



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
APLICADAS À SAÚDE

VICTOR LUIZ MENESES MACHADO SANTOS

ANÁLISE BIOMECÂNICA DE MINIPARAFUSOS
ORTODÔNTICOS SUBMETIDOS A MÚLTIPLAS
INSERÇÕES E ESTERILIZAÇÃO FÍSICA

LAGARTO-SE
2025

VICTOR LUIZ MENESES MACHADO SANTOS

**ANÁLISE BIOMECÂNICA DE MINIPARAFUSOS
ORTODÔNTICOS SUBMETIDOS A MÚLTIPLAS
INSERÇÕES E ESTERILIZAÇÃO FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Saúde da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial à obtenção do grau de Mestrado em Ciências Aplicadas a Saúde.

Orientador: Carlos Eduardo Palanch Repeke
Linha de pesquisa: Pesquisa clínica avançada

**LAGARTO-SE
2025**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CAMPUS DE LAGARTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Santos, Victor Luiz Meneses Machado.
S237a Análise biomecânica de miniparafusos ortodônticos submetidos
a múltiplas inserções e esterilização física / Victor Luiz Meneses
Machado Santos ; orientador Carlos Eduardo Palanch Repeke. –
Lagarto, SE, 2025.
47 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas à Saúde) –
Universidade Federal de Sergipe, 2025.

1. Implantes dentários. 2. Ortodontia. 3. Procedimentos de
ancoragem ortodôntica. 4. Mini-Implantes Dentários. I. Repeke,
Carlos Eduardo Palanch, orient. II. Título.

CDU 616-089.23

VICTOR LUIZ MENESES MACHADO SANTOS

**ANÁLISE BIOMECÂNICA DE MINIPARAFUSOS
ORTODÔNTICOS SUBMETIDOS A MÚLTIPLAS
INSERÇÕES E ESTERILIZAÇÃO FÍSICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Saúde da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial à obtenção do grau de Mestrado em Ciências Aplicadas a Saúde.

Aprovada em 29/07/2025

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Palanch Repeke

1º Examinador: Prof. Dr. Miburge Bolivar Gois Júnior

2º Examinador: Prof. Dr. Cleverson Luciano Trento

PARECER

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pois sem Ele eu nada seria, toda sabedoria, motivação, determinação e persistência sinto que vem da força divina que me rege. "Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou o teu Deus; eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento com a minha destra fiel." (Isaías 41:10).

À meu orientador, professor Dr. Carlos Eduardo Repeke, me faltam palavras para transmitir a alegria que sinto em tê-lo como exemplo e por ter acreditado e me apoiado neste desafio que tanto me fez crescer como pessoa e profissional. À você, minha eterna gratidão.

À minha esposa Stephanie por dividir comigo todos os dias da jornada da vida, me apoiando, me incentivando, cobrando o melhor de mim, renunciando a momentos de lazer, vivendo os meus dias bons e me guiando para a melhora dos dias ruins. Compartilhar a vida com você faz qualquer sacrifício se tornar fácil, amo você hoje e para sempre, obrigado por acreditar em mim.

À minha família, em especial a minha mãe Karina, minhas avós Maria das Graças e Maria Isabel (*in memoriam*), meu irmão Felipe, meus tios Márcia, Lizandro e Alessandro e meu pai Jorge, por todo incentivo e investimento em meus estudos, ouvir de vocês que sou motivo de orgulho, me faz olhar para o passado e ver que todas as dificuldades que passei e todos os sacrifícios que fiz em minha trajetória valeram a pena. Minha eterna gratidão, vocês são a base de tudo em minha vida.

Aos meus amigos que compartilho diariamente a jornada pessoal e profissional. Vocês são exemplos, obrigado por extraírem o melhor de mim, por me incentivarem a estudar e me tornar um profissional melhor, mas acima de tudo obrigado por me tornarem um ser humano melhor. As amigas que fiz durante o mestrado Rafaela, Renata e Gabi, obrigado por tornarem esta jornada leve e divertida.

Aos meus professores, lecionar é uma arte difícil, é um dom que poucas pessoas têm, durante a minha vida acadêmica fui feliz em ter mestres que se tornaram referência. Obrigado por serem exemplos e plantarem em mim o desejo de lecionar.

EPÍGRAFE

“Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é tentar mais uma vez.”

(Thomas Edison)

RESUMO

Análise Biomecânica de Miniparafusos Ortodônticos Submetidos a Múltiplas Inserções e Esterilização Física

Autor: Victor Luiz Meneses Machado Santos

Lagarto, 2025.

Introdução: O controle da ancoragem é determinante na ortodontia, sendo assim a utilização de dispositivos auxiliares é necessária para o tratamento. A movimentação ortodôntica ocorre através de forças que causam ação e reação. Existem diversos aparelhos para reforço de ancoragem, porém não anulam a reação causada pela movimentação. Dispositivos de ancoragem temporária, por estarem apoiados em um ponto imóvel, eliminam o efeito de reação causado pela movimentação ortodôntica. Uma excelente opção é o miniparafuso ortodôntico, pois possui fácil instalação e permite instalação em diversas regiões. Por possuir baixa osseointegração, a estabilidade ocorre por retenção mecânica, assim a maior preocupação é a possibilidade de fratura. **Objetivo:** Avaliar o torque máximo de inserção e remoção dos miniparafusos ortodônticos submetidos a esterilização física. **Metodologia:** Este estudo utilizou 40 miniparafusos, distribuídos em 4 grupos (n=10), divididos pela quantidade de reutilização e esterilização. Os miniparafusos foram inseridos em um corpo de prova, em seguida removidos, esterilizados e reinsertados para desta forma avaliar a sua resistência ao torque de inserção e remoção. A aferição do torque foi realizada com o auxílio de um torquímetro digital. **Resultados:** Observou-se uma diminuição estatisticamente significativa no torque máximo de inserção, enquanto o torque máximo de remoção apresentou uma oscilação entre as médias do torque nos vários momentos os quais foram removidos, ainda sim observou-se uma diminuição estatisticamente significativa entre as remoções. Os grupos não apresentaram diferença estatística quando avaliados entre si no mesmo tempo de inserção e remoção, revelando uma homogeneidade dos dados.

Descritores: Implantes dentários; Ortodontia; Procedimentos de ancoragem ortodôntica; Mini implantes dentários.

ABSTRACT

Biomechanical Analysis of Orthodontic Miniscrews Undergoing Multiple Insertions and Physical Sterilization

Author: Victor Luiz Meneses Machado Santos

Lagarto, 2025.

Introduction: Anchorage control is crucial in orthodontics, so the use of auxiliary devices is necessary for treatment. Orthodontic tooth movement occurs through forces that cause action and reaction. Various devices are available to reinforce anchorage, but they do not eliminate the reaction caused by movement. Temporary anchorage devices, supported by a fixed point, eliminate the reaction effect caused by orthodontic movement. An excellent option is the orthodontic miniscrew, as it is easy to install and can be placed in various locations. Due to its low osseointegration, stability occurs through mechanical retention, so the main concern is the possibility of fracture. **Objective:** To evaluate the maximum insertion and removal torque of orthodontic miniscrews subjected to physical sterilization. **Methodology:** This study used 40 miniscrews, distributed into four groups ($n=10$), divided by the number of reuses and sterilizations. The miniscrews were inserted into a test specimen, then removed, sterilized, and reinserted to assess their resistance to insertion and removal torque. Torque was measured using a digital torque meter. **Results:** A statistically significant decrease in maximum insertion torque was observed, while maximum removal torque varied between the torque averages at the various times they were removed. However, a statistically significant decrease was observed between removals. The groups showed no statistical difference when evaluated at the same insertion and removal times, revealing homogeneity of the data.

Key-words: Dental implants; Orthodontics; Orthodontic anchorage procedures; Mini-implant

LISTA DE ABREVIATURAS

DAT	Dispositivo de ancoragem temporária
MIT	Maximum insertion torque (torque máximo de inserção)
MRT	Maximum removal torque (torque máximo de remoção)
N.m	Newton metro
N.cm	Newton centímetro
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
PFC	Pound per foot cubic (libra por pé cúbico)
PPGCAS	Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
3. OBJETIVOS	18
3.1 OBJETIVO GERAL	18
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	18
4. METODOLOGIA	19
4.1 TIPO DE ESTUDO	19
4.2 SELEÇÃO DOS MINIPARAFUSOS	19
4.3 CONFLITO DE INTERESSE	19
4.4 DIVISÃO DE GRUPOS	19
4.5 CORPO DE PROVA PARA INSERÇÃO DO MINIPARAFUSO	20
4.6 MONTAGEM DO CONJUNTO MINIPARAFUSO X CORPO DE PROVA	20
4.7 REMOÇÃO DO MINIPARAFUSO DO CORPO DE PROVA	22
4.8 METODOLOGIA PARA ESTERILIZAÇÃO DOS MINIPARAFUSOS	22
4.9 REINSERÇÃO DO MINIPARAFUSO NO CORPO DE PROVA	23
4.10 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO TORQUE MÁXIMO DE INSERÇÃO E REMOÇÃO	24
4.11 COLABORADORES	24
4.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA	25
5. RESULTADOS	26
6. DISCUSSÃO	34
7. CONCLUSÃO.....	41
8. IMPACTO SOCIAL	42
9. REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE A – FICHA DE COLETA DE DADOS	47

1. INTRODUÇÃO

A ancoragem é um fator decisivo no planejamento ortodôntico. Sabendo disso, o uso de dispositivos para o controle da ancoragem tornou-se essencial para o sucesso dos tratamentos ortodônticos ¹⁻⁶.

A movimentação ortodôntica ocorre por meio de forças recíprocas de ação e reação⁷. Para controlar o efeito de reação, faz-se necessário o uso de dispositivos de controle de ancoragem, como barra transpalatina, botão de Nance, arco lingual, aparelhos extra-bucais ^{4,8}. Embora esses dispositivos permitam o controle da ancoragem, eles não anulam completamente o efeito de reação, e necessitam da colaboração dos pacientes para sua efetiva utilização ^{2,4,5,8-10}.

Por outro lado, dispositivos de ancoragem temporária (DAT) permitem que a aplicação da força seja realizada em um ponto imóvel, anulando o efeito de reação e favorecendo, assim, o controle da movimentação dentária ^{11,12}. Uma excelente opção de DAT é o miniparafuso ortodôntico, também encontrado na literatura como mini implante ortodôntico. Este possui fácil aplicação clínica, técnica de inserção pouco traumática, baixo custo, conforto ao paciente, permitem tratamentos que independem da colaboração do paciente e podem ser instalados em diversas áreas intrabuciais, incluindo regiões interradiculares sem causar dano aos dentes ^{2,4,9,12,13}.

Para instalação do miniparafuso, é necessário rosqueá-lo ao tecido ósseo, ou seja, realizar uma rotação ao longo do seu próprio eixo. A aplicação da força resulta em uma torção da estrutura, sendo esta denominada de torque, que deve ser medida pelo sistema imperial em N.m¹⁴.

Assim como os implantes dentários, os miniparafusos ortodônticos são fabricados com uma liga Titânio hexa-alumínio tetra-vanádio (Ti6Al4V), a qual apresenta características como biocompatibilidade, alta resistência a fratura e osseointegração. Entretanto, o tratamento de polimento realizado na superfície do miniparafuso reduz o potencial de osseointegração, facilitando a sua remoção. Também existem miniparafusos confeccionados por outras ligas metálicas, como a de aço inoxidável, esta por sua vez, não permite a osseointegração ^{2,9,12}.

