

Élise Andrée Michèle Lérault

Overload e perda óssea em implantes osteointegrados



Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências de Saúde
Porto, 2017

Élise Andrée Michèle Lérault

Élise Andrée Michèle Lérault

Overload e perda óssea em implantes osteointegrados



Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências de Saúde
Porto, 2017

Overload e perda óssea em implantes osteointegrados

“ Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para a obtenção do grau de
Mestre em Medicina Dentaria ”

Élise Andrée Michèle Lérault

RESUMO:

Implantes osteointegrados têm sido usados com sucesso para restabelecer função mastigatória e a estética em pacientes completa ou parcialmente desdentados. Embora esta forma de reabilitação apresente alta taxa de sucesso, a literatura revela uma incidência significativa de complicações técnicas.

Muitos dos problemas relacionados com a utilização de implantes no tempo, têm sido sobretudo atribuídos à sobrecarga implantar.

O overload pode ser definido como uma carga que excede a capacidade de suporte biológico do osso e tecidos moles, e mecânica do implante e da sua prótese, resultando na falha biológica da osteointegração e a falha mecânica dos componentes implantares e ou da prótese.

O objetivo deste trabalho consiste através de uma revisão bibliográfica narrativa, avaliar as consequências biológicas do overload num implante já osteointegrado.

Materiais e métodos: A pesquisa foi realizada entre dezembro 2016 e maio 2017 recorrendo ao motor de busca Pubmed. Estudos experimentais animais e humanos, artigos de revisão e livros escritos em inglês e português. Dos 422 encontrados utilizamos 77 por se adequarem ao nosso trabalho. Os resultados foram posteriormente analisados, com o objetivo de avaliar a relação de causa efeito do overload na osteointegração num implante osteointegrado.

Conclusão: Os resultados são limitados e inconclusivos. Não é possível estabelecer uma relação causa efeito entre overload e a falha da osteointegração do implante já osteointegrado.

Palavra-chave: « overload », « perda óssea », « osteointegração », « implante », « perda óssea marginal », « stress ósseo ».

ABSTRACT:

Osteo-integrated implants have been used successfully to restore function fully and partially edentulous patients. Regardless of the high success rate of such dental implants, the literature reveals a significant incidence of technical complications.

Many related problems with the use of implants in the time have been attributed to overload.

Overload in a biomechanical system may be defined as a condition where excessive chewing forces exert a repeated bending of the implant or mechanical components leading to marginal bone loss and/or mechanical failure.

The aim of this search was to assess the biological consequences that overload might have on already osseointegrated oral implants through a systemic narrative screening of the scientific literature.

Material and methods: the research was accomplished between December 2016 and May 2017 using the search motor Pubmed. Studies experimental animals and humans, scientific article's revision, scientific books, written in english and portuguese. Of the found 422 we used 77 for if they adapt to our work. The results were analyzed later, with the aim of evaluating the cause - effect's relationship of overload in osseointegration of an implante osteointegrated.

Conclusion: the results are limited and inconclusive. It is not possible to establish a causal-effect's relationship between overload and the failure of an implant well osseointegrated.

Keys words: « overload », « bone loss », « osseointegration », « implant dental », « marginal bone loss », « bone stress »

Agradecimentos

À mes parents, pour m'avoir soutenue dans cette aventure, pour avoir fait de moi la personne que je suis aujourd'hui.

À ma meilleure amie, Margaux, qui a su trouver les mots quand ça n'allait plus, et qui m'a toujours épaulée depuis plus de dix années maintenant.

À mon orienteur José Paulo Macedo, pour son soutien, son aide, sa disponibilité, sa gentillesse, pour ce travail principalement mais aussi le long de mes études. Vous resterez un souvenir impérissable pour moi tant ce fut agréable de vous côtoyer.

À mon amie et frère, Damien, qui malgré mon caractère, mes crises d'hypocondrie, a su ces 4 dernières années, garder son calme et son sourire.

À mes soeurs, mes grands parents et la famille toute entière, toujours présents quand je rentrais au pays.

À mes amis, de France, de Porto, d'ici ou d'ailleurs.

