica, todas as amostras apresentaram deformação na conexão implante-pilar. Por fim, os autores ressaltaram que as conexões pilar-implante com áreas de superfície maiores podem levar a valores de destorque maiores.

Gehrke et al. (2021), analisaram um novo design de um pilar multifuncional para conexão de implante cone Morse. Sendo que o intuito principal desse estudo era de testar a estabilidade retentiva após a aplicação de cargas cíclicas em coroas cimentadas e parafusadas. Para a metodologia desse estudo foram utilizados pilares multifuncionais com duas angulações diferentes na porção de assentamento da coroa, onde foram formados 2 grupos (n = 30 amostras cada): Grupo 1, pilares com um ângulo de 11,42° foram utilizados. Já no Grupo 2, foram empregados pilares com ângulo de 5°. Quinze amostras de cada grupo receberam coroas cimentadas e outras quinze coroas aparafusadas. Todas as amostras foram submetidas ao ensaio de ciclagem mecânica a 360.000 ciclos a uma frequência de 4 Hz e 150 N de carga. As amostras com coroas cimentadas foram submetidas ao ensaio de tração para retirada das coroas, enquanto nas amostras parafusadas, o valor de destorque foi aferido. Os resultados demonstraram que o valor médio de resistência à tração no grupo 1 foi de $131,9 \pm 13,5$ N e, no grupo 2 foi de $230,9 \pm 11,3$ N. Na análise do destorque o valor médio no grupo 1 foi de $5,8 \pm 1,8$ N contra $7,6 \pm 1,1$ N do grupo 2. Em suma, os autores concluíram que os pilares multifuncionais de menor angulação, na porção de assentamento da coroa, apresentaram maiores valores de retenção (próteses cimentadas) e menor afrouxamento do torque dos

parafusos de fixação após a aplicação de cargas cíclicas quando comparados aos pilares com mais angulação na porção de assentamento da coroa.

Yilmaz et al. (2021), avaliaram o efeito do tipo de implante e do material do pilar (zircônia e titânio) nos valores do destorque dos parafusos após o carregamento cíclico. Para esse estudo experimental foram utilizados implantes de conexão cônica interna ($n = 10$) e de conexão cônica interna modificados ($n=10$), que foram fixados em matrizes de resina. Pilares personalizados de Zircônia e Titânio foram inseridos aos implantes (20 N/cm^2 para conexão cônica interna e 25 N/cm^2 para conexão cônica interna modificados) conforme especificado por seus fabricantes. Os pilares foram carregados ciclicamente usando um protocolo de carregamento sequencialmente aumentado; 2 milhões de ciclos sob 100 N, 3 milhões de ciclos sob 200 N e 2 milhões de ciclos sob cargas de 300 N com 2 Hz. Após 7 milhões de ciclos, o destorque foi aferido por meio de um torquímetro digital. Os resultados evidenciaram que dois implantes de conexão cônica interna, 1 com pilar Titânio e outro de zircônia, fraturaram durante o carregamento cíclico (sob cargas de 300 N no 6º e 7º milhões de ciclos). Também foi verificado que parafusos de pilares de Titânio em implantes de conexão cônica modificados tiveram maiores valores de destorque. Portanto, o tipo de implante afetou os valores de destorque, entretanto, esses valores foram superiores aos valores iniciais de torque para todos os grupos. Parafusos de pilares titânio no implante, que exigiram valores de torque inicial maiores, tiveram valores de contra-torque mais elevados.

4 DISCUSSÃO

Apesar dos altos índices de sucesso apresentado pelo tratamento reabilitador com o uso de implantes, a literatura ressaltam a ocorrência de falhas mecânicas como o afrouxamento ou até mesmo a fratura do parafuso do pilar protético e prótese (GAMPER et al., 2017; VON STEIN-LAUSNITZ et al., 2019). Que podem culminar na perda do implante e, por conseguinte, no insucesso do tratamento (HEIN et al., 2021).

Bickford et al. (1986), em seu estudo pioneiro, já reportavam que o afrouxamento acontece em duas fases. Sendo a primeira caracterizada pela perda do atrito superficial das superfícies, o que resulta na diminuição da pré-carga, devido as forças transversais e/ou laterais, aplicadas na junta parafusada durante a mastigação. Já a segunda fase, considerada mais crítica, é o comprometimento da estabilidade do sistema e o afrouxamento do parafuso.