Por não promoverem osseointegração, a estabilidade dos miniparafusos se dá basicamente pela retenção mecânica ^{8,15,16}. A maioria dos miniparafusos intra-

radiculares são autoperfurantes e com o seu diâmetro reduzido, variando entre 1,3mm a 2,4mm, algumas destas características evitam a possibilidade de lesão radicular quando colocado em região intra-alveolar, desta forma, a maior preocupação, por mais que com baixa incidência, é a possibilidade de deformação e fratura do miniparafuso ^{5,11,16,17}.

A literatura apresenta diversos estudos que avaliam a resistência dos miniparafusos ortodônticos, no entanto, são escassos os trabalhos que realizam a avaliação do torque de inserção e remoção de miniparafusos, submetidos a reutilização com repetidos ciclos de esterilização.

Desta forma, justifica-se a realização desta pesquisa, com o objetivo de avaliar o torque de inserção e remoção de miniparafusos ortodônticos após ciclos de autoclavagem, podendo, assim, subsidiar a indicação ou não, de acordo com os resultados obtidos, a reutilização dos miniparafusos.

Sendo assim, o objetivo principal do estudo é analisar o torque máximo de inserção e remoção de miniparafusos ortodônticos após ciclos de esterilização, em blocos de ossos artificiais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os miniparafusos são de alta relevância para auxiliar na realização do planejamento da mecânica ortodôntica. Sem eles não seria possível a resolução de alguns casos, sendo necessária a realização de exodontias e desgastes dentários ^{3,13}.

Algumas observações clínicas nos levam a escolher os miniparafusos de acordo com as suas características individuais. Entretanto, nos questionamos se estas alterações podem comprometer a resistência do dispositivo. É devido a esses questionamentos que os estudos de resistência à fratura vêm sendo realizados ^{9,18,19}.

A literatura relata que o índice sucesso de miniparafusos é alto ^{13,15}, e os relatos de insucesso por fratura de miniparafusos são relativamente baixos, variando entre 4% e 9,5%. Entretanto, quando este problema ocorre, faz-se necessária uma intervenção invasiva para a remoção do fragmento fraturado, normalmente por meio de remoção cirúrgica, a qual se torna complicada devido à proximidade dos miniparafusos das raízes dos dentes ^{5,11,17}.

O estudo de Barros *et al.* (2021) avaliou 7 grupos de miniparafusos de uma mesma marca nacional, com diferentes diâmetros, porém com características morfológicas padronizadas, confeccionados em duas ligas diferentes, sendo elas liga de titânio e liga de aço inoxidável ²⁰. Os resultados deste estudo mostraram que a resistência ao torque de fratura sofre uma maior influência com relação ao diâmetro do miniparafuso (90,3%) em relação a liga metálica (2,2%).

Quando são utilizados miniparafusos intra-alveolares, a depender da mecânica que esteja sendo realizada, faz-se necessária a alteração da posição do miniparafuso para evitar o contato com a raiz do dente que está sendo movimentado, possibilitando, assim, a reutilização do mesmo. Dessa forma, torna-se necessária a realização de ciclos de limpeza, desinfecção e esterilização, para garantir a remoção de tecidos e microrganismos que possam estar na superfície do miniparafuso.^{21,22} Sendo assim, a reutilização de miniparafusos vem sendo cogitada com a justificativa de redução de custos. Entretanto, por se tratar de um material que já foi utilizado em um tecido biológico vivo, principalmente a cavidade bucal por se tratar de um local com características favoráveis a proliferação de microrganismos

²³, considerações éticas devem ser avaliadas, bem como cuidados rigorosos com a desinfecção e esterilização devem ser primordiais para esta tomada de decisão^{21,22}.

Segundo o Manual de Serviços Odontológicos da Agência de Vigilância Sanitária do Brasil (ANVISA), os miniparafusos são considerados artigos críticos, ou seja, material que entrou em contato com tecidos moles e tecido ósseo. Dessa forma, estes devem ser descartados ou esterilizados após cada uso. Seguindo as instruções do manual, deve ser realizada a limpeza manual, enxague, inspeção visual, secagem, empacotamento e esterilização.²⁴

A esterilização por processo físico é recomendada pela ANVISA. Esta se dá por meio da utilização de autoclave (vapor saturado sobre pressão) em temperaturas de 121 °C a 134 °C com pressão entre 1 a 2 atmosferas por 4 a 30 minutos, a depender do aparelho a ser utilizado.²⁴

Um estudo realizado por Hergel et al. (2019) avaliou miniparafusos quanto aos efeitos da inserção e esterilização. Esses foram analisados com relação à sua estabilidade, mudanças na estabilidade primária, aos testes de torque máximo, características mecânicas e características da superfície através da microscopia eletrônica de varredura. Os autores dividiram os parafusos em grupos sem inserção, inserção única com esterilização pós remoção, duas inserções com ciclos de esterilização após cada remoção. Os resultados mostraram que os miniparafusos inseridos apenas uma vez obtiveram um maior torque de inserção. Entretanto, o torque de remoção não mostrou diferença estatisticamente significativa. A microscopia eletrônica de varredura mostrou um desgaste da superfície em todos os miniparafusos utilizados, sendo o maior desgaste observado no grupo de miniparafusos reutilizados. Os demais testes não mostraram alterações significativas. Este estudo avaliou apenas uma reinserção do miniparafuso ortodôntico, com média de torque de inserção 26,98 Ncm +/- 0,68, e de reinserção com 26,57Ncm +/- 0,47, revelando uma diminuição no torque na reinserção. Todavia, o estudo não revelou quais danos foram causados na superfície do miniparafuso para saber a sua correlação com a alteração do torque.²⁵

Estudo de Noorollahian, Alavi e Monirifard (2012) avaliou 3 grupos de miniparafusos em duas fases. Na primeira fase investigou-se a contaminação da sua superfície, sendo eles não-processados (NP1, parafusos utilizados e não foram submetidos a um processo de desinfecção da sua superfície), processados (P1, parafusos utilizados que foram submetidos a um processo de desinfecção) e

controle (C1, parafusos não utilizados). Esses foram submetidos a uma análise de espectrofotometria de absorção anatômica, os resultados mostraram que o grupo NP1 apresentou a presença de íons de cálcio significativamente maior, já os grupos C1 e P1 não apresentaram diferença estatisticamente significativa. Os resultados deste estudo mostram a eficácia da desinfecção de superfície para remoção de material biológico. Na segunda fase, os grupos foram divididos em NP2, P2 e C2, mantendo o protocolo da fase anterior e acrescidos de um processo de esterilização com autoclave. Os miniparafusos foram avaliados quanto às propriedades mecânicas, e concluiu-se que os processos aos quais os miniparafusos foram submetidos não afetaram o torque de fratura, inserção e remoção. Entretanto, o estudo avaliou apenas um ciclo de esterilização em autoclave, deixando a necessidade de avaliar por mais ciclos.²⁶

Artigos publicados indicam que a taxa de sucesso dos miniparafusos é maior com torques de inserção entre 5 a 15 N.cm. Quando esse valor é excedido, há risco de complicações, como fissuras por estresse, reabsorção óssea e até necrose tecidual, esta última, embora não seja uma complicação comum, e merece atenção. Uma alternativa para diminuição do torque máximo de inserção é realizar uma perfuração previa.^{15,27,28}

Vale ressaltar que o estudo de Kaci et al. (2018) avaliou miniparafusos quanto a sua superfície e resistência após a sua remoção em dois tempos diferentes, um grupo com remoção imediata ou até dois meses e outro grupo com remoção após 12 a 14 meses. Os resultados demonstraram que o grupo com maior o tempo de contato do miniparafuso com a cavidade bucal, apresentaram alterações na sua superfície e consequentemente alterações nas propriedades mecânicas como diminuição da resistência ao torque de fratura, o que pode ser explicado pelo contato com fluidos pelo ambiente bucal e fadiga do material pelo uso das forças aplicadas. Isto mostra que um dos critérios a serem observados para avaliar a possibilidade de reuso do miniparafuso é o tempo que ele passou dentro da cavidade bucal.²⁹

O Estudo de Chang, Liu e Roberts (2015) avaliou a perda de estabilidade primária em 1.680 miniparafusos instalados bilateralmente em 840 pacientes pelo mesmo operador. O estudo revelou uma perda de 121 parafusos (7,2%), com um tempo médio de falha de 3,3 meses. O estudo mostrou maior incidência de falhas em pacientes mais jovens, com uma média de 14 +/- 3 anos. Explica ainda que a

perda em pacientes jovens pode ser explicada pela presença de osso cortical menos espesso. Outro achado relevante foi a maior taxa de falha no lado esquerdo em comparação ao lado direito, sugere que pode ter ocorrido por uma dificuldade técnica do cirurgião instalar no lado oposto a mão dominante. A perda de estabilidade primária é o principal fator de insucesso de miniparafusos e esta está diretamente ligada ao torque de inserção, uma das possibilidades de reutilização de miniparafusos é devido as falhas relatadas pelo estudo acima descrito, que podem ocorrer durante o tratamento.¹³

O estudo de Yñiguez et al. (2024) apresentou os resultados de uma avaliação de parafusos corticais de 2 e 3,5 mm submetidos a esterilização em autoclave por 1, 50 e 100 vezes. Tanto no torque de máximo de inserção quanto no de fratura, os parafusos de 3,5 mm apresentaram menor resistência nos grupos esterilizados 50 vezes e 100 vezes, quando comparados ao grupo submetido a apenas uma esterilização. Esse resultado pode indicar que a folga do parafuso pode ocorrer em casos de reutilização. Na análise por microscopia eletrônica de varredura, observou-se alteração significativa na ponta do parafuso de 3,5 mm. Os achados sugerem que o processo de esterilização podem afetar as propriedades dos parafusos, especialmente em parafusos maiores, e que os resultados sem diferença estatisticamente significantes nos parafusos menores podem ter sido mascarados pela menor superfície do parafuso.³⁰ Os resultados de alteração encontrados nos parafusos maiores, por mais que ainda sejam considerados parafusos curtos, trazem preocupação e despertam a necessidade de avaliação em parafusos mais longos.

Uma possibilidade de aumentar a estabilidade do miniparafuso é a aplicação de tratamentos de superfície, Gezer e Yilance (2023) avaliaram dois tipos de tratamento de superfície em relação ao torque máximo de inserção e remoção. Os miniparafusos foram inseridos em corpos de prova de osso artificial e foi aplicada uma força leve e contínua de 150g com molas de NiTi por 12 semanas. Foram realizados teste de estabilidade com 0, 1, 2, 4, 8 e 12 semanas. Os resultados mostraram uma diferença estatisticamente significantes em relação ao aumento do torque de inserção e remoção nos grupos que apresentavam tratamento de superfície.³¹ Os resultados deste estudo indicam que o tratamento de superfície aumenta a área de contato com o osso, e que pode estabelecer um

potencial de osseointegração, o que pode aumentar o risco de fratura do parafuso durante a remoção.

Na literatura, é possível acharmos relatos de casos os quais utilizam os miniparafusos com uma função diferente da comumente aplicada, que é a de ancoragem esquelética. Nos relatos de Gurgel et al. (2014)³², Michelogiannakis, Javed e Vastardis (2020)³³ e Wilmes et al. (2014)³⁴, instalaram-se miniparafusos em regiões edêntulas, paralelas aos dentes adjacentes, no sentido vertical, e na cabeça do miniparafuso foi instalada uma coroa provisória apoiada no DAT. Estudos como estes, que indicam os parafusos para novas utilidades podem despertar a necessidade de um maior número de reutilizações dos miniparafusos, por exemplo em casos que já tenham sido realocados anteriormente para realização da mecânica ortodôntica.