Enfin, à l'université Fernando Pessoa, et ses professeurs, pour m'avoir permise d'exercer ce métier formidable, pour nous avoir acceptés au sein de votre communauté.

Muito obrigada à todos.

ÍNDICE GERAL:

I) Introdução	1
- Materiais e métodos	2
II) Desenvolvimento	3
III) Discussão	9
1) Estudos animais experimentais	9
2) Estudos ser humanos	11
3) Método do análise dos elementos finitos	13
IV) Conclusão	16
V) Bibliografia	17

LISTA DAS ABREVIACÕES:

FEA: Finite element analysis

BIC: Interface Bone-Implant

I) Introdução

Em 1977, Brånemark definiu a osteointegração como uma ligação anatómica e funcional directa entre o osso vivo remodelado e a superfície de um implante dentário que suporta uma carga.

Em 1986, Zarb e Albrektsson propuseram uma nova descrição de osteointegração: este é um processo pelo qual uma fixação rígida e assintomática é obtida e mantida no osso durante a carga funcional.

É geralmente aceite que a longevidade de um implante dentário está dependente da integração entre os componentes do próprio implante e dos tecidos circundantes, os tecidos duros e os tecidos moles. (Adell et al, 1981, Albrektsson et al, 1986)

De fato, o complexo implante-pilar tem uma porção inserida no tecido ósseo e uma porção transmucosa em contacto com o tecido gengival da cavidade oral, saliva e bactérias. As superfícies dos implantes quando expostos ao ambiente sofrem um processo de oxidação que as torna estáveis e não corrosivas. Contudo, uma vez expostas continuamente perdem essa protecção, tornam-se corroídas e como são rugosas, de forma a proporcionar melhor osteointegração, podem formar pequenos nichos propícios à agregação e colonização bacteriana. Estas bactérias colonizam a superfície implantar, organizam-se num biofilme bacteriano resistente às tensões mecânicas e químicas e provocam a inflamação dos tecidos moles, podendo acarretar destruição do osso peri-implantar.

As doenças peri-implantares, tais como as doenças periodontais, são doenças inflamatórias de origem infecciosa, podem ter também na sua origem causas mecânicas, cirúrgicas e mesmo patologias sistémicas. (Zitzmann e Berglundh, 2008)

O overload é definido como uma carga que excede a capacidade de suporte biológico e mecânica do implante e da sua prótese, resultando na falha biológica da osteointegração e a falha mecânica da prótese. (Piatelli, 2006) No entanto, Frost, em 1987, refere que não é possível definir um limiar crítico, dado que a resposta biológica a uma sobrecarga apresenta muitas variáveis como o género, a qualidade e quantidade óssea, a resposta própria do hospedeiro, a idade, a higiene oral, etc.

Muito se tem especulado sobre a sobrecarga oclusal, o stress ósseo e a reabsorção do osso peri-implantar. São muitos os autores que acreditam numa relação causa efeito, no entanto, outros autores acreditam sobretudo na associação do resultado do stress ósseo associado a inflamação pré-existente. Overload e doença peri-implantar, ou a combinação dos dois, foram sugeridas como factores de risco para falência tardia do implante. Contudo a relação causal direta ainda não está demonstrada. (Isidor, 1996, 1999, Miyata et al, 1998, 2000, Heitz-Mayfield et al, 2004, Kozlovsky et al, 2007, Lin et al, 2008, Naert et al, 2012, Afrashtehfar KI, Afrashtehfar CD, 2016)

Recentemente, o engenheiro Holger Zipprich, em 2016, demonstrou que micro movimentos nos componentes do implante induzem colonização bacteriana no microgap que se pode ter entre o abutment protético e o implante. Este microgap origina um local propício à instalação e desenvolvimento do biofilme, produzindo aquando da carga um efeito que Zipprich apelidou de « micro pump effect ». Este mecanismo biomecânico poderá explicar a perda óssea.

Materiais e métodos: A pesquisa foi realizada entre dezembro 2016 e maio 2017 recorrendo ao motor de busca Pubmed. Estudos experimentais, artigos de revisão e livros escritos em inglês e português. Dos 422 encontrados utilizamos 77 por se adequarem ao nosso trabalho. Os resultados foram posteriormente analisados, com o objetivo de avaliar a relação de causa efeito do overload na osteointegração de um implante osteointegrado. Encetaremos desta forma, uma revisão bibliográfica narrativa no sentido de encontrar respostas que expliquem a relação carga, biofilme e perda óssea.

