

Análise biomecânica de um novo pilar cônico: EsthetiOne

Biomechanical analysis of a new conical abutment: EsthetiOne

Caique Marques Casarini¹

Welson Pimentel²

Flavio Rosa de Oliveira³

Marco Antonio Bottino⁴

Alexandre Luis Souto Borges⁵

Nathália de Carvalho Ramos⁶

¹Cirurgião-dentista, especialista em Implantodontia e mestrando em Ciências aplicadas à Saúde Bucal e Prótese Dentária – Unesp/SJC. Orcid: 0000-0001-6915-4612.

²Cirurgião-dentista, especialista em Periodontia, mestre e doutor em Clínica Odontológica – Universidade Federal Fluminense. Orcid: 0000-0003-2903-7125.

³Cirurgião-dentista, Especialista em Prótese Dental – APCD. Orcid: 0000-0001-7100-2327.

⁴Cirurgião-dentista, mestre e doutor em Prótese Dentária, professor – ICT-Unesp/SJC. Orcid: 0000-0003-0077-3161.

⁵Cirurgião-dentista, mestre e doutor, professor de Prótese Dentária – ICT-Unesp/SJC. Orcid: 0000-0002-5707-7565.

⁶Cirurgião-dentista, especialista em Implantodontia, mestre e doutora em Odontologia Restauradora e Prótese Dentária – Unesp/SJC. Orcid: 0000-0002-0977-5350.

Recebido em jan/2024

Aprovado em jan/2024

RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar a carga para fratura e a distribuição de tensões através de uma análise de elementos finitos [FEA] de um novo pilar cônico modificado. Foram dez implantes *cone-morse* com plataforma 3,5 e os respectivos pilares EsthetiOne [EFF Dental Componentes], esses conjuntos foram montados e incluídos em uma base de resina de poliuretano em duas situações: nível ósseo e 3 mm aquém do nível ósseo. Foi realizado o ensaio de carga para fratura em uma máquina de ensaios universal, os dados foram registrados e analisados estatisticamente. Os desenhos dos conjuntos implante-pilar-coroa foram montados e em seguida analisados por elementos finitos no *software* Ansys [FEA]. Todos os contatos foram considerados colados e fixados na resina [simulando completa osseointegração]. Em seguida, uma carga oblíqua de 200 N foi aplicada na superfície palatina das coroas. Os critérios de análise foram: a tensão de von-Mises e deslocamento total. Os mapas de tensão foram plotados em gráficos colorimétricos. Os resultados do estudo mostraram maior carga para fratura dos conjuntos montados à nível ósseo do que aqueles instalados com 3 mm expostos [teste T, $p < 0,05$]. Já a FEA indicou maior tensão na região vestibular do pilar em ambas as instalações do implante, devido à compressão. Na amostra com 3 mm expostos, notou-se maior tensão na região do implante e parafuso protético. Conclui-se que o pilar EsthetiOne é adequado clinicamente, com benefícios na distribuição de tensões, especialmente quando instalado ao nível ósseo.

Palavras-chave – Implantes dentários; Prótese Dentária; Design de pilar de implante dentário.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the fracture load and stress distribution through a Finite Element Analysis [FEA] of a new modified conical abutment. There were 10 cone morse implants with a 3.5 platform and the respective EsthetiOne abutments [EFF Dental Componentes], these sets were assembled and included in a polyurethane resin base in two situations: bone level and 3 mm below bone level. The fracture load test was carried out on a Universal testing machine, the data was recorded and statistically analyzed. The designs of the implant-abutment-crown were assembled and then analyzed using Finite Elements in the Ansys software [FEA]. All contacts were considered glued and fixed in the resin [simulating complete osseointegration]. Then, an oblique load of 200 N was applied to the palatal surface of the crowns. The analysis criteria were: von-Mises stress and total displacement. The stress maps were plotted on colorimetric graphs. The results of the study showed a greater fracture load for assemblies mounted at bone level than those installed with 3 mm exposed [T test, $p < 0.05$]. The FEA indicated greater tension in the vestibular region of the abutment in both implant installations, due to compression. In the sample with 3 mm exposed, greater tension was noted in the region of the implant and prosthetic screw. It is concluded that the EsthetiOne abutment is clinically appropriate, with benefits in stress distribution, especially when installed at bone level.

Key words – Dental implants; Dental prosthesis; Dental implant-abutment design.