O artigo de Desai et al. (2015), relatou o caso de fratura de um miniparafuso com dimensões de 1,3 mm x 9 mm. A fratura do miniparafuso ocorreu com 8 mm intra-ósseo, sendo necessária uma intervenção cirúrgica para remoção do fragmento, e para evitar a sequela do defeito ósseo foi necessária a realização de enxerto ósseo. Este relato deixa o alerta sobre a importância da utilização de miniparafusos adequados para que sejam evitados problemas graves, que causam tanto prejuízo biológico quanto financeiro ao paciente, sendo assim de extrema importância a realização de estudos para estabelecer protocolos seguros sobre os miniparafusos.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar e comparar os processos de inserção e remoção de miniparafusos ortodônticos, submetidos a múltiplos ciclos de inserção, remoção e esterilização física.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar os resultados pós teste entre os grupos quanto:

- Torque máximo de inserção;
- Torque máximo de remoção;
- Comparativo dos resultados entre os múltiplos processos de esterilização com os torques máximos de remoção e inserção.

4. METODOLOGIA

4.1 TIPO DE ESTUDO

Este é um estudo experimental, comparativo, realizado em ambiente laboratorial controlado. Para controle de dados utilizou-se a ficha de avaliação (Anexo I).

4.2 SELEÇÃO DOS MINIPARAFUSOS

Este ensaio utilizou um total de 40 miniparafusos, que foram divididos em 4 grupos (n=10, por grupo), de mesma marca nacional, MORELLI (Dental Morelli LTDA., São Paulo, Brasil), com 2 mm de transmucoso, 8 mm de rosca e 1,5 mm de diâmetro, produzidos em liga metálica de titânio (Ti6Al4V) (Figura 1). A quantidade de amostras por grupos foi definida com base em outros estudos como os de Assad-Loss et al. (2017)⁴, Barros et al. (2021)²⁰, De Lima et al. (2011)¹⁷ e Santos et al. (2014)³⁵.

4.3 CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que esta pesquisa não possui interesse financeiro, pessoal ou profissional que possa influenciar os resultados obtidos.

4.4 DIVISÃO DE GRUPOS

Os grupos foram divididos de acordo com o número de inserções que foram submetidos, vale ressaltar que a partir da segunda inserção os miniparafusos foram submetidos ao processo de desinfecção e esterilização física com ciclo de autoclavagem seguindo os passos do manual da ANVISA com processo de esterilização realizado com autoclave após cada remoção.

Os Miniparafusos foram divididos em 4 grupos, sendo:

INS1 – 1 inserção e 1 remoção.

INS2 – 2 inserções e 2 remoções com processo de desinfecção e

esterilização entre elas.

INS3 – 3 inserções e 3 remoções com processo de desinfecção e esterilização entre cada uma delas.

INS4 – 4 inserções e 4 remoções com processo de desinfecção e esterilização entre cada uma delas.

4.5 CORPO DE PROVA PARA INSERÇÃO DO MINIPARAFUSO

Nesta pesquisa foi utilizado um corpo de prova produzido em espuma rígida da marca Nacional Ossos (Franceschi Costa e Silva Cia Ltda., Jaú, São Paulo, Brasil) (Figura 1) simulando um osso sintético o qual instalou-se o miniparafuso, a escolha deste material se deu, pois, blocos ósseos de poliuretano simulam muito bem as características físicas e mecânicas dos ossos naturais. As dimensões dos corpos de prova serão de 45 milímetros de largura, 95 milímetros de comprimento e 33 milímetros de espessura. A escolha deste material se deu com base nos estudos Wang et al. (2011), Hergel et al. (2019), Marchi et al. (2020), Gezer e Yilanci (2023).^{25,27,31,36}

O corpo de prova é composto por espuma rígida com duas densidades e com cores diferentes, a sua parte superior possui três milímetros de espessura e cor cinza, com densidade de 40 PFC (Pound per Foot Cubic) e a sua parte inferior possui trinta milímetros de espessura e cor bege, com densidade de 30 PFC (Figura 1). A maior densidade foi escolhida para simular a cortical óssea e a espessura da cortical foi definida de acordo com o estudo de Bottacin (2022) que avaliou a espessura da cortical mandibular de 502 pacientes em São Paulo e identificaram uma média de 2,95 mm +/- 0,5 de espessura na região do mento.³⁷

4.6 MONTAGEM DO CONJUNTO MINIPARAFUSO X CORPO DE PROVA

Os miniparafusos foram inseridos perpendicularmente em um ângulo de 90° nos corpos de prova, sem perfuração prévia. Para isto foi confeccionada uma estrutura de suporte para manter o ângulo durante toda a inserção (Figura 2). Acoplado a esta estrutura, um motor cirúrgico da Neosurg XT Plus da marca NEODENT(JJGC Industria e Comercio De Materiais Dentários S.A., Curitiba, Paraná, Brasil) (Figura 1) foi utilizado para medir o torque máximo de inserção, os

miniparafusos foram inseridos pelo mesmo operador, no sentido horário com a chave de inserção indicada pela marca do sistema de parafusos acoplada ao contra-ângulo redutor 20:1 modelo SG20 da marca NEODENT (JJGC Industria E Comercio De Materiais Dentários S.A., Curitiba, Paraná, Brasil). O motor foi configurado em rotação máxima de 20 rpm com torque inicial de 5 N.cm aumentado à medida que houvesse necessidade para inserir toda a rosca do miniparafuso no bloco ósseo, deixando o transmucoso exposto, simulando a instalação na cavidade bucal (Figura 3). Ao final foi registrado o torque máximo obtido durante a inserção.

O espaço mínimo de 8 milímetros, entre um parafuso e outro nos corpos de prova afim de respeitar a largura méso-distal de um dente natural, que equivale também a distância inter-radicular, a distância foi aferida com um paquímetro digital (Figura 3). Esta medida foi obtida através do estudo de Mendes et al. (2023) que avaliou a largura de todos os dentes de um grupo controle e comparou com um grupo de paciente fissurados, a menor média de largura méso-distal identificada foi de 5,25 milímetros +/- 0,5 para o incisivo central inferior esquerdo, no grupo controle, e a maior média de largura méso-distal relatada foi de 10,96 milímetros +/- 0,7 para o grupo de pacientes fissurados.³⁸

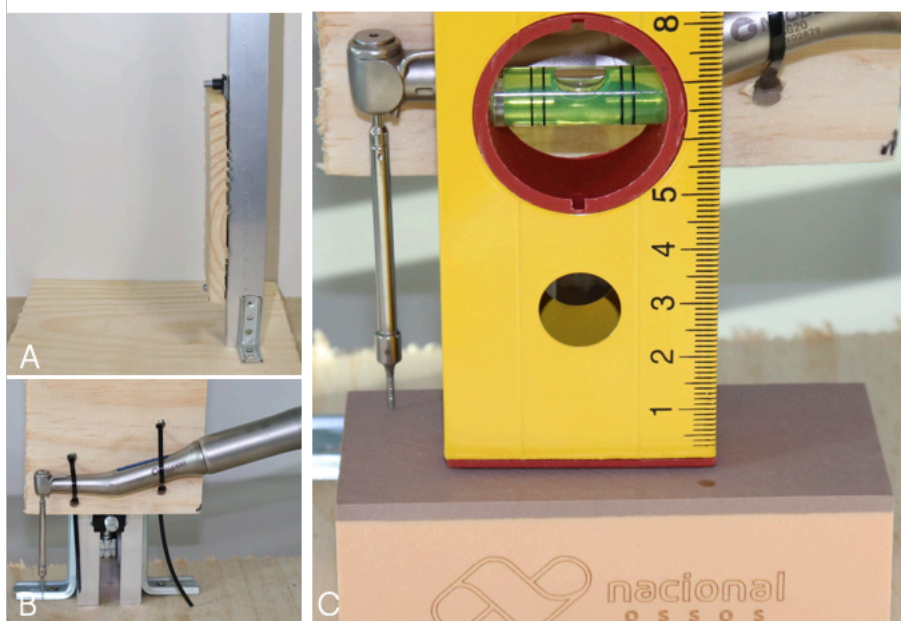
Figura 1. A- Referência do mini-implante utilizado. B- Motor cirúrgico Neosurg XT Plus, utilizado para aferição do torque máximo de inserção e remoção, com configuração inicial de inserção. C- Corpo de prova Nacional Ossos em espuma rígida com cortical de 3mm.



4.7 REMOÇÃO DO MINIPARAFUSO DO CORPO DE PROVA

Para a remoção do miniparafuso, utilizou-se a mesma metodologia da inserção, entretanto com a configuração de rotação no sentido anti-horário até o momento em que o miniparafuso estivesse totalmente removido do corpo de prova. O torque máximo obtido durante a remoção foi registrado na ficha de coleta de dados (Anexo I).

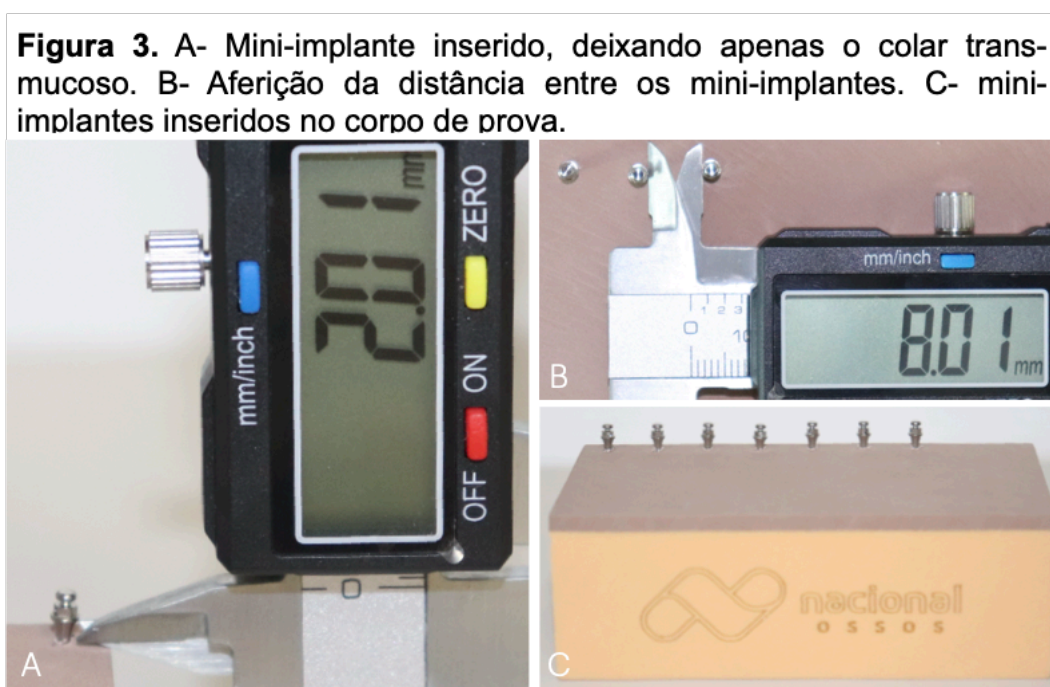
Figura 2. A- Estrutura de suporte para guiar a inserção do mini-implante. B- Conjunto, contra-ângulo 20:1, micromotor do motor cirúrgico e chave de inserção do sistema de miniparafuso, acoplados à estrutura de suporte. C- Aferição do ângulo de 90° em relação ao corpo de prova para inserção dos mini-implantes.