II) Desenvolvimento

Osteointegração é histologicamente definida pela justaposição expressa de osso no implante sem interposição de tecido fibroso, e clinicamente pela anquilose do implante no osso. A osteointegração de um implante é dependente da interação da superfície deste com o tecido de osso. (Brånemark et al, 1983, Diego et al, 2001)

Seguinte Bunski *et al* (1988), a distribuição das cargas faz-se a três níveis:

- a carga aplicada ao implante in vivo
- a transmissão dos tensões ao interface « bone - implant »
- as reacções biológicas deste interface a partir desta transmissão

O implante osteointegrado deve suportar as forças sem fracturas nem causar danos nos tecidos circundantes.

O contacto « Bone-to-implant » (BIC) é definido como a percentagem de osso em contacto direto com a superfície do implante. Este parâmetro é considerado importante na definição do grau de osteointegração e pode desempenhar um papel nos resultados do tratamento a curto e longo prazo. (Iocca, 2016)

Durante o primeiro ano de carga do implante, uma quantidade limitada de perda de osso ocorre ao redor dos implantes osteointegrados. Esta perda de osso foi interpretada como uma adaptação funcional ou o resultado do procedimento cirúrgico. É a prova da remodelação contínua do osso ao redor do implante. A sua velocidade de formação pode ser maior ou menor, mas a sua ocorrência parece fazer parte da integração do implantes com o epitélio e o tecido conjuntivo gengival (Cochran D.L, 2009, Consolaro A. et al, 2010).

O primeiro relato na literatura para quantificar a perda precoce da crista óssea foi um estudo retrospectivo de 15 anos realizado por Adell *et al*, em 1981.

O autor relata critérios para o sucesso do implante incluindo uma média de perda óssea marginal de 1,2 milímetros no primeiro segmento durante a cicatrização, e após a colocação em carga uma perda óssea vertical de 0,1 mm por ano subsequente.

Muitos autores definiram que o sucesso do tratamento com implantes era condicionado pela remodelação óssea peri implantar, durante primeiro ano em função. (Adell *et al*, 1981, Jemt *et al*, 1997)

De fato, os critérios admitidos para o sucesso do implante, eram a ocorrência de uma perda óssea alveolar menor que 0,2 milímetros por ano após o primeiro ano em função. (Albrektsson *et al*, 1986, Smith e Zarb, 1989, Cochran D.L, 2009, Consolaro A. *et al*, 2010)

A estabilidade dos tecidos peri implantares é resultante do equilíbrio entre as forças funcionais e a reacção dos tecidos de suporte. O osso é um tecido dinâmico que sofre remodelação continua em função de factores hormonais, nutricionais, e mecânicos. Esta remodelação óssea permite a ancoragem do implante no osso. (Hoshow SJ *et al*, 1994). Contudo, se a perda óssea ultrapassa estes critérios admitidos, ela é considerada como patológica.

De Bruyn *et al* (2000), afirma que o mecanismo que causa a perda óssea é a inflamação dos tecidos periimplantares, mas os factores que levam à inflamação podem ser vários, tais como o comportamento dos componentes implantares, a morfologia óssea, o material usado na cimentação, a qualidade da barreira de tecidos peri-implantares, as condições de carga e a placa bacteriana.

Alguns autores estão de acordo quanto aos possíveis factores que podem causar perda óssea ou problemas de osteointegração. São várias as causas para perda óssea durante o primeiro ano, entre elas: trauma cirúrgico, carga oclusal excessiva, presença

de microgap, peri-implantite, formação do espaço biológico. (Oh et al, 2002, Carl Mish, 2007).

Outros autores acreditam que a continuidade da perda óssea pode estar associada a manifestação de forças no osso, stress ósseo, aquilo que denominaram « overload ». (Frost et al, 1994, Sahin et al, 2002, Isidor, 2006, Conrad et al, 2008, Sakka et al, 2011, Naert et al, 2012, Chang et al, 2012).