Introdução

A reabilitação com implantes osseointegrados apresenta altas taxas de sucesso a longo prazo, para isso, esses tratamentos precisam de cuidados para que as taxas de sobrevivência sejam garantidas. Inúmeros fatores são responsáveis pelo sucesso final, como higienização – quantidade e qualidade do tecido gengival adjacente à área –, quantidade e qualidade do tecido ósseo, posicionamento tridimensional do implante, entre outros fatores¹.

Um fator importante para que o cirurgião-dentista esteja atento é o ajuste oclusal pós-reabilitação. Falhas do tipo fratura ou afrouxamento de parafusos representam uma alta porcentagem dos insucessos clínicos e podem ser agravadas caso os ajustes oclusais não sejam vistos como prioridade. Estudos mostraram que as fraturas de parafuso chegam 10,4% dos casos após cinco anos de acompanhamento, já o afrouxamento dos parafusos pode atingir até 25% dos pacientes reabilitados com implantes. A sobrecarga oclusal nos implantes também pode aumentar a tensão transferida para o osso de suporte, o que por sua vez prejudica o equilíbrio fisiológico da remodelação óssea e impacta negativamente o sucesso dos tratamentos²⁻³.

Além dos ajustes oclusais, que devem ser bem conduzidos, a seleção das conexões protéticas dos implantes e os componentes protéticos também são importantes para a distribuição de cargas ao redor e nos implantes.

Estudos compararam a distribuição de tensões em implantes com dois tipos de pilares, UCLA direto sobre o implante e um pilar cônico (ou *microunit*)⁴⁻⁵. Os resultados desses estudos mostraram que os pilares cônicos possuem melhor distribuição de tensões e menos microdeformações no tecido ósseo, principalmente em cargas oblíquas.

Não foram encontradas na literatura evidências científicas de que a alteração no desenho do pilar cônico pudesse alterar seu comportamento mecânico e frente à distribuição de tensões. Entretanto, alterações como aumento de volume de algumas estruturas dos pilares podem solucionar problemas como a fratura de parafusos e ainda possuírem efeito relevante na distribuição de tensões. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar a carga para fratura e a distribuição de tensões através de uma análise de elementos finitos (FEA) de um novo pilar cônico modificado.

Material e métodos

Foram utilizados dez implantes *cone-morse* com plataforma 3,5 [AR Torq, Conexão Sistemas de Implantes, Arujá, SP], e os respectivos pilares EsthetiOne [EFF Dental Componentes, São Paulo, SP]. Os implantes foram instalados em um cilindro de resina de poliuretano [F160, Axson Technologies, Saint-Ouen-l'Aumône, França] com o auxílio de um delineador adaptado para que estivessem instalados perpendicular ao plano horizontal. Metade das amostras foram incluídas *bone level* (indicação fabricante, implantes no nível da resina) e a outra metade foi incluída 3 mm aquém do nível ósseo/resina [conforme ISO 14801].

Os pilares foram instalados conforme recomendações do fabricante com torque de 20 N aferidos com torquímetro digital. Sobre os pilares foi posicionada uma coroa simplificada de CoCr mantendo 11 mm de distância entre o topo da resina da base até a ponta da coroa (*moment arm*). O conjunto [base de resina com implantes, pilares e coroas] foram posicionados na máquina de ensaios universal [EMIC, São José dos Pinhais, PR] em posição de 30° em relação ao plano horizontal; Dessa forma, foi aplicada a carga até que ocorresse a falha do espécime, e essa carga em Newtons foi registrada para análise estatística. Foram consideradas como falha a fratura do implante, pilar, parafuso ou coroa, trincas ou deformações que pudessem ser visíveis a olho nu. Todos os espécimes foram analisados em estereomicroscópio após o ensaio para determinação do tipo de falha.

Para a análise de elementos finitos, softwares de desenho [Rhinoceros 5.0, McNeel Europe, Barcelona, Espanha] e processamento [Ansys Workbench 16.0, Canonsburg, PA, EUA], foram usados para a criação de um modelo tridimensional simulando o ensaio de carga para fratura descrito acima. A única diferença, foi que o ensaio de FEA a coroa utilizada foi a de um incisivo central superior em zircônia, na intenção de simular uma situação clínica aceitável. Todos os modelos foram verificados como sólidos volumétricos e importados para o software de análise para divisão da malha composta por nós e elementos tetraédricos. Cada material foi considerado isotrópico, elástico e homogêneo. As propriedades mecânicas necessárias para a realização da análise estática estrutural mecânica foram retiradas de dados da literatura e estão apresentadas na Tabela 1. Todos os contatos foram considerados colados e fixados na resina [simulando completa osseointegração]. Em seguida, uma carga oblíqua de 200 N foi aplicada na superfície palatina das coroas. Os critérios de análise foram: a tensão de von-Mises e deslocamento total. Os mapas de tensão foram plotados em gráficos colorimétricos.