4.8 METODOLOGIA PARA ESTERILIZAÇÃO DOS MINIPARAFUSOS

Os miniparafusos são vendidos já esterilizados com raios gama, não sendo necessária a esterilização prévia a primeira inserção. Desta forma, após a remoção dos miniparafusos dos corpos de prova, as amostras foram submetidas a limpeza, desinfecção e esterilização conforme preconizado pela ANVISA, iniciando pela limpeza manual com utilização de esponja para limpeza delicada e detergente

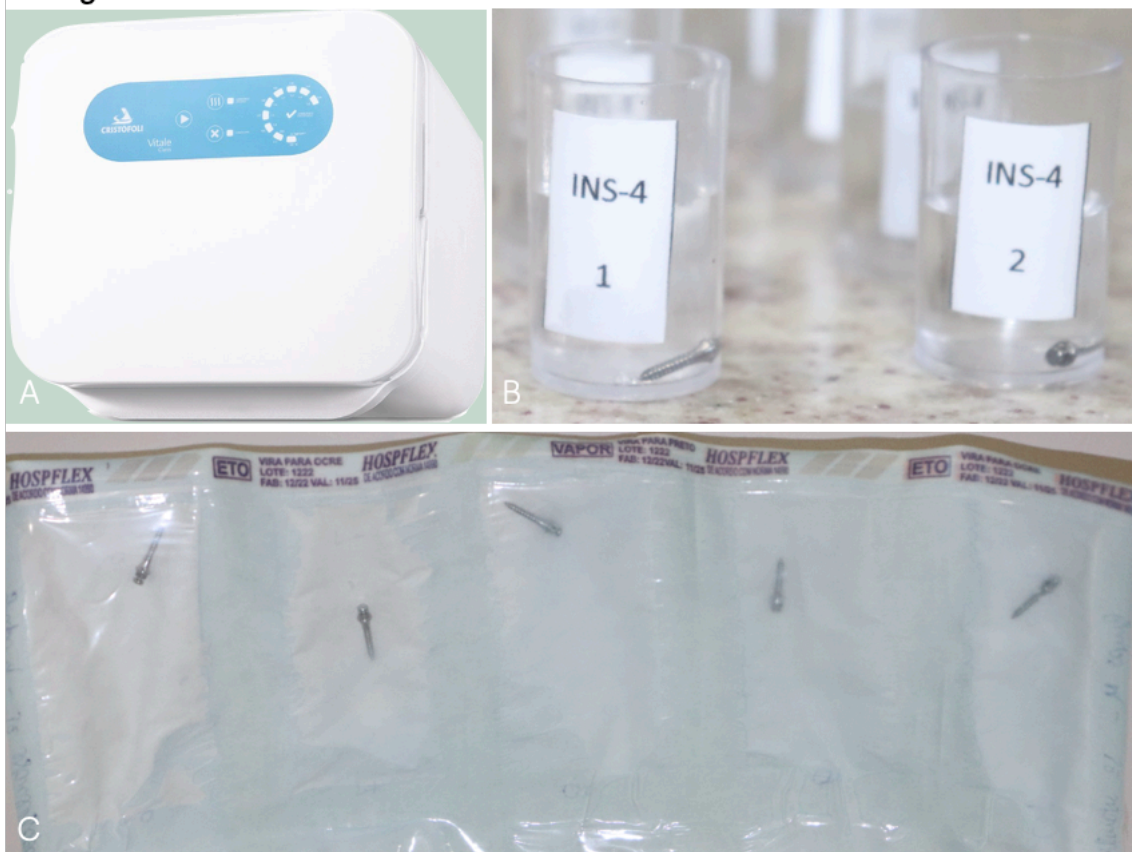
enzimático Zymed Gold 5 Enzimas (Prolink Indústria Química Ltda., Guapiaçu, São Paulo, Brasil) seguindo as recomendações da fabricante, diluição de 1ml em 1 litro de água, deixando o miniparafuso imerso na solução por 5 minutos (Figura 4), em seguida realizou-se o enxague em água corrente e a secagem com um pano limpo. As amostras foram embaladas em papel grau cirúrgico devidamente selados, separando individualmente as amostras (Figura 4), e identificados com o grupo, em seguida foi realizado um ciclo de autoclavagem no aparelho Vitale Class 12 litros da marca CRISTÓFOLI (Cristófoli Equipamentos De Biossegurança Ltda., Campo Mourão, Paraná, Brasil) (Figura 4), este procedimento foi realizado de acordo com as instruções de uso da fabricante, utilização de 150ml de água destilada, ciclo de 16 minutos com temperatura de 129 a 132°C e pressão de 1,7 a 1,9kgf/cm² (equivalente a 1,6 a 1,8 pressões atmosféricas), com tempo de secagem por 40 minutos.



4.9 REINSERÇÃO DO MINIPARAFUSO NO CORPO DE PROVA

Um novo local no corpo de prova foi escolhido para a reinstalação dos miniparafusos, que foram inseridos seguindo a mesma metodologia da inserção, até que toda a rosca do miniparafuso estivesse inserida na estrutura de suporte. Este processo foi realizado após cada etapa de esterilização indicada por cada grupo deste estudo.

Figura 4. A- Modelo de autoclave utilizado no estudo. B- Amostras imersas na solução do detergente enzimático durante a desinfecção, identificadas e separadas por grupo. C- Amostras após ciclo de esterilização em autoclave, separadas individualmente na embalagem própria para autoclave, tipo grau cirúrgico.



4.10 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO TORQUE MÁXIMO DE INSERÇÃO E REMOÇÃO

Durante o protocolo de instalação e remoção do miniparafuso na estrutura de suporte o torque de máximo da inserção e da remoção foi registrado.

4.11 COLABORADORES

Victor Luiz Meneses Machado Santos, mestrando pelo PPGCAS, Prof. Dr. Carlos Eduardo Palanch Repeke, orientador, Prof. Dr. Cleverson Luciano Trento, coorientador.

4.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis numéricas foram testadas quanto a distribuição de normalidade dos dados por meio do teste de *Shapiro - Wilk*. Tanto para análises de mesmo grupo com múltiplas inserções e remoções, quanto para análise de grupos diferentes no mesmo tempo foram utilizados o teste de *Friedman* (ANOVA de medições repetidas – Não Paramétrica) seguido do pós teste de *Durbin-Conover*.

Para todas as análises, os valores de $p < 0,05$ serão considerados estatisticamente significantes. Todos os testes estatísticos, adequados aos experimentos, grupos e valores obtidos foram aplicados através do programa Jamovi versão 2.5.2.0.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos demonstram que durante a inserção o torque máximo alcançado foi de 21N.cm no grupo INS2 durante a segunda inserção (Gráfico 4), e o mínimo de 12 N.cm na quarta inserção do grupo INS4 (Gráfico 7), representando respectivamente 84% e 48% do torque máximo recomendado pelo fabricante (25N.cm), em relação ao torque máximo alcançado durante a remoção foi de 16N.cm (64%) na segunda remoção dos grupos INS2 (Gráfico 4), INS3 (Gráfico 6), INS4 (Gráfico 8) e quarta remoção do grupo INS4 (gráfico 8), já o torque mínimo observado foi de 9N.cm (36%) na terceira remoção do grupo INS3 (Gráfico 5) e quarta remoção no grupo INS4 (Gráfico 7).

Gráfico 1 - Média de torque máximo de inserção (MIT) em N.cm e porcentagem em relação a recomendação da fabricante, para todos os grupos e tempos de inserção.

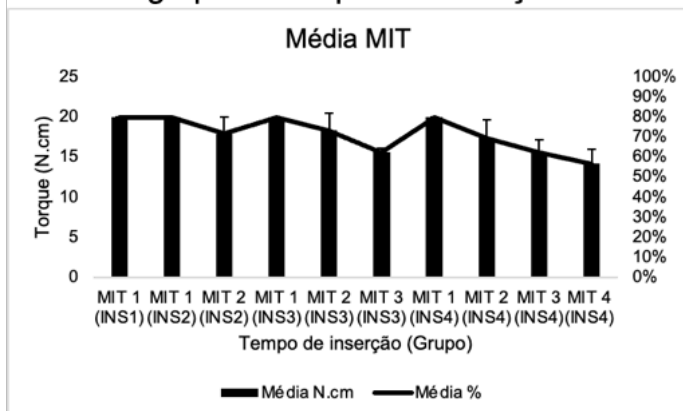
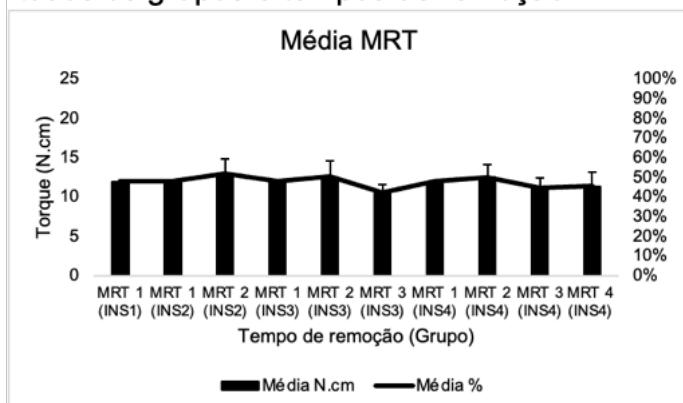


Gráfico 2 - Média de torque máximo de remoção (MRT) em N.cm e porcentagem em relação a recomendação da fabricante, para todos os grupos e tempos de remoção.



A média de torque máximo durante a primeira inserção foi de 20N.cm com desvio padrão (DP) de 0 para todos os grupos, na segunda inserção obteve-se uma média de 17,9N.cm (2,21 DP) para o grupo INS2, 18,3N.cm (2,21 DP) para o grupo INS3, 17,4N.cm (2,27 DP) para o grupo INS4, a terceira inserção apresentou média de 15,6N.cm (0,52 DP) para INS3 e 15,6N.cm (1,58 DP) para INS4, e na quarta inserção INS4 apresentou 14,2N.cm (1,75 DP) (Gráfico 1).

Gráfico 3 - Torque máximo de inserção (MIT) e remoção (MRT) por amostra do grupo INS1 em N.cm e porcentagem em relação a recomendação da máxima do fabricante.

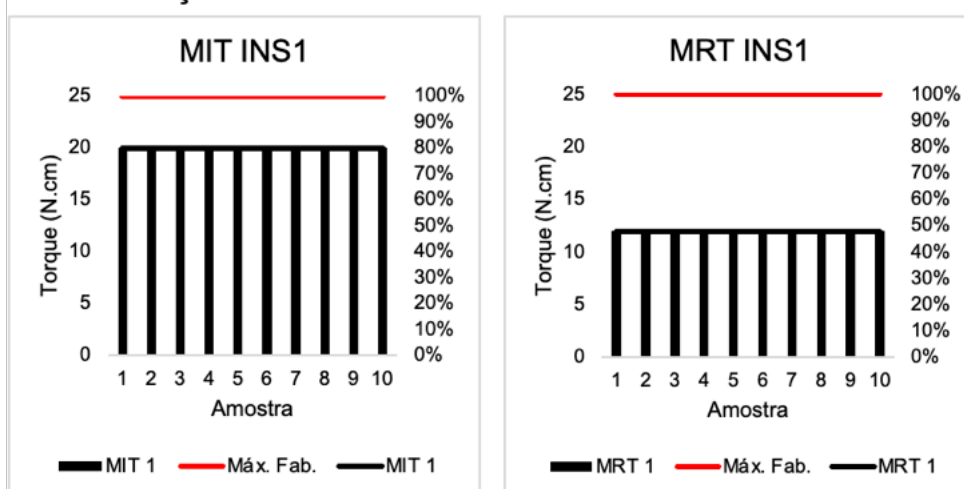


Gráfico 4 - Torque máximo de inserção (MIT) e remoção (MRT) por amostra do grupo INS2 em N.cm e porcentagem em relação a recomendação da máxima do fabricante.