O overload é definido como uma carga que excede a capacidade de suporte biológico do osso e dos componentes do implante e da sua prótese, resultando na perda da osteointegração e danificação das prótese e componentes. (Piatelli, 2010) No entanto, não é possível definir um limiar crítico, dado que a resposta biológica a uma sobrecarga apresenta muitas variáveis como o género, a qualidade e quantidade óssea, a resposta própria do hospedeiro, a idade, a higiene oral, etc. (Frost et al, 1994)

Mais recentemente, Sakka e al (2011) considerou o « overload » como a situação na qual a força funcional aplicada ao implante e transmitida ao osso excede a capacidade do osso para a suportar.

Uma pesquisa atenta às publicações sobre « overload » tem um denominador comum, a dificuldade de determinar uma relação de causa-efeito. (Naert et al, 2012, Kan et al 2012, Isidor, 1999).

Porém, ainda há uma necessidade de clarificar as consequências mecânicas e biológicas que o « overload » pode causar num implante osteointegrado.

Para Frost, a reabsorção óssea é sobretudo devida ao overload. A carga oclusal aplicada resulta eventualmente em tensão no osso e deformação do mesmo. Esta deformação é expressada em « strains ». O « strains » está definido como a mudança

relativa no comprimento de um osso. 1000 microstrains iguala a um 0,1% de deformação.

Assim, ele definiu na sua « mechanostat », quatro níveis de tensões mecânicas que agem no osso:

- Atrofia resultando numa perda óssea marginal
- Estado estacionário
- Moderada carga, resultando numa aposição de osso
- Fatica, resultando numa perda óssea

Porém, os vários tipos de osso que nos constituem reagem de forma distinta a esta tensão, é assim difícil de quantificar e estabelecer um limiar crítico.

Importa salientar, contudo, que as Teorias de Frost não passam de estudos sobre ossos longos e de um conjunto de suposições que nunca foram provadas clinicamente.

Misch, no seu livro « Contemporary Implant Dentistry », em 1999, refere que o overload distingue-se cronologicamente como o « early overload » e o « delate overload ». As diferentes hipóteses que podem causar perda óssea ou problemas de osteointegração são para ele:

► **Trauma cirúrgico**

- Hipótese da reflexão periosteal: Esta teoria afirma que a reflexão periosteal afeta o suprimento sanguíneo do osso crestal, causando morte osteoblástica na superfície do osso crestal por trauma e falta de nutrição
- Hipótese da osteotomia do implante: Esta teoria afirma que o calor produzido no local de preparação do implante no osso destrói as células ósseas, causando perda óssea precoce. Eriksson and Albrektsson (1983) relataram que a temperatura crítica para a preparação do local do implante é aproximadamente de 47 graus Celsius. Matthews and Hirsch (1972) demonstraram que a elevação da

temperatura foi influenciada mais pela força aplicada do que pela velocidade da broca.

- ▶ **Reposta imunitária às infecções:** Esta teoria afirma que a presença de bactérias ao redor dos implantes é o principal motivo de perda óssea marginal.

- ▶ **Hipótese do espaço biológico:** Abrahamsson et al (1998) sugeriram que uma certa espessura da mucosa peri-implantar é necessária para permitir uma adequada conexão do tecido epitelial-conjuntivo, e se essa dimensão dos tecidos moles não for satisfeita, a reabsorção óssea ocorrerá para assegurar o estabelecimento apropriado do espaço biológico.

- ▶ **Microgap:** A existência de microgap entre o implante e o pilar protético possibilita a acumulação de bactérias nesta zona. Tal pode resultar numa reacção inflamatória que pode atingir os tecidos circundantes, levando inicialmente à mucosite e por fim à peri-implantite. (Zitzmann et al, 2002)

- ▶ **Geometria do implante:** a distribuição das cargas é dependente da anatomia do implante (Quaresma et al, 2008)

- ▶ **Factores de risco:**
 - Densidade do osso
 - Fumadores: Lindquist et al (1997), Nitzan et al (2005), Fransson et al (2008), reportam que o tabaco não tem incidência na perda óssea durante a primeira ano, mas aumenta nos anos seguintes.
 - Bruxismo (Zhou e al, 2015)
 - Overload: A literatura questiona se o stress ósseo excessiva pode resultar não só numa fractura física, mas também pode causar reabsorção celular

óssea. A sobrecarga não só é um compromisso mecânico, mas também um compromisso biológico.

