

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONEXÕES, PLATAFORMAS E INTERMEDIÁRIOS NA DISTRIBUIÇÃO DE TENSÕES EM REABILITAÇÃO UNITÁRIA COM IMPLANTES¹

Bruna Mota Gonçalves Pinto², Milton Edson Miranda³

Resumo²: O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição de tensões em tecido ósseo e implante de uma reabilitação unitária com implante com diferentes conexões, plataformas e intermediários. Modelos virtuais tridimensionais foram criados por meio de um software (SolidWorks, SolidWorks Corporation) reproduzindo uma situação clínica com ausência de um pré-molar inferior (elemento 34) substituído por implante. Oito grupos foram criados variando a conexão (hexágono interno-HI e hexágono externo-HE) e a plataforma (convencional-C e switching-S) do implante, além da liga metálica do intermediário (níquel-cromo-NiCr e cromo-cobalto-CrCo). Os intermediários possuíam diâmetro de 3,5 mm, enquanto os implantes tinham diâmetros de 3,5 mm (C) e 4,5 mm (S). Cargas de 200 N a 45° (oblíqua) e 90° (vertical)

¹Parte do Trabalho de Conclusão de Curso de mestrado em Odontologia na disciplina de Prótese Dentária do autor pela faculdade SLM - Campinas;

²Mestranda em Prótese Dentária – São Leopoldo Mandic de Campinas. e-mail: brunamota@univicoso.com.br

³Orientador e Coordenador do curso de Odontologia da faculdade SLM – Campinas. e-mail: memiranda@memiranda.com.br

foram aplicadas ao longo do eixo de toda a estrutura. As tensões máxima principal e mínima principal (tecido ósseo) e von Mises (implante e intermediário) foram avaliadas. Os grupos HE-C-NiCr e HE-C-CrCo apresentaram os maiores valores da tensão máxima principal. Para a tensão mínima principal, os maiores valores foram dos grupos HI-C-NiCr, HI-C-CrCo, HE-S-NiCr e HE-S-CrCo. Para o implante, os maiores valores da tensão de von Mises foram encontradas nos grupos HI-C-NiCr e HI-C-CrCo e para o intermediário, nos grupos HI-S-NiCr e HI-S-CrCo. A plataforma switching reduziu as tensões, enquanto as ligas metálicas e as conexões não influenciaram na distribuição delas.

Palavras-chave: Análise de elementos finitos, implantes dentários, titânio

Abstract: *The aim was to evaluate the stress distribution in bone tissue and implant of a unitary rehabilitation with implant with different connections, platforms and intermediaries. Three-dimensional virtual models were created using software (SolidWorks, SolidWorks Corporation) reproducing a clinical situation with the absence of a lower premolar (element 34) replaced by an implant. Eight groups were created by varying the connection (internal hexagon-HI and external hexagon-HE) and platform (conventional-C and switching-S) of the implant, in addition to the metallic alloy of the intermediate (nickel-chromium-NiCr and chromium-cobalt- CrCo). Intermediates had a diameter of 3.5 mm, while the implants had diameters*

of 3.5 mm (C) and 4.5 mm (S). Loads of 200 N at 45° (oblique) and 90° (vertical) were applied along the long axis of the entire structure. Maximum principal and minimum principal (bone tissue) and von Mises (implant and intermediate) stresses were evaluated. The groups HE-C-NiCr and HE-C- CrCo presented the highest values of maximum principal stress. For the minimum principal stress, the highest values were found in the groups HI-C-NiCr, HI-C-CrCo, HE-S-NiCr and HE-S-CrCo. For the implant, the highest values of von Mises tension were found in the HI-C-NiCr and HI-C-CrCo groups and for the intermediate, in the HI-S-NiCr and HI-S-CrCo groups. The switching platform reduced the voltages, while the metallic alloys and connections did not influence their distribution.

Keywords: *Dental implant, finite element analysis, titanium*

INTRODUÇÃO

A maneira como o implante distribui as tensões no osso é de suma importância para a qualidade do tratamento reabilitador. Nesse aspecto, o conceito plataforma switching (PSW) foi desenvolvido por Lazzara e Porter (2006), referindo-se à escolha de um implante com maior diâmetro que intermediário, aumentando a distância horizontal da interface implante-intermediário e tecido ósseo. Há um crescimento na utilização da plataforma switching desde a sua descoberta, porém, há poucos dados sobre o uso desta plataforma com diferentes conexões e materiais do intermediário. O objetivo deste estudo foi avaliar a distribuição de tensões em tecido