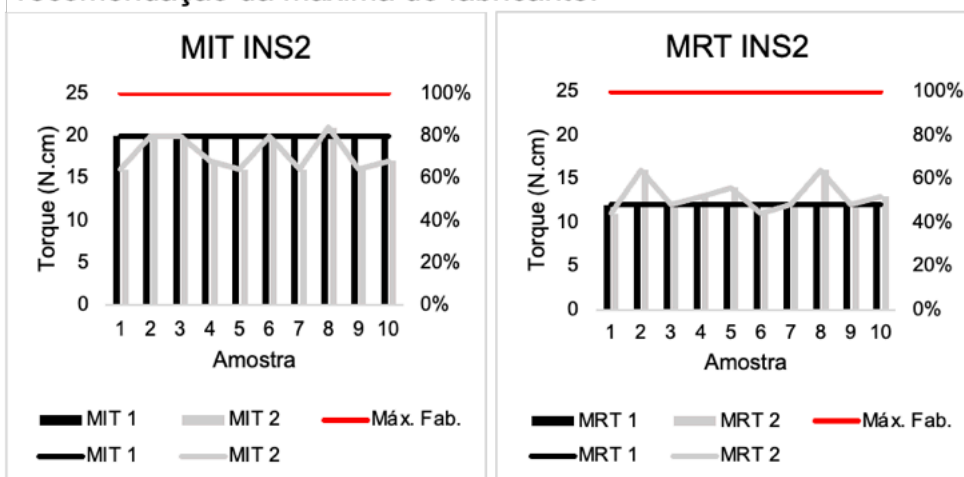


Gráfico 5 - Torque máximo de inserção (MIT) do grupo INS3 em N.cm e porcentagem em relação a recomendação da fabricante.

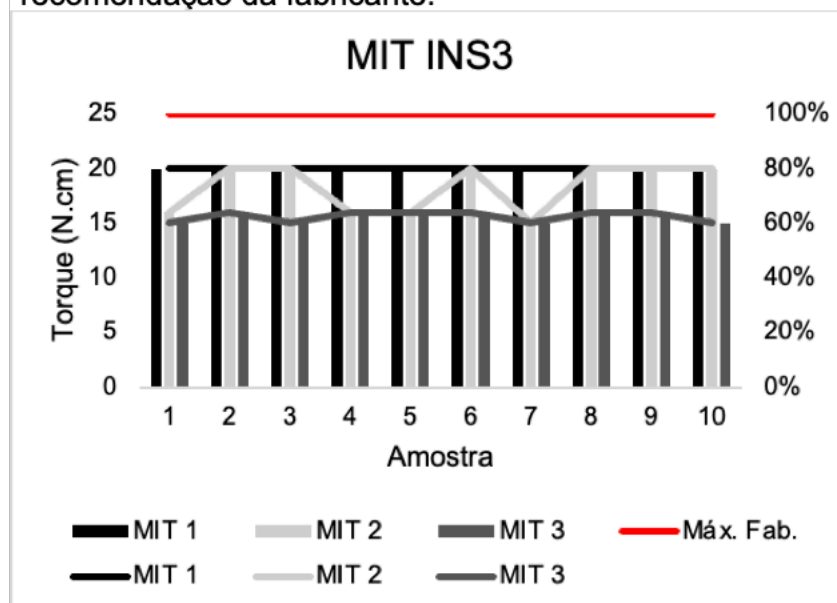
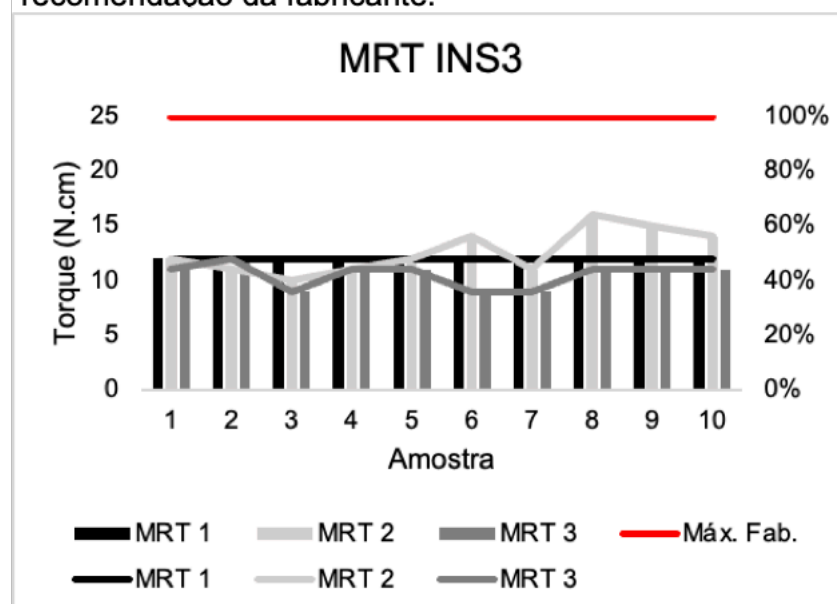


Gráfico 6 - Torque máximo de remoção (MRT) do grupo INS3 em N.cm e porcentagem em relação a recomendação da fabricante.



Com relação ao torque máximo de remoção obtivemos uma média de 12N.cm (0 DP) para todos os grupos na primeira remoção, observou-se um aumento das médias em todos os grupos na segunda remoção, INS2 com 13N.cm (1,83 DP), INS3 com 12,6N.cm (2,01 DP) e INS4 com 12,5N.cm (1,58 DP). A terceira remoção apresentou uma queda na sua média em relação a primeira e segunda remoção,

sendo 10,5N.cm (1,08 DP) e 11,2N.cm (1,23 DP), para INS3 e INS4 respectivamente. Para o grupo INS4, a quarta remoção apresentou um leve aumento na média de torque quando comparado a terceira remoção, sendo 11,4N.cm (1,78 DP) (Gráfico 2).

Gráfico 7 - Torque máximo de inserção (MIT) do grupo INS4 em N.cm e porcentagem em relação a recomendação da fabricante.

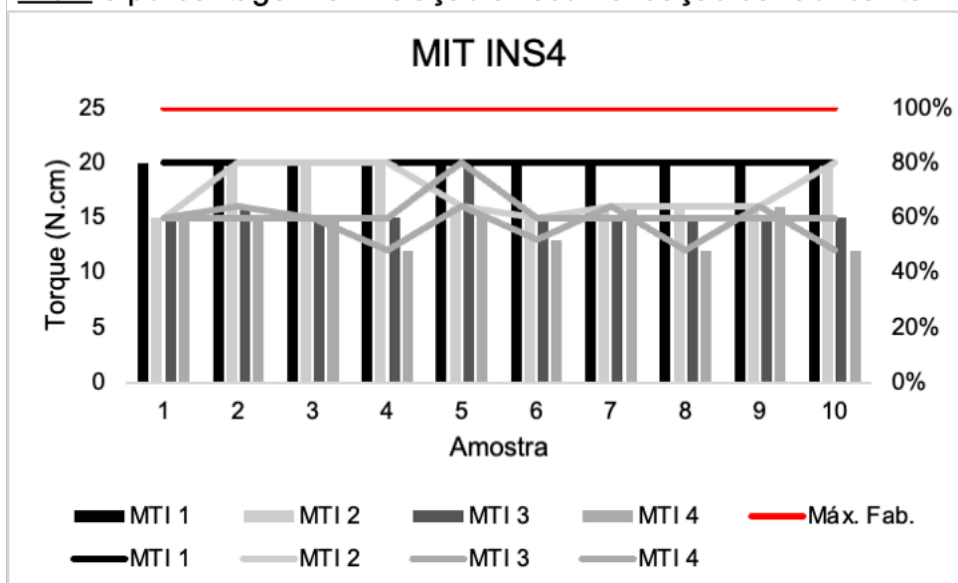
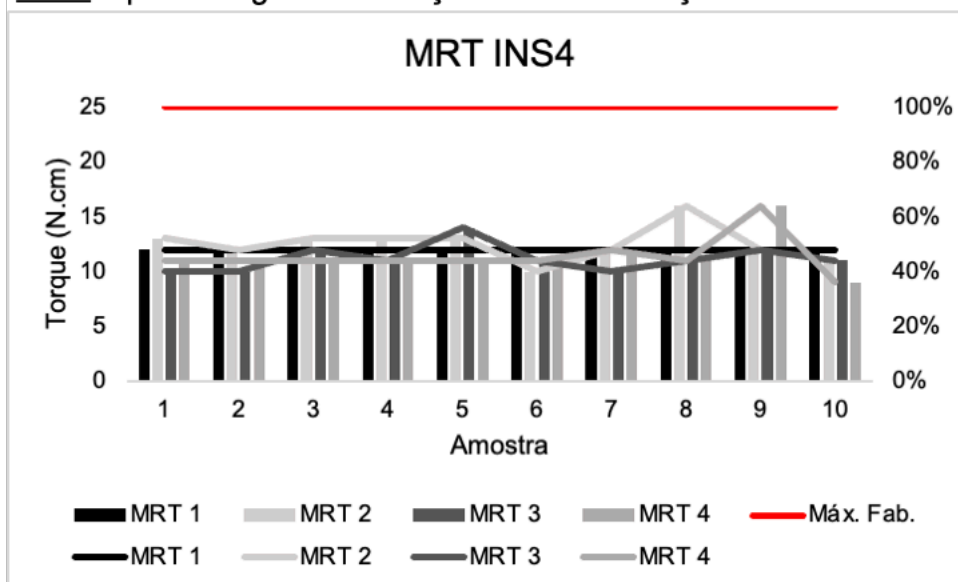


Gráfico 8 - Torque máximo de remoção (MRT) do grupo INS4 em N.cm e porcentagem em relação a recomendação da fabricante.



Para analisar as repetidas inserções e remoções dentro do mesmo grupo, os dados foram avaliados quanto a distribuição, os resultados obtidos mostraram uma distribuição anormal, necessitando de uma análise não-paramétrica (Tabelas 1 e 2).

Os dados de cada grupo foram submetidos ao teste de *Friedman* (Tabelas 3 e 4) e em seguidas submetidos ao pós-teste de *Durbin-Conover* para avaliação de

significância entre as inserções e remoções (Tabelas 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14).

Tabela 1 - Teste de *Shapiro-Wilk* para avaliação de normalidade dos resultados do torque máximo de inserção (MIT) em todos os grupos nos seus diferentes tempos de inserção.

	N	Mediana	Shapiro-Wilk		Percentis		
			W	p	25th	50th	75th
MIT 1 (INS1)	10	20.0	NaN	NaN	20.0	20.0	20.0
MIT 1 (INS2)	10	20.0	NaN	NaN	20.0	20.0	20.0
MIT 2 (INS2)	10	17.0	0.787	0.010*	16.0	17.0	20.0
MIT 1 (INS3)	10	20.0	NaN	NaN	20.0	20.0	20.0
MIT 2 (INS3)	10	20.0	0.694	<.001*	16.0	20.0	20.0
MIT 3 (INS3)	10	16.0	0.640	<.001*	15.0	16.0	16.0
MIT 1 (INS4)	10	20.0	NaN	NaN	20.0	20.0	20.0
MIT 2 (INS4)	10	16.0	0.741	0.003*	16.0	16.0	20.0
MIT 3 (INS4)	10	15.0	0.456	<.001*	15.0	15.0	15.0
MIT 4 (INS4)	10	15.0	0.805	0.017*	12.3	15.0	15.8

Foram considerados com distribuição normal os resultados de $p > 0.05$.

*Valores considerados como distribuição anormal (não-paramétrica).

Tabela 2 - Teste de *Shapiro-Wilk* para avaliação de normalidade dos resultados do torque máximo de remoção (MRT) em todos os grupos nos seus diferentes tempos de remoção.