Resultados

Os dados de carga para fratura foram obtidos em Newtons, e a resistência média de cada grupo está apresentada na Tabela 2. Foi realizado o teste T para comparação das médias [95%], que

TABELA 1 – PROPRIEDADES MECÂNICAS UTILIZADAS NA ANÁLISE DE ELEMENTOS FINITOS

Material	Módulo de Young	Coefficiente de Poisson
Resina de poliuretano	3,6 GPa	0,30
Titânio	102 GPa	0,32
Zircônia	210 GPa	0,31

TABELA 2 – RESISTÊNCIA MÉDIA DOS GRUPOS

Pilar EsthetiOne	Média ± Desvio-padrão (N)
<i>Bone level</i> [0 mm]	373,25 ± 49,73
3 mm	314,83 ± 33,29

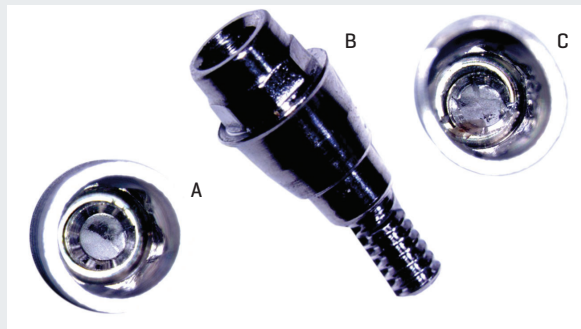
mostrou que a resistência média dos grupos são estatisticamente diferentes ($p = 0,004$; $p < 0,05$). Portanto, os implantes instalados ao nível ósseo possuem comportamento superior àqueles que se encontram à 3 mm do nível ósseo.

Em todos os casos dos implantes instalados 3 mm aquém houve fratura do parafuso [rosca do pilar] na porção apical e amassamento do implante [plataforma]. Já nos implantes *bone level*, houve fratura do parafuso na porção apical em 80% dos casos, e em 20% dos casos houve apenas uma deformação do parafuso [pilar] e o afrouxamento desse antes da fratura [Figuras 1].

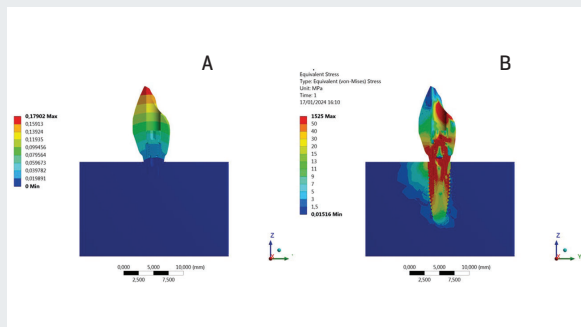
Quanto aos resultados de elementos finitos a diferenciação de tensão é mostrada por uma escala colorimétrica, onde quanto mais próximo da cor vermelha, a tensão é maior, enquanto mais próximo da cor azul escura, a tensão é menor.

Nos dois grupos foram realizados testes de coerência para analisar se o modelo digital e os resultados estariam aptos a serem aceitos e estudados. Com isso, é possível observar no teste de deformação total e de estresse equivalente quais as áreas que mais se movimentaram em deformação e a transição de força entre os elementos do modelo digital de estudo respectivamente [Figuras 2 e 3].

Tanto na amostra com o implante instalado em nível ósseo, quanto na amostra de 3 mm expostos, pode ser observado uma tensão maior na região vestibular do pilar, devido à compressão



Figuras 1 – Imagens de estêreo microscópio das amostras após o ensaio de carga para fratura. A. Parafuso fraturado no interior do implante. B. Parafuso fraturado no interior do implante e o amassamento na plataforma do implante. C. Pilar amassado (longo eixo).