ósseo e implantes com diferentes conexões (hexágono interno-HI e hexágono externo-HE), plataformas (convencional-C e expandida-switching-S) e ligas metálicas do intermediário (níquel-cromo-NiCr e cromo-cobalto-CrCo).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada com ensaio *in silico* para avaliar a distribuição de tensões em tecido ósseo e implantes com diferentes conexões (hexágono interno-HI e hexágono externo-HE), plataformas (convencional-C e switching- S) e ligas metálicas do intermediário (níquel-cromo-NiCr e cromo-cobalto-CrCo). A metodologia da análise por elementos finitos foi realizada em três etapas: pré-processamento (criação do modelo computacional), processamento (cálculo matemático da simulação de elementos finitos) e pós-processamento (coleta e análise dos resultados). Modelos tridimensionais foram criados para simular uma situação clínica com ausência do primeiro pré-molar inferior (elemento 34), que foi substituído por implante com coroa em cerâmica (dissilicato de lítio) com a finalidade de simular os carregamentos oclusais (200 N), oblíquo (45°) e vertical (90°) sobre os implantes.

Os intermediários possuíam diâmetro de 3,5 mm, enquanto os implantes HI e HE tinham diâmetros de 3,5 mm (convencional-C) e 4,5 mm (switching-S). Um total de oito modelos tridimensionais foram criados de acordo com os fatores em estudo, gerando oito grupos estudados: HI-C-NiCr (hexágono interno, plataforma convencional e níquel-cromo);

HI-C-CrCo (hexágono interno, plataforma convencional e cromo-cobalto); HI-S-NiCr (hexágono interno, plataforma switching e níquel-cromo; HI-S-CrCo: hexágono interno, plataforma switching e cromo-cobalto; HE-C- NiCr: hexágono externo, plataforma convencional e níquel-cromo); HE-C-CrCo (hexágono externo, plataforma convencional e cromo-cobalto); HE-S-NiCr (hexágono externo, plataforma switching e níquel-cromo); HE-S-CrCo (hexágono externo, plataforma switching e cromo-cobalto). Os resultados foram obtidos e avaliados por meio das tensões máxima principal (tração) e mínima principal (compressão) no tecido ósseo e da tensão de von Mises no implante e no intermediário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a tensão máxima principal, independentemente da liga metálica do intermediário, os grupos com conexão hexágono externo e plataforma convencional (HE-C-NiCr e HE-C-CrCo) apresentaram os maiores valores (6,07 MPa), presentes na Tabela 1, enquanto os grupos com conexão hexágono interno e plataforma switching (HI-S-NiCr e HI-S-CrCo) mostraram os menores valores (3,01 MPa). Já para a tensão mínima principal, independentemente da liga metálica do intermediário, os grupos com conexão hexágono interno e plataforma convencional (HI-C-NiCr e HI-C-CrCo) e com conexão hexágono externo e plataforma convencional (HE-C-NiCr e HE-C-CrCo) apresentaram os maiores valores (~8,62 Mpa), conforme Tabela 1, enquanto os grupos com conexão

hexágono externo e plataformaswitching (HE-S-NiCr e HE-S-CrCo) mostraram os menores valores (1,24 MPa).

A redução nos valores das tensões máxima principal e mínima principal no tecido ósseo com o uso da plataforma switching, vista no presente estudo, é de suma importância e corrobora com estudos da literatura (TSOUKNIDAS et al., 2015). Os maiores valores da tensão de von Mises no implante (4,73 MPa), de acordo com Tabela 1, foram encontrados nos grupos com conexão hexágono interno e plataforma convencional (HI-C-NiCr e HI- C-CrCo), independentemente da liga metálica do intermediário. Os grupos com plataforma switching (HI-S-NiCr e HI-S-CrCo; e HE-S-NiCr e HE-S-CrCo) apresentaram os menores valores da tensão de von Mises (2,48; e 2,16 MPa,respectivamente).

A literatura mostra que o aumento do diâmetro do implante diminui consideravelmente a tensão no tecido ósseo e implante (FARRONATO et al., 2021). Dessa forma, podemos afirmar que além da plataforma switching, o diâmetro do implante também atua na redução das tensões no tecido ósseo e implante. Isso pode ser comprovado pelos resultados do presente estudo, uma vez que o diâmetro dos implantes foi maior nos grupos HI-S-NiCr, HI-S- CrCo, HE-S-NiCr e HE-S-CrCo para que se atendesse ao conceito da plataforma switching. A redução nas tensões pode ser explicada pela biomecânica da plataforma switching. O maior diâmetro do implante em relação ao intermediário modifica a região de concentração de tensão no implante e, conseqüentemente, no tecido ósseo, dissipando melhor as tensões em todas as

superfícies (LAZZARA; PORTER, 2006; FARRONATO et al., 2021; ENKLING et al., 2022). Vale ressaltar que os valores da tensão de von Mises encontrados nos intermediários são clinicamente aceitáveis (FARRONATO et al., 2021; ENKLING et al., 2022).