	N	Mediana	Shapiro-Wilk		Percentis		
			W	p	25th	50th	75th
MRT 1 (INS1)	10	12.0	NaN	NaN	12.00	12.0	12.0
MRT 1 (INS2)	10	12.0	NaN	NaN	12.00	12.0	12.0
MRT 2 (INS2)	10	12.5	0.869	0.097	12.00	12.5	13.8
MRT 1 (INS3)	10	12.0	NaN	NaN	12.00	12.0	12.0
MRT 2 (INS3)	10	12.0	0.915	0.313	11.00	12.0	14.0
MRT 3 (INS3)	10	11.0	0.751	0.004*	9.50	11.0	11.0
MRT 1 (INS4)	10	12.0	NaN	NaN	12.00	12.0	12.0
MRT 2 (INS4)	10	12.5	0.891	0.174	12.00	12.5	13.0
MRT 3 (INS4)	10	11.0	0.841	0.045*	10.25	11.0	11.8
MRT 4 (INS4)	10	11.0	0.665	<.001*	11.00	11.0	11.0

Foram considerados com distribuição normal os resultados de $p > 0.05$.

*Valores considerados como distribuição anormal (não-paramétrica).

Foi possível observar uma diminuição no MIT em todos os grupos com reinserção (Gráfico 1), entretanto apenas os grupos INS4 e INS3 revelaram uma diminuição estatisticamente significativa em todas as análises, exceto entre a terceira e quarta inserção do grupo INS4 que não apresentou diferença significativa (Tabelas 5, 6 e 7).

Tabela 3 - Teste de *Friedman* para análises de medições repetidas não paramétricas dos grupo quanto ao torque máximo de inserção MIT.

INS2			INS3			INS4		
χ^2	gl	p	χ^2	gl	p	χ^2	gl	p
3.57	1	0.059	15.9	2	<.001	20.6	3	<.001

Foram considerados estatisticamente significantes os valores de $p < 0.05$.

Tabela 4 - Teste de *Friedman* para análises de medições repetidas não paramétricas dos grupo quanto ao torque máximo de remoção MRT.

INS2			INS3			INS4		
χ^2	gl	p	χ^2	gl	p	χ^2	gl	p
1.29	1	0.257	10.7	2	0.005	8.48	3	0.037

Foram considerados estatisticamente significantes os valores de $p < 0.05$.

Uma comparação de mesma quantidade reinserção em diferentes grupos mostrou uma ausência de diferença estatística, revelando uma homogeneidade dos dados obtidos mesmo se tratando de diferentes grupos (Tabelas 8 e 9).

Tabela 5 - Teste *Post-hoc de Durbin-Conover* para análise de inserções do grupo INS2.

Estatística				p
MIT 1 (INS2)	-	MIT 2 (INS2)	2.24	0.052*

Foram considerados estatisticamente significantes os valores de $p < 0.05$.

*Não houve diferença estatisticamente significativa.

Tabela 6 - Teste *Post-hoc de Durbin-Conover* para análise de inserções do grupo INS3.

Estatística				p
MIT 1 (INS3)	-	MIT 2 (INS3)	2.94	0.009
MIT 1 (INS3)	-	MIT 3 (INS3)	8.29	<.001
MIT 2 (INS3)	-	MIT 3 (INS3)	5.35	<.001

Foram considerados estatisticamente significantes os valores de $p < 0.05$.

Em relação ao MRT foi observado uma diminuição do torque máximo, estatisticamente significativa, quando comparadas a primeira e segunda remoção com a terceira no grupo INS3 (Tabela 11), o grupo INS4 também apresentou diminuição significativa, exceto quando comparados os MRT 1 com MRT 2 e MRT 3 com MRT 4 (Tabela 12). Vale ressaltar que todos os grupos apresentaram um aumento no torque de remoção quando comparado a MRT 1 com MRT 2 (Gráfico 2), entretanto este dado não revelou alteração significativa (Tabelas 10, 11 e 12).

Tabela 7 - Teste *Post-hoc* de Durbin-Conover para análise de inserções do grupo INS4.

			Estatística	p
MIT 1 (INS4)	-	MIT 2 (INS4)	3.01	0.006
MIT 1 (INS4)	-	MIT 3 (INS4)	5.70	<.001
MIT 1 (INS4)	-	MIT 4 (INS4)	7.13	<.001
MIT 2 (INS4)	-	MIT 3 (INS4)	2.69	0.012
MIT 2 (INS4)	-	MIT 4 (INS4)	4.12	<.001
MIT 3 (INS4)	-	MIT 4 (INS4)	1.43	0.165*

Foram considerados estatisticamente significantes os valores de $p < 0.05$.

*Não houve diferença estatisticamente significativa.

Tabela 8 - Teste *Post-hoc* de Durbin-Conover para análise da segunda inserção entre os grupos.

			Estatística	p
MIT 2 (INS2)	-	MIT 2 (INS3)	0.142	0.889*
MIT 2 (INS2)	-	MIT 2 (INS4)	0.710	0.487*
MIT 2 (INS3)	-	MIT 2 (INS4)	0.568	0.577*

Foram considerados estatisticamente significantes os valores de $p < 0.05$.

*Não houve diferença estatisticamente significativa.

Tabela 9 - Teste *Post-hoc* de Durbin-Conover para análise da terceira inserção entre os grupos.

			Estatística	p
MIT 3 (INS4)	-	MIT 3 (INS3)	1.41	0.193*

Foram considerados estatisticamente significantes os valores de $p < 0.05$.

*Não houve diferença estatisticamente significativa.

Ao comparar diferentes grupos quanto ao MRT, em mesmo número de remoções, nenhum dos grupos apresentou uma diferença estatística significativa (Tabelas 13 e 14), desta forma mostrando uma uniformidade nos resultados mesmo se tratando de grupos diferentes.

Tabela 10 - Teste *Post-hoc* de Durbin-Conover para análise de remoções do grupo INS2.

			Estatística	p
MRT 1 (INS2)	-	MRT 2 (INS2)	1.15	0.279

Foram considerados estatisticamente significantes os valores de $p < 0.05$.

Tabela 11 - Teste *Post-hoc* de Durbin-Conover para análise de remoções do grupo INS3.

		Estatística	p
MRT 1 (INS3)	- MRT 2 (INS3)	0.328	0.746*
MRT 1 (INS3)	- MRT 3 (INS3)	4.104	<.001
MRT 2 (INS3)	- MRT 3 (INS3)	3.776	0.001

Foram considerados estatisticamente significantes os valores de $p < 0.05$.
*Não houve diferença estatisticamente significativa.

Tabela 12 - Teste *Post-hoc* de Durbin-Conover para análise de remoções do grupo INS4.

		Estatística	p
MRT 1 (INS4)	- MRT 2 (INS4)	0.209	0.836*
MRT 1 (INS4)	- MRT 3 (INS4)	2.196	0.037
MRT 1 (INS4)	- MRT 4 (INS4)	2.196	0.037
MRT 2 (INS4)	- MRT 3 (INS4)	2.406	0.023
MRT 2 (INS4)	- MRT 4 (INS4)	2.406	0.023
MRT 3 (INS4)	- MRT 4 (INS4)	0.000	1.000*

Foram considerados estatisticamente significantes os valores de $p < 0.05$.
*Não houve diferença estatisticamente significativa.

Tabela 13 - Teste *Post-hoc* de Durbin-Conover para análise da segunda remoção entre os grupos.

		Estatística	p
MRT 2 (INS2)	- MRT 2 (INS3)	0.834	0.415*
MRT 2 (INS2)	- MRT 2 (INS4)	0.238	0.814*
MRT 2 (INS3)	- MRT 2 (INS4)	0.596	0.559*

Foram considerados estatisticamente significantes os valores de $p < 0.05$.
*Não houve diferença estatisticamente significativa.

Tabela 14 - Teste *Post-hoc* de Durbin-Conover para análise da terceira remoção entre os grupos.

		Estatística	p
MRT 3 (INS3)	- MRT 3 (INS4)	1.15	0.279*

Foram considerados estatisticamente significantes os valores de $p < 0.05$.
*Não houve diferença estatisticamente significativa.

6. DISCUSSÃO

Este estudo demonstrou como resultado um torque máximo de inserção alcançado de 21N.cm abaixo do recomendado pela fabricante, tornando segura a inserção do mesmo. Entretanto o artigo de Marchi *et al.* (2020)²⁷ relata que o torque máximo de inserção deve ser entre 5N.cm e 10N.cm, pois o aumento do torque de inserção pode vir a causar fraturas corticais e reabsorção óssea aumentando o risco de falha na estabilidade primária. Motoyoshi *et al.* (2006)¹⁵ também relata torque de inserção recomendados entre 5N.cm e 10N.cm, trazendo ainda que um torque menor que 5N.cm e maior que 10N.cm mostram, respectivamente, 23,5% e 35,3% menos chance de sucesso. Já Migliorati *et al.* (2021)²⁸ recomenda um torque máximo de inserção entre 10N.cm a 15N.cm, indicando que um torque superior pode causar isquemia de tecidos, necrose e estresse no local. Complementa ainda que mesmo com os valores de torque de inserção desejados, não há garantia no sucesso da estabilidade. Sendo assim os resultados apresentados neste estudo demonstram um alto MIT, visando a diminuição do torque de inserção os estudos citados recomendam realizar uma perfuração prévia na cortical óssea assim diminuindo o torque ao inserir o miniparafuso, evitando desta forma os riscos de intercorrências descritos.

Wilmes *et al.* (2011)⁹ avaliou o torque máximo de fratura de 41 tipos de miniparafusos de 11 marcas diferentes e com variações de características morfológicas. Os resultados mostraram que o diâmetro do miniparafuso está diretamente ligado ao torque máximo de fratura, descreveu que a média obtida nas amostras de 1,5mm de diâmetro foi de 20,56 +/-3,82 N.cm. Já Barros *et al.* (2021) avaliou miniparafusos fabricados em ligas de titânio e aço inoxidável, com espessuras variando entre 1,2 a 1,8mm, quanto ao torque de fratura e análise de superfície. Os Miniparafusos de 1,5mm fraturaram com médias de 24,79 e 27,19 N.cm para os grupos de aço e titânio, respectivamente. Ambos os resultados demonstram que o torque máximo de inserção obtido no presente estudo é seguro quanto a resistência a fratura, corroborando com a recomendação da fabricante.

Rajan *et al.* (2023)⁷ observou uma diferença significativa na redução do diâmetro de miniparafusos que foram utilizados em paciente que foram submetidos a

retração para fechamento de espaços de primeiros pré-molares, por aproximadamente 12 meses. O estudo relata diferenças de diâmetro nas roscas variando de $28,1 \pm 12,44 \mu\text{m}$ a $53,1 \pm 19,51 \mu\text{m}$. O desgaste das roscas de um miniparafuso pode afetar tanto o poder de corte, quanto a resistência do mesmo, os dados relatados podem chegar a aproximadamente 5% do diâmetro que foi utilizado neste estudo, fator importante a ser avaliado quando se fala em reutilização de miniparafusos.