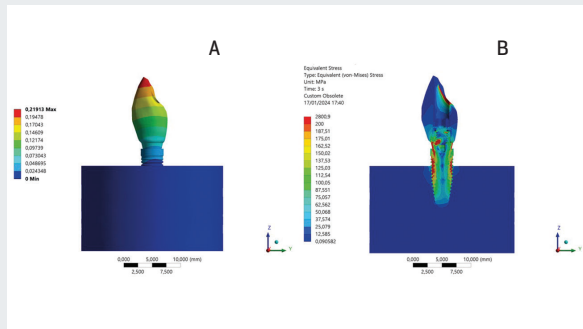
Figuras 3 – Teste de coerência na amostra com implante nível ósseo. A. Deformação total do conjunto. B. Estresse equivalente no conjunto.

na região, exercida pela carga aplicada na região de cingulo do dente, que é o lado oposto [Figuras 4 e 5]. Na amostra com 3 mm expostos, podemos visualizar na análise de elementos finitos uma maior tensão na região do implante e do pilar, devido a força aplicada na coroa que exerce maior movimento de alavanca no conjunto, fazendo assim com que exista maior possibilidade de fratura nessas regiões [Figuras 6 e 7].

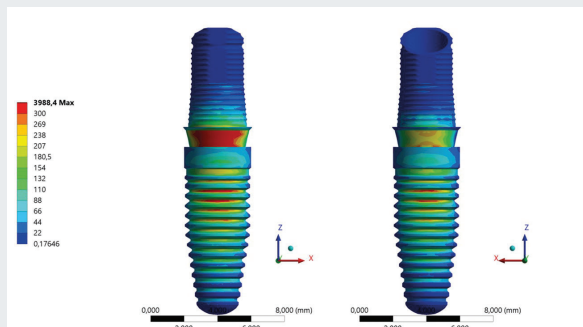
Discussão

O presente estudo analisou a carga para fratura e FEA de espécimes montados [implante, pilar e coroa] em situações clínicas, implante *bone level* que é o esperado para instalação dos implantes tipo *cone-morse*, e com 3 mm de exposição do implante, condição imposta na ISO14801 para ensaios de implantes osseointegrados. A ISO justifica a orientação dos ensaios serem realizados com uma exposição de 3 mm do implante para simular a condição clínica mais crítica de perda óssea marginal, entretanto essa perda óssea não é esperada para os implantes *cone-morse*. Por exemplo, autores mostraram em um acompanhamento radiográfico de 145 casos após quatro anos que os implantes *cone-morse* apresentaram apenas média de 0,42 mm de perda óssea⁶.

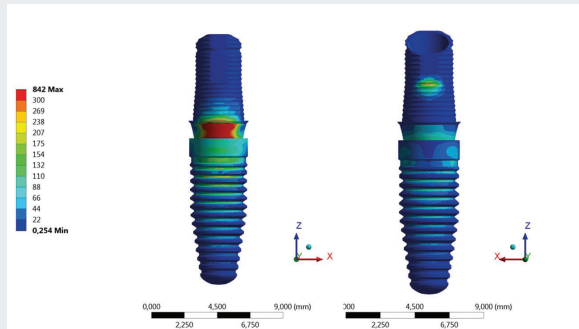
Foi possível observar com os dados de carga para fratura que os conjuntos de implantes, pilar e coroa possuem comportamento mecânicos diferentes dependendo do posicionamento ósseo do implante. Entretanto, ambas as situações apresentaram valores



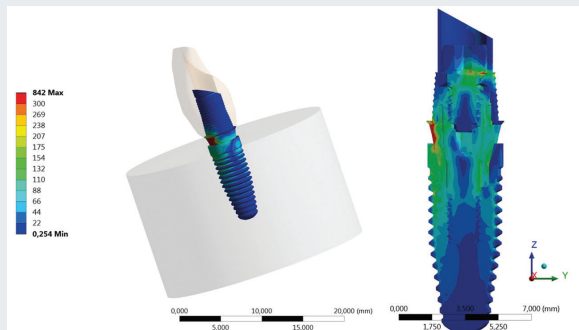
Figuras 2 – Teste de coerência na amostra com implante 3 mm supraósseo. A. Deformação total do conjunto. B. Estresse equivalente no conjunto.



Figuras 4 – Análise de von-Mises de todo o conjunto metálico da amostra com implante 3 mm supraósseo.



Figuras 5 – Análise de von-Mises de todo o conjunto metálico da amostra com implante em nível ósseo.