Dentro dessa premissa, estudos recentes (ANGELIS et al., 2017; SELOTO et al., 2018; HEIN et al., 2021) concordam que o afrouxamento e/ou fratura do pilar/prótese são uma das principais falhas dos implantes, uma vez que essas situações também podem levar a ocorrência de complicações biológicas (RICOMINI FILHO et al., 2010).

Deste modo, é de suma importância estudar a influência de alguns fatores sobre os valores de destorque, além dos efeitos do torque de inserção e vice-versa. Por isso, o presente estudo teve como objetivo reunir as principais informações sobre essa temática.

Nos estudos de Ricomini Filho et al. (2010), Prado et al. (2016) e Prado et al. (2017), que tiveram como objetivo a avaliação dos efeitos do biofilme ou da penetração bacteriana nos valores de destorque. Visto que a existência de um microgap na interface implante-pilar permite que os microrganismos penetrem e colonizem a parte interna do implante. Resultado, em muitos casos, na inflamação dos tecidos peri-implantares e na instabilidade das conexões. No primeiro estudo não foi encontrado relações positivas entre a penetração bacteriana e a alteração nos valores de destorque.

Entretanto, nos outros estudos (PRADO et al., 2016; PRADO et al., 2017) foi evidenciado que a presença do biofilme dental e saliva contribuíram para a alteração dos valores de destorque, após a ciclagem mecânica que simula ciclos de mastigação. Esses achados podem ser explicados pelo fato da saliva e biofilme servirem como um

lubrificante das conexões, o que resultaria na diminuição do atrito entre as superfícies, e conseqüentemente, a perda da pré-carga.

Corroborando com esses resultados, Duarte et al. (2013) e Alsi et al. (2017) também verificaram alterações nos valores de destorque, ou seja, aumento das chances de afrouxamento do sistema implante/pilar/prótese após a imersão das amostras em soluções que imitavam a saliva humana. De acordo com Duarte et al. (2013), esses achados foram devido essas soluções formarem uma camada corrosiva nos componentes metálicos.

Por outro lado, Arshad et al. (2017) e Seloto et al. (2018), em seu estudo experimental, observaram que esses efeitos podem ser neutralizados com o emprego de adesivos ou selantes específicos, que auxiliam na fixação das conexões. Já Wu et al. (2017) verificaram que a solução lubrificante reduziu o coeficiente de atrito total, ocasionando um aumento na força de fixação. Entretanto, níveis mais elevados de estresse (falhas) ocorreram nos grupos que receberam o lubrificante.

Nos estudos que comparam e analisaram o efeito de diferentes valores de torque (AL-OTAIBI et al., 2018) ou dos tempos de manutenção da aplicação de torque (VÉLEZ et al., 2020; EBADIAN et al., 2021), sobre os valores de destorque do parafuso do pilar em próteses fixas, evidenciaram os seguintes aspectos: A aplicação de 35 N/cm² em diferentes tempos não afetou o valor de destorque em uma prótese fixa implantossuportadas, e a manutenção do torque por tempo prolongado (10 segundos ou 30 segundos) não foi associada a uma pré-carga maior; Quanto maior o torque de aperto aplicado, maiores é o ajuste da interface implante-pilar e ,por conseguinte, valor de destorque.

Como já citado diversos fatores podem alterar os valores de destorque (PEREIRA et al. 2019). Dentre estes é possível destacar, o tipo de prótese (SCHERG, KARL et al., 2016) ou do parafuso, material dos pilares (LEE et al., 2016; Yi et al., 2019), conexões (hexágono externo, hexágono interno e cone Morse), angulações (HEIN et al., 2016) etc.

Portanto, o implantodontista deve conhecer as principais indicações de cada material, bem como, as especificações de cada fabricante relacionada ao torque ou as demais recomendações, além de avaliar a necessidade de algum agente vedador ou selante (ARSHAD et al. 2017; SELOTO et al., 2018; HEIN et al., 2021). Outra questão relevante que o profissional deve se ater é aos fatores de risco (para o tratamento reabilitador com implantes) que são representados por todas as condições gerais e locais, que podem de

algum modo afetar negativamente tanto a fase cirúrgica quanto a protética da terapia, aumentando o risco de insucesso no curto ou a longo prazo (ANGELLIS et al., 2017).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que diversos fatores podem alterar os valores de destorque. Dentre estes é possível destacar, o valor do torque, tipo de prótese ou do parafuso, material dos pilares, conexões (hexágono externo, hexágono interno e cone Morse) e angulações. Cabendo o implantodontista conhecer as principais indicações de cada material, bem como, as especificações de cada fabricante relacionada ao torque ou as demais recomendações, além de avaliar a necessidade do uso ou não de algum agente vedador ou selante.