Geshay *et al.* (2021)³⁹ avaliou a estabilidade de 82 miniparafusos ortodônticos de 3mm de comprimento, instalados por um residente de ortodontia. Os resultados obtidos mostraram uma falha de 27 miniparafusos, representando 32,9%, sendo que 10 classificadas como falhas acidentais ocasionadas por trauma gerado pelo paciente. Sendo assim obteve-se 23,6% o percentual de falhas ao excluir as acidentais. Os dados deste estudo trazem um aumento da taxa de insucesso quando comparada a relatada na literatura, que pode ser explicada pela falta de experiência do operador, podendo ou não estar associada ao comprimento do DAT. Observou-se um MIT de 7,8 N.cm para região anterior e 7,4N.cm para região posterior, e MRT de 1,7N.cm, para as regiões anterior e posterior, e relata que os miniparafusos que falharam tiveram um maior MIT e MRT. Os dados de MIT obtidos estão dentro dos relatados na literatura para o aumento do sucesso, entretanto por se tratar de miniparafusos de comprimento reduzido a instalação do mesmo é feita apenas em osso cortical, sendo esta a área que sofre maiores danos durante a instalação, podendo dessa forma aumentar o risco de insucesso da estabilidade primária. O estudo ainda salientou que houve 100% de sucesso nos miniparafusos que não foram aplicadas carga imediata, entretanto apenas duas das amostras não tiveram aplicação da força. Estes dados não devem ser levados em consideração devido ao pequeno quantitativo de amostras, entretanto gera questionamentos sobre a aplicação da carga no momento da instalação do DAT e a sua relação com a taxa de sucesso. Os resultados de MIT e MRT e o aumento da taxa de insucesso, pode indicar que miniparafusos com comprimento maior sejam mais indicados, mesmo sendo reutilizados. Os resultados do presente estudo apresentaram maiores valores para MRT e isto pode ser explicado devido ao estudo avaliar apenas a retenção mecânica, outros fatores como processos inflamatórios e possibilidade de osseointegração podem afetar diretamente este dado.

Assad-Loss *et al.* (2017)⁴ avaliou 5 diferentes marcas de miniparafusos com

relação ao seu torque de inserção e torque de fratura. Os resultados mostram que a maior média de torque de inserção dos grupos obtida variou entre 6,6N.cm a 10,2N.cm, a diferença de valor obtido pode estar associada ao design da estrutura, como número de roscas e comprimento miniparafuso. Os resultados de inserção demonstraram estar entre os recomendados na literatura para maior taxa de sucesso. O estudo relatado utilizou ossos suínos com cortical variando entre 1 e 1,5mm, diferente do presente estudo que utilizou ossos artificiais com 3mm de cortical, esta diferença de espessura pode explicar a maior média de inserção obtida, pelo fato do osso cortical ter uma maior densidade.

Barros *et al.* (2011)¹⁶ comparou os torque máximos de inserção de diversos diâmetros de parafuso em ossos artificiais de duas densidades (alta e baixa) e ossos suínos com corticais variando de 0,5 a 1mm. Os resultados obtidos mostram que os miniparafusos de 1,5mm inseridos nos ossos suínos tiveram uma média de 4,98 N.cm, enquanto nos ossos de alta densidade alcançou-se a fratura com média de 16,45 N.cm. Estes resultados obtidos mostram os ossos suínos ficaram próximos do limite mínimo de torque indicado para aumento da taxa de sucesso de estabilidade, o que pode ser explicado pela cortical delgada utilizada no estudo, já a fratura ocorreu acima do limite máximo indicado para o aumento do sucesso. O estudo não relatou o torque máximo indicado pela fabricante, e vale ressaltar que estar dentro dos padrões e protocolos recomendados trás segurança e aumento da eficácia do procedimento. O presente estudo optou por trazer uma cortical mais espessa objetivando uma simulação com maior torque afim de levar os miniparafusos a condições de estresse máximo que possam ser encontradas nos ossos mandibulares, trazendo mais segurança para os resultados.

Quanto a avaliação do torque de fratura os resultados de Loss (2009)¹⁰ mostram que miniparafusos com diâmetro inferior a 1,5mm obtiveram menores médias tanto na fratura da ponta, quanto no terço superior. As médias encontradas variaram entre 9,35 a 24,36 N.cm na região da ponta e 23,45 a 34,82 N.cm, os resultados obtidos também podem ser explicados pelo design do miniparafuso e a sua espessura, principalmente em relação a ponta. Apenas dois dos grupos do estudo relatado tiveram médias de fratura menores que 21N.cm deixando os resultados obtidos neste estudo dentro de uma margem de segurança e corroborando com o torque máximo recomendado pela marca utilizada neste estudo. O estudo de Smith *et al.* (2015)⁵ trouxe resultados de média de torque máximo de

fratura variando entre 25,08 a 72,07 N.cm, em miniparafusos com diâmetros entre 1,4 a 1,8mm e todos os locais de fratura ocorreram na região da rosca. Os resultados do estudo indicaram que a variação de diâmetro não estava correlacionada ao torque de fratura. Os dados obtidos no estudo de Smith *et al.* (2015) confirmam a segurança quanto ao torque máximo recomendado pela fabricante dos miniparafusos utilizados neste estudo, bem como a segurança quanto ao risco de fratura quando comparamos o torque obtido nas inserções após esterilização. Por mais que as marcas de miniparafusos utilizados no estudo de Lima *et al.* (2011) recomendem um MIT entre 15 a 20 N.cm os resultados da sua análise mostraram que as amostras fraturaram entre 22 e 36 N.cm, revelando uma resistência de no mínimo 25% além da recomendação da fabricante, desta forma observou-se uma margem de segurança além da recomendação do torque máximo. Por mais que os estudos demonstrem uma resistência acima da recomendada, vale ressaltar que os limites indicados pelos fabricantes não devem ser extrapolados visando uma segurança na utilização. Os resultados obtidos neste estudo comprovam que os resultados de torque máximo obtido nas reinserções foram inferiores a recomendação, o que revela a segurança quanto a resistência a fratura.

Kaci *et al.* (2018)²⁹ traz resultados interessantes sobre a diminuição da do torque de fratura em miniparafusos utilizados em pacientes por até 14 meses. Relata que as amostras removidas até 2 meses não apresentaram uma diminuição no torque de fratura, enquanto as amostras mantidas por 12 e 14 meses apresentam uma redução de 20,76% e 26,42%, respectivamente. Mesmo com esta redução significativa os miniparafusos fraturaram entre 39 e 42N.cm, mostrando uma média maior que a obtida neste estudo, entretanto os autores relataram alterações visíveis na cabeça dos miniparafusos que permaneceram em ambiente bucal, o que pode sugerir corrosão e interferir na segurança da sua instalação.

Os resultados de Tatli, Alraawi e Toroglu (2019)¹⁸ mostraram que o ângulo de inserção pode afetar o torque máximo, mostrou também que o comprimento da rosca e diâmetro do parafuso influenciam nos resultados de torque. Os torques obtidos em inserção a 90° foram significativamente menores, entretanto o torque máximo obtido a 70° com a amostra de 1,6mm x 8mm não ultrapassou 14N.cm e as corticais ósseas dos espécimes variaram de 1,19 a 1,88 mm. Este resultado indica que a menor espessura do osso cortical pode trazer uma diminuição no torque máximo de inserção, e ratifica a recomendação que a perfuração prévia a inserção

pode diminuir o torque de inserção pois reduz a resistência do osso cortical.

Hergel *et al.* (2019)²⁵ utilizou blocos ósseos artificiais para avaliação de MIT e MRT em miniparafusos submetidos a duas inserções e ao processo de esterilização. Ao contrário dos resultados obtidos no presente estudo, os autores relataram uma diferença estatisticamente significativa entre a primeira e segunda inserções. Contudo o estudo descreve torque de fratura com médias acima de 28,98 N.cm, não mostrando diferença entre os grupos sem inserção, com 1 e 2 inserções, revelando a ausência de alteração na resistência mecânica após a esterilização, contudo a análise de superfície mostra um desgaste nos grupos pós inserção. O MRT não mostrou diferença estatística, corroborando com o resultado do comparativo entre primeira e segunda remoções deste estudo.

Ao utilizar um novo método de desinfecção pré esterilização, Noorollahian, Alavi e Monirifard (2012)²⁶ revelou que independente do processo de desinfecção utilizado, o resultados de MRT, MIT e torque de fratura não sofreram alterações significativas. As médias de torque máximo de inserção (21,91 a 25,16 N.cm) e remoção (18,49 a 20,42 N.cm) foram maiores que as do presente estudo, sendo ainda inferiores ao torque de fratura descrito pelos autores (56,27 a 58,47 N.cm), mais uma vez corroborando com a segurança quanto ao risco de fratura na reutilização pós esterilização.

Gezer e Yilanci (2023)³¹ observaram que o tratamento de superfície de miniparafusos pode influenciar no MIT e MRT causando um aumento do torque tanto na inserção quanto na remoção. Entretanto os valores médios obtidos nos grupos tratados foram maiores do que os recomendados na literatura, este aumento do torque de inserção pode ser desfavorável para o sucesso da estabilidade primária dos miniparafusos. Os valores médios de MRT descritos foram menores do que os encontrados no presente estudo, o que pode ser explicado pela espessura mais delgada da cortical utilizada no estudo (1mm).

Santos *et al.* (2014)³⁵ avaliou o torque de inserção em diferentes densidades ósseas bem como o torque de fratura. Os resultados mostraram que a ponta dos miniparafusos fraturou com uma média de 22,14 N.cm, quando avaliaram as médias de MIT observou-se que o bloco ósseo confeccionado apenas com densidade da cortical revelou um torque de inserção médio de 23,96 N.cm, enquanto o bloco com 3mm de cortical apresentou 16,11 N.cm. O estudo revela o risco de fratura da ponta do miniparafuso em ensaios com blocos de alta densidade, sendo a cortical de 3mm

a opção mais segura para evitar a quebra da estrutura bem como chegar o mais próximo do MIT recomendado para o sucesso da estabilidade primária.

Ao avaliar 3 ciclos de inserção em ossos suínos (2 a 3 mm de cortical), com e sem perfuração prévia, Nenen *et al.* (2021)⁴⁰ observou que a média de MIT foi menor em todos os 3 ciclos de inserções que foram realizadas perfuração prévia quando comparados a inserções sem perfuração. Relatou que a cada ciclo de inserção houve um aumento do MIT em ambas as situações. Durante a avaliação morfológica da superfície do DAT encontraram deformações que aumentavam a cada ciclo de inserção, com maiores alterações no grupo sem perfuração. Os dados trazidos pelos autores revelam uma importante observação quanto a análise de superfície e o risco de deformações em miniparafusos reutilizados.

Marchi *et al.* (2020)²⁷ confirmou em seu estudo que a espessura da cortical influencia o torque máximo de inserção, devido a diferença de densidade observada em ossos esponjosos e corticais. Blocos de ossos artificiais sem cortical apresentaram resistência aproximadamente 3,5x menor quando comparado com um bloco de com cortical de 2mm, já a amostra com 4mm de cortical o resultado foi 5x maior, o bloco inteiro fabricado com o dobro da densidade do simulacro do osso esponjoso revelou aproximadamente 10x mais resistência, ratificando a influência da cortical no torque de inserção.

Alves *et al.* (2016)¹² confirmou a biocompatibilidade da liga de titânio utilizada em miniparafusos mostrando que não houve liberação de metais em amostras de saliva artificial que receberam miniparafusos por 30 e 60 dias. Avaliou também a superfície dos DATs para verificar a sua integridade, observou-se alterações em algumas amostras que ficaram imersas por 60 dias como: manchas escuras, rugosidade e partículas aderidas. Contrariamente, Caetano *et al.* (2019)¹⁹ comparou a superfície de miniparafusos utilizados por um tempo médio de 230 dias com um grupo controle, os resultados mostram que apenas uma das amostras apresentou uma pequena cavidade em sua superfície, indicando um processo de corrosão. O estudo conclui que não houve significância sobre a alteração da superfície nos processos de inserção e remoção em miniparafusos de liga de titânio tornando sua utilização segura. As divergências citadas nos estudos revelam uma necessidade de avaliação de corrosão dos dispositivos que permanecem por maior tempo em meio a cavidade bucal, tanto para avaliar a citotoxicidade quando para avaliação de resistência do mesmo, possibilitando a reutilização.