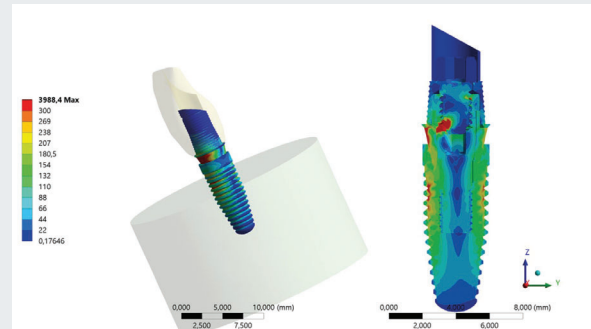
Figuras 7 – (informar legenda).

de carga para fratura (> 300 N) superiores à carga mastigatória fisiológica que é em torno de 200 N⁷. Ainda serão necessários estudos de fadiga, que possam prever o comportamento mecânico a longo prazo desses conjuntos.

O pilar cônico modificado analisado nesse estudo trata-se do pilar Esthione [EFF Dental Componetes]. Trata-se de um pilar em que a indicação principal são as próteses sobre implante unitárias e parafusadas, disponível para ser usado no fluxo convencional [transferentes, *copings* etc.] e também no fluxo digital [Scan body, link CAD/CAM etc.]. Além da modificação estrutural que tornou as roscas do parafuso dos pilares mais robustas, esse pilar tem outra vantagem que trata-se da possibilidade de instalar o pilar e não precisar removê-lo para nenhuma das etapas protéticas futuras. Essa técnica descrita como “*One abutment, One time*”, preza pelo não rompimento do selamento gengival biologicamente natural ao redor do implante⁸. Dessa forma, esse pilar torna-se eficaz na manutenção dos tecidos peri-implantares garantindo maior sucesso clínico a longo prazo.

Em geral os pilares cônicos induzem menor tensão no osso do que os pilares UCLA, apesar do nosso estudo não ter comparado os pilares, podemos observar que só houve grande tensão no osso nos casos em que o implante se encontra 3 mm exposto. Esse melhor comportamento biomecânico dos pilares cônicos pode ser atribuído à maior área total do pilar para distribuição de tensão/deformação e dissipação no osso peri-implantar⁴.

A transferência de carga na interface osso-implante depende de inúmeros fatores como o tipo de carga, a quantidade e qualidade do tecido ósseo de suporte, a geometria e posicionamento



Figuras 6 – (informar legenda).

tridimensional do implante, o número e a disposição linear dos implantes, a conexão protética e sua interface, o tamanho da superfície oclusal, a altura do pilar/coroa, comprimento do cantiléver, hábitos oclusais parafuncionais, força de mordida, estabilidade mecânica primária e tipo de retenção protética⁵. Como observado no FEA, os conjuntos implante-pilar-coroa mostraram distribuições de tensões diferentes e de acordo com a alavanca gerada dependendo do nível de implantação.

De acordo com o encontrado nesse estudo, o grupo em que o implante está a nível ósseo a tensão é bem distribuída pela coroa e pilar. Já o grupo em que 3 mm do implante está aquém do nível ósseo, o ponto de acúmulo de tensão torna-se o pilar. Entretanto, mesmo simulando um cenário clínico ruim de perda óssea ao redor do implante, a região de maior acúmulo de tensão não é a região de roscas do pilar (região apical ou parafuso) e sim a região do cervical do pilar que é mais robusta para suportar a os desafios mecânicos que possam ocorrer.

Conclusão

De acordo com os dados é possível concluir que o pilar Esthione é um pilar indicado para uso clínico, com vantagens na distribuição de tensões, principalmente se instalado em situações em o implante esteja a nível ósseo.

Nota de esclarecimento

Nós, os autores deste trabalho, recebemos apoio financeiro para pesquisa dado por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Nós, ou os membros de nossas famílias, não recebemos honorários de consultoria ou fomos pagos como avaliadores por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não possuímos ações ou investimentos em organizações que também possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Não recebemos honorários de apresentações vindos de organizações que com fins lucrativos possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não estamos empregados pela entidade comercial que patrocinou o estudo e também não possuímos patentes ou *royalties*, nem trabalhamos como testemunha especializada, ou realizamos atividades para uma entidade com interesse financeiro nesta área.

Endereço para correspondência

Nathália de Carvalho Ramos

Av. Eng. Francisco José Longo, 777 – Jd. São Dimas

12245-00 – São José dos Campos – SP

Tel.: (informar número)

nathalia.ramos@unesp.br



Referências
Acesse as referências completas deste artigo no site da ImplantNews: <https://bit.ly/47JUYhu>