REFERÊNCIAS

AL-OTAIBI HN, AL-FOUZAN AF, AL-MUFLEH TS, LABBAN N. **Effect of different maintenance time of torque application on detorque values of abutment screws in full-arch implant-supported fixed prostheses.** Clin Implant Dent Relat Res. 2018. 20(5):848-851. doi: 10.1111/cid.12657.

ANGELIS F, PAPI P, MENCIO F, ROSELLA D, DI CARLO S, POMPA G. **Sobrevida de implante e taxas de sucesso em pacientes com fatores de risco: resultados de um estudo retrospectivo de longo prazo com seguimento de 10 a 18 anos.** Eur Rev Med Pharmacol Sei. 2017. 21 (3): 433-437.

ARSHAD M, SHIRANI G, REFOUA S, RAHIMI YEGANEH M. **Comparative study of abutment screw loosening with or without adhesive material.** J Adv Prosthodont. 2017. 9(2):99-103. doi: 10.4047/jap.2017.9.2.99.

ASLI HN, SABERI BV, FATEMI AS. **In vitro effect of chlorhexidine gel on torque and detorque values of implant abutment screw.** Indian J Dent Res. 2017. 28(3):314-319. doi: 10.4103/ijdr.IJDR_459_16.

BICKFORD JH JR. **An introduction to the design and behavior of bolted joints.** New York, NY; Marcel Dekker; 1981. p. 528-42.

CASTELLANOS-COSANO L, RODRIGUEZ-PEREZ A, SPINATO S, WAINWRIGHT M, MACHUCA-PORTILLO G, SERRERA-FIGALLO MA, TORRES-LAGARES D. **Descriptive retrospective study analyzing relevant factors related to dental implant failure.** Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2019. 24(6):e726-e738. doi: 10.4317/medoral.23082.

DUARTE AR, NETO JP, SOUZA JC, BONACHELA WC. **Detorque evaluation of dental abutment screws after immersion in a fluoridated artificial saliva solution.** J Prosthodont. 2013. 22(4):275-81. doi: 10.1111/j.1532-849X.2012.00941.x.

EBADIAN B, FATHI A, KHODADAD S. **Comparison of the Effect of Four Different Abutment Screw Torques on Screw Loosening in Single Implant-Supported**

Prosthesis after the Application of Mechanical Loading. Int J Dent. 2021. 19;2021:3595064. doi: 10.1155/2021/3595064.

GAMPER, F. B.; BENIC, G. I.; SANZ-MARTIN, I.; ASGEIRSSON, A. G.; HÄMMERLE, C. H. F.; THOMA, D. S. **Randomized controlled clinical trial comparing one-piece and two-piece dental implants supporting fixed and removable dental prostheses: 4- to 6-year observations.** Clin Oral Implants Res. 2017. 28(12):1553-1559. doi: 10.1111/clr.13025.

GEHRKE SA, DEDAVID BA, DE OLIVEIRA FERNANDES GV. **A new design of a multifunctional abutment to morse taper implant connection: Experimental mechanical analysis.** J Mech Behav Biomed Mater. 2021. 116:104347. doi: 10.1016/j.jmbbm.2021.104347.

HEIN D, JOLY JC, NAPIMOGA MH, PERUZZO DC, MARTINEZ EF. **Influence of abutment angulation on loss of prosthetic abutment torque under mechanical cycling.** J Prosthet Dent. 2021. 125(2):349.e1-349.e6. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.10.010.

KIM HS, CHO HA, KIM YY, SHIN H. **Implant survival and patient satisfaction in completely edentulous patients with immediate placement of implants: a retrospective study.** BMC Oral Health. 2018. 18(1):219. doi: 10.1186/s12903-018-0669-1.

KULLAR AS, MILLER CS. **Are There Contraindications for Placing Dental Implants?** Dent Clin North Am. 2019. 63(3):345-362. doi: 10.1016/j.cden.2019.02.004.