Para a tensão de von Mises no intermediário, independentemente da liga metálica do intermediário, os maiores valores (2,54 MPa, conforme Tabela 1, foram encontrados nos grupos com conexão hexágono interno e plataforma switching (HI-S-NiCr e HI-S-CrCo), enquanto os menores valores (1,73 MPa) foram achados nos grupos com conexão hexágono externo e plataforma convencional (HE-C-NiCr e HE-C-CrCo). Para ambas conexões HI e HE, os grupos plataforma switching mostraram redução nos valores de todas as tensões, corroborando com outros trabalhos (FARRONATO et al., 2021; ENKLING et al., 2022). Já no intermediário, os grupos HI-S-NiCr, HI-S-CrCo, HE-S-NiCr e HE-S-CrCo apresentaram numericamente os maiores valores da tensão de von Mises comparando a mesma conexão e liga metálica.

As conexões HI e HE apresentaram algumas diferenças numéricas nos valores de tensões, mas de forma geral ambas conexões apresentaram valores clinicamente aceitáveis sem diferenças significantes (FARRONATO et al., 2021). Os resultados mostraram também que, independentemente da conexão (HI e HE) e da plataforma utilizada (convencional e switching), as diferentes ligas metálicas testadas no intermediário (NiCr e CrCo) não influenciaram nas tensões analisadas. Esse resultado pode ser explicado pelo fato

de ambas as ligas apresentarem semelhanças em suas propriedades físico-mecânicas (TSOUKNIDAS et al., 2015).

É importante enfatizar que os resultados deste estudo devem ser analisados cautelosamente, pois as limitações inerentes a qualquer estudo in silico impedem que todos os fatores clínicos/reais sejam reproduzidos computacionalmente. É essencial que futuros estudos in vitro e clínicos sejam realizados para fornecer mais informações que auxiliem o cirurgião-dentista no tratamento com plataforma switching.

Tabela 1 – Valores máximos das tensões (em MPa) e estruturas analisadas para todos os grupos.

Grupo	Tecido ósseo		Implante	Intermediário
	Máxima Principal	Mínima Principal	von Mises	von Mises
HI-C-NiCr	4,55	8,63	4,73	1,94
HI-C-CrCo	4,55	8,63	4,73	1,94
HI-S-NiCr	3,01	7,06	2,48	2,54
HI-S-CrCo	3,01	7,06	2,48	2,54
HE-C-NiCr	6,07	8,61	3,75	1,73
HE-C-CrCo	6,07	8,61	3,75	1,73
HE-S-NiCr	3,77	1,24	2,16	2,24
HE-S-CrCo	3,77	1,24	2,16	2,24

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A plataforma switching reduziu as tensões máxima

principal e mínima principal no osso e a tensão de von Mises no implante. As ligas metálicas NiCr e CrCo não influenciaram na distribuição de tensões no osso, implante e intermediário. De forma geral, as conexões HI e HE apresentaram desempenhos semelhantes na distribuição de tensões no osso, implante e intermediário. Parâmetros como o índice de bioperformance (que consideram os valores mínimos que podem ocasionar reabsorção e/ou fraturas ósseas) e os valores de deformação plástica dos materiais devem ser considerados para uma análise mais precisa dos resultados numéricos deste e de outros trabalhos in silico e in vitro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ENKLING, N. et al. Influence of the loading protocol and platform switching in two-implant bar-retained overdentures: 3-year results from a randomized controlled equivalence clinical trial. **Clin Oral Implants Res**, v. 33, n.1, p. 120-129, jan. 2022.

FARRONATO, D. et al. Behavior of soft tissue around platform-switched implants and non-platform-switched implants: a comparative three-year clinical study. **J Clin Med**, v. 10, n. 13, p. 2955, jul 2021.

LAZZARA, R.J.; PORTER, S.S. Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. **Int J Periodontics Restorative Dent**, v. 26, n.1, p. 9-17, fev. 2006.

TSOUKNIDAS, A. et al. Influence of alveolar bone loss and different alloys on the biomechanical behavior of internal- and external-connection implants: a three-dimensional finite element analysis. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 30, n. 3, p. 30-42, maio 2015.