O estudo de Da Fonseca (2018)²³ avaliou quanto ao poder de esterilização em 185 parafusos utilizados e esterilizados, sendo 153 de cobertura e 32 de cicatrização. O resultado revelou que 56 parafusos (30,27%) apresentavam presença de biofilme visível, sendo 32 de cicatrização (100%) e 24 de cobertura (15,69%), destes, 9,73% (18) das amostras testaram positivo para presença de bactérias. Estes resultados reforçam uma preocupação quanto a necessidade de uma avaliação de risco-benefício sobre a reutilização de materiais que tiveram contato com matéria orgânica, pois nem sempre a desinfecção traz segurança quanto a eficácia da inativação de microrganismos nos processos de esterilização. O estudo ainda relata que, no que se refere ao clínico, a falta de padronização nos processos de limpeza, desinfecção e esterilização pode comprometer a eficácia destes. Assim destaca-se a necessidade de seguir os protocolos estabelecidos pelos órgãos de controle sanitário e sugere-se que os profissionais se preocupem, se atualizem e não negligenciem o controle de desinfecção, e que estabeleçam condutas de limpeza, sanitização e esterilização seguindo os protocolos indicados pelos órgãos especializados, evitando assim a contaminação cruzada.

7. CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou que o torque máximo obtido durante a inserção não ultrapassou 84% da recomendação do fabricante, já na remoção as médias de torque obtidas variaram entre 52% a 42% do valor recomendado, revelando que o risco maior de complicações está associado ao processo de inserção. Não ocorreram fraturas dos miniparafusos, demonstrando que os processos de esterilização, inserção e remoção não influenciaram na sua resistência mecânica.

Conclui-se que, seguindo os processos recomendados de instalação e remoção e sem incidências de forças laterais no material, não há risco de fratura por fadiga. Sugere-se estudos para análise de variáveis que possam ser encontradas na cavidade bucal, além das considerações éticas advindas da reutilização dos miniparafusos.

8. IMPACTO SOCIAL

O presente estudo revela a importância de uma avaliação de resistência para reutilização de acessórios que auxiliam mecânicas ortodôntica como os miniparafusos a fim de evitar intercorrências como a fratura destes dispositivos causando consequências graves ao paciente.

Estes dados trazem segurança na utilização do miniparafusos seguindo as recomendações do fabricante, entretanto ressalta sobre o risco da sua reutilização.

Alertar os profissionais da odontologia quanto ao risco de contaminação cruzada, bem como a recomendação de critérios rigorosos nos protocolos de desinfecção e esterilização de materiais, reflete diretamente na saúde da população.

9.REFERÊNCIAS

1. Park YC, Choi YJ, Choi NC, Lee JS. Esthetic segmental retraction of maxillary anterior teeth with a palatal appliance and orthodontic mini-implants. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2007;131(4):537–44.
2. Jing Z, Wu Y, Jiang W, et al. Factors Affecting the Clinical Success Rate of Miniscrew Implants for Orthodontic Treatment. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* 2016;31(4):835–41.
3. Liu TC, Chang CH, Wong TY, Liu JK. Finite element analysis of miniscrew implants used for orthodontic anchorage. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2012;141(4):468–76. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.11.012>.
4. Assad-Loss TF, Kitahara-Céia FMF, Silveira GS, Elias CN, Mucha JN. Fracture strength of orthodontic mini-implants. *Dental Press J. Orthod.* 2017;22(3):47–54.
5. Smith A, Hosein YK, Dunning CE, Tassi A. Fracture resistance of commonly used self-drilling orthodontic mini-implants. *Angle Orthod.* 2015;85(1):26–32.
6. Sana S, Kondapally RR, Talapaneni AK, Hussain A, Bangi SL, Fatima A. Avaliação da estabilidade de três tipos diferentes de Miniparafusos , baseada no fator formato da rosca e na análise numérica da tensão ao redor dos Miniparafusos inseridos com diferentes ângulos , com relação à força de retração em massa. 2020;25(6):59–68.
7. Ranjan A, Shetty P, Despande R, Biradar A, Khan W, Kulshrestha R. A comparative surface evaluation of orthodontic mini-implants before and after en masse retraction - A SEM study. *J. Orthod. Sci.* 2023;12(1):15.
8. Papadopoulos MA, Papageorgiou SN, Zogakis IP. Clinical effectiveness of orthodontic miniscrew implants: A meta-analysis. *J. Dent. Res.* 2011;90(8):969–76.
9. Wilmes B, Panayotidis A, Drescher D. Fracture resistance of orthodontic mini-implants: A biomechanical in vitro study. *Eur. J. Orthod.* 2011;33(4):396–401.
10. Loss TFA. Torque de inserção, remoção e fratura de Miniparafusos ortodônticos. 2009:64.
11. Desai M, Jain A, Sumra N. Surgical management of fractured orthodontic mini-implant- a case report. *J. Clin. Diagnostic Res.* 2015;9(1):ZD06–7.
12. Alves CBC, Segurado MN, Dorta MCL, Dias FR, Lenza MG, Lenza MA.

Avaliação da resistência à corrosão e citotoxicidade de Miniparafusos ortodônticos. *Dental Press J. Orthod.* 2016;21(5):39–46.

13. Chang C, Liu SS, Roberts WE. Primary failure rate for 1680 extra-alveolar mandibular buccal shelf miniscrews placed in movable mucosa or attached gingiva. *Angle Orthod.* 2015;85(6):905–10.

14. Halliday D, Resnick R, Walker J. *Fundamentos de Física*. 9ª Edição. (Biasi RS de, ed.). LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora; 2012.

15. Motoyoshi M, Hirabayashi M, Uemura M, Shimizu N. Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant. *Clin. Oral Implants Res.* 2006;17(1):109–14.

16. Barros SE, Janson G, Chiqueto K, Garib DG, Janson M. Effect of mini-implant diameter on fracture risk and self-drilling efficacy. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2011;140(4):181–92.

17. de Lima GMA, Soares MS, Penha SS, Romano MM. Comparison of the fracture torque of different Brazilian mini-implants. *Braz. Oral Res.* 2011;25(2):116–21.

18. Tatli U, Alraawi M, Toroğlu MS. Effects of size and insertion angle of orthodontic mini-implants on skeletal anchorage. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2019;156(2):220–8.

19. Caetano PL, Bahia MS, Silva E da F e, Vitral RWF, Campos MJ da S. Corrosion resistance and surface characterization of miniscrews removed from orthodontic patients. *Rev. Port. Estomatol. Med. Dentária e Cir. Maxilofac.* 2019;60(1):1–7.

20. Barros SE, Vanz V, Chiqueto K, Janson G, Ferreira E. Mechanical strength of stainless steel and titanium alloy mini-implants with different diameters: an experimental laboratory study. *Prog. Orthod.* 2021;22(1).

21. Skaf Z, Nabbout F. Class II Correction with Microimplant Supported Molar Distalization: A Report of Two Cases. *Case Rep. Dent.* 2022:11.

22. Chung KR, Choo H, Kim SH, Ngan P. Timely relocation of mini-implants for uninterrupted full-arch distalization. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2010;138(6):839–49. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.02.035>.

23. Da Fonseca JPB. REUTILIZAÇÃO DE PARAFUSOS DE COBERTURA E DE CICATRIZAÇÃO ESTUDO DE ESTERILIZAÇÃO IN VITRO. 2018. Available at: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/129965/2/428258.pdf>.

24. ANVISA. *Serviços Odontológicos: Prevenção e Controle de Riscos*; 2006.

25. Hergel CA, Acar YB, Ateş M, Küçükkeleş N. In-vitro evaluation of the effects of

insertion and sterilization procedures on the mechanical and surface characteristics of mini screws. *Eur. Oral Res.* 2019;53(1):25–31.

26. Noorollahian S, Alavi S, Monirifard M. A processing method for orthodontic mini-screws reuse. *Dent. Res. J. (Isfahan)*. 2012;9(4):447–51. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23162587> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3491333>.

27. Marchi A, Camporesi M, Festa M, Salvatierra L, Izadi S, Farronato G. Drilling Capability of Orthodontic Miniscrews: In Vitro Study. *Dent. J.* 2020;8(4).

28. Migliorati M, Drago S, Amorfini L, Nucera R, Silvestrini-Biavati A. Maximum insertion torque loss after miniscrew placement in orthodontic patients: A randomized controlled trial. *Orthod. anfile:///Users/victormachado/Downloads/A Process. method Orthod. Craniofacial Res.* 2021;24(3):386–95.

29. Kaci N, Hakem K, Laraba S, Benrekaa N, Le Gall M. Micrographic study and torsional strength of grade 23 titanium mini-implants recycled for orthodontic purposes. *Int. Orthod.* 2018;16(2):246–57. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ortho.2018.03.021>.

30. Yñíguez FM, Grimes JA, Hodgson MM, Trenta M, Liu C, Riggs LM. Effect of repeated steam sterilizations on insertional torque, torque to failure, and axial pullout strength of 3.5-mm and 2.0-mm cortical bone screws. *Am. J. Vet. Res.* 2024;1–6. Available at:

<https://avmajournals.avma.org/view/journals/ajvr/85/10/ajvr.24.06.0170.xml>.

31. Gezer P, Yilanci H. Comparison of mechanical stability of mini-screws with resorbable blasting media and micro-arc oxidation surface treatments under orthodontic forces: An in vitro biomechanical study. *Int. Orthod.* 2023;21(3):9.

32. Gurgel JA, Tavares RR, Ursi WJ, Neves MG, Bramante FS, Pinzan-Vercelino CRM. Mini-implants as provisional anchorage for the replacement of missing anterior teeth: A clinical report. *J. Prosthet. Dent.* 2014;112(4):706–9. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2014.02.018>.

33. Michelogiannakis D, Javed F, Vastardis H. Mini-screw implant-supported pontics for the transitional management of missing permanent maxillary lateral incisors in children and adolescents: a review of currently available evidence. *Eur. Arch. Paediatr. Dent.* 2020;21(3):285–93. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40368-020-00521-1>.

34. Wilmes B, Nienkemper M, Renger S, Drescher D. Mini-implant-supported

- temporary pontics. *J. Clin. Orthod.* 2014;48(7):422–9.
35. Santos RDF, Ruellas AC de O, Fernandes DJ, Elias CN. Torques de inserção X resistência mecânica de Miniparafusos inseridos em corticais de diferentes espessuras. *Dental Press J. Orthod.* 2014;19(3):90–4.
36. Wang CH, Wu JH, Lee KT, Hsu KR, Wang HC, Chen CM. Mechanical strength of orthodontic infrazygomatic mini-implants. *Odontology* 2011;99(1):98–100.
37. Bottacin FS. Relação da espessura da cortical óssea mandibular com o índice de massa corporal em adultos e idosos. 2022. Available at: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/58/58138/tde-06122022-175437/>.
38. Mendes CDS, Santos KM Dos, Gerber JT, et al. Variation of Tooth Crown Size in Cleft Lip and Palate Patients. *J. Contemp. Dent. Pract.* 2023;24(4):207–13.
39. Geshay D, Campbell P, Tadlock L, Schneiderman E, Kyung H-M, Buschang P. Estabilidade de Miniparafusos de 3mm de comprimento com carga imediata : um estudo de viabilidade. *Dental Press J. Orthod.* 2021;26(1):1–29.
40. Nenen F, Garnica N, Rojas V, Oyonarte R. Comparison of the primary stability of orthodontic miniscrews after repeated insertion cycles: An in vitro study. *Angle Orthod.* 2021;91(3):336–42.

APÊNDICE A

Ficha de coleta de dados

Grupo: _____

Nº da amostra	Torque máximo de inserção (N.cm)	Torque máximo de remoção (N.cm)	Torque no momento da fratura (N.cm) (caso haja)	Qual a estrutura que foi fraturada?
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				