LEE JH, PARK JM, PARK EJ, KOAK JY, KIM SK, HEO SJ. **Comparison of Customized Abutments Made from Titanium and a Machinable Precious Alloy.** Int J Oral Maxillofac Implants. 2016. 31(1):92-100. doi: 10.11607/jomi.4102.

NAGAHISA K, ARAI K, BABA S. **Study on Oral Health-Related Quality of Life in Patients After Dental Implant Treatment with Patient-Reported Outcome.** Int J Oral Maxillofac Implants. 2018. 33(5):1141-1148. doi: 10.11607/jomi.6496.

NOKAR S, HAJIMIRAGHA H, SADIGHPOUR L, MOSTAFAVI AS. **Evaluation of reverse torque values and failure loads of three different abutment designs with internal connections.** Dent Res J (Isfahan). 2020. 10;17(6):439-446.

PEREIRA PHS, AMARAL M, BAROUDI K, VITTI RP, NASSANI MZ, SILVA-CONCÍLIO LRD. **Effect of Implant Platform Connection and Abutment Material on Removal Torque and Implant Hexagon Plastic Deformation.** Eur J Dent. 2019. 13(3):349-353. doi: 10.1055/s-0039-1700662.

PRADO AM, PEREIRA J, HENRIQUES B, BENFATTI CA, MAGINI RS, LÓPEZ-LÓPEZ J, SOUZA JC. **Biofilm Affecting the Mechanical Integrity of Implant-Abutment Joints.** Int J Prosthodont. 2016. 29(4):381-3. doi: 10.11607/ijp.4759.

PRADO AM, PEREIRA J, SILVA FS, HENRIQUES B, NASCIMENTO RM, BENFATTI CAM, LÓPEZ-LÓPEZ J, SOUZA JCM. **Wear of Morse taper and external hexagon implant joints after abutment removal.** J Mater Sci Mater Med. 2017. 28(5):65. doi: 10.1007/s10856-017-5879-6.

QUEIROZ DA, HAGEE N, LEE DJ, ZHENG F. **The behavior of a zirconia or metal abutment on the implant-abutment interface during cyclic loading.** J Prosthet Dent. 2020. 124(2):211-216. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.09.023.

RICOMINI FILHO AP, FERNANDES FS, STRAIOTO FG, DA SILVA WJ, DEL BEL CURY AA. **Preload loss and bacterial penetration on different implant-abutment connection systems.** Braz Dent J. 2010. 21(2):123-9. doi: 10.1590/s0103-64402010000200006.

SCHERG S, KARL M. **Screw Joint Stability in Conventional and Abutment-Free Implant-Supported Fixed Restorations.** Int J Prosthodont. 2016. 29(2):142-6. doi: 10.11607/ijp.4458.

SELOTO CB, STRAZZI SAHYON HB, DOS SANTOS PH, DELBEN JA, ASSUNÇÃO WG. **Efficacy of Sealing Agents on Preload Maintenance of Screw-Retained Implant-Supported Prosthesis.** Int J Oral Maxillofac Implants. 2018. 33(1):123–126. doi: 10.11607/jomi.5576.

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. doi: 10.3390/jcm9082365.

VON STEIN-LAUSNITZ M, NICKENIG HJ, WOLFART S, NEUMANN K, VON STEIN-LAUSNITZ A, SPIES BC, BEUER F. **Survival rates and complication behaviour of tooth implant-supported, fixed dental prostheses: A systematic review and meta-analysis.** J Dent. 2019. 88:103167. doi: 10.1016/j.jdent.2019.07.005.

WU T, FAN H, MA R, CHEN H, LI Z, YU H. **Effect of lubricant on the reliability of dental implant abutment screw joint: An in vitro laboratory and three-dimension finite element analysis.** Mater Sci Eng C Mater Biol Appl. 2017. 1;75:297-304. doi: 10.1016/j.msec.2016.11.041.

YI Y, HEO SJ, KOAK JY, KIM SK. **Comparison of CAD/CAM abutment and prefabricated abutment in Morse taper internal type implant after cyclic loading: Axial displacement, removal torque, and tensile removal force.** J Adv Prosthodont. 2019. 11(6):305-312. doi: 10.4047/jap.2019.11.6.305.

YILMAZ B, ÇAKMAK G, BATAK B, JOHNSTON WM. **Screw stability of CAD-CAM titanium and zirconia abutments on different implants: An in vitro study.** Clin Implant Dent Relat Res. 2021. 23(3):373-379. doi: 10.1111/cid.13001.