Lin et al (2008), afirmam que a perda óssea deve-se essencialmente a dois factores. O primeiro é a inflamação provocada pelo acumular de placa bacteriana nos tecidos peri-implantares, e o segundo é a carga excessiva.

Para Kozlovsky et al (2007), a reabsorção óssea não é apenas responsabilidade do « overload » mas de um conjunto de circunstâncias que se unem como inflamação e sobrecarga.

O overload influencia o desenvolvimento de periimplantite quando os tecidos moles já estão inflamados, contudo, na ausência de inflamação não há evidência dessa influência (Afrashtehfar KI, Afrashtehfar CD, 2016). Éticamente, é impossível avaliar o stress ósseo in vivo porque não podemos voluntariamente aplicar cargas patológicas num ser humano podendo causar o insucesso do tratamento (Naert et al, 2012, Mellal et al, 2004).

O engenheiro Holger Zipprich (2016) demonstrou com uma série de trabalhos sobre micromovimento causado pela aplicação de forças de 200N em direcção oblíqua, 30°, a formação de « microgap » e consequente “pump effect” com mobilização do exsudado bacteriano dos componentes do implante e da prótese, podendo este exsudado ser o responsável pela reabsorção óssea, podendo causar a falha.

Muitos dos estudos existentes são estudos de «Three-dimensional finite element analysis» que permitem assim avaliar virtualmente os efeitos do stress ósseo nos componentes do implante bem como no osso circundante (Watanabe et al, 2003, Torcato et al, 2011, Merdji et al, 2011, Siadat et al, 2015, Macedo et al, 2017), e outros são em animais (Isidor, 1996, 1999, Miyata et al, 1997, 2000, Heitz-Mayfield et al, 2004, Kozlovsky et al, 2007).

III) Discussão

Desde a lei de Wolff, admite-se que o carga mecânica afeta os ossos. O carregamento mecânico provoca tensão e stress no osso, podendo ser estimulante ósseo (anabolizante) ou negativo para o tecido ósseo (catabólico). (Duyck e Vandamme, 2014)

Durante muitos anos, o overload foi considerado uma razão para o insucesso do implante ou perda óssea marginal após a osteointegração do implante.

No entanto, esta teoria é principalmente de natureza especulativa, e a evidência é significativamente insuficiente. Além disso, é difícil descobrir a relação possível entre overload e falência do implante, devido ao desafio de quantificar clinicamente a magnitude e a direção das forças oclusais de ocorrência natural.

Estudos experimentais e clínicos sugerem que o overload pode ter um papel na perda de osteointegração. No entanto, outros estudos experimentais demonstraram resultados contraditórios.

1) Estudos animais experimentais

Numa série de estudos experimentais, Isidor (1996) usou macacos para comparar o osso peri-implantar após carga oclusal excessiva. Ele criou um estado de sobrecarga descontrolada colocando em quatro macacos, dois implantes em cada segmento lateral de mandíbula e uma no segmento anterior em supra-oclusão a partir dos 8 meses após-implantação e durante 18 meses. Cinco dos implantes carregados falharam entre 4,5 a 15,5 meses após-iniciação da carga. Isidor relacionada esta perda de osteointegração com « microfracturas de fadiga no osso que excedem o potencial de reparação ». O padrão diferente de carga não controlada pode ter excedido o limiar fisiológico da adaptação óssea. Ele conclui que o overload pode ser o principal fator para um implante já osteointegrado para perda de osteointegração.

Ao contrário, estas hipóteses não foram confirmadas por Miyata et al (1998), que também realizou um estudo experimental usando macacos e não encontrou inflamação, perda óssea marginal ou perda de osteointegração nos implantes. Após 3 meses de osteointegração, a sobrecarga oclusal foi realizada através de supraestruturas colocadas nos implantes, que estavam em sobreclusão em aproximadamente 100 μ e sujeitas a uma força oclusal. O controle da placa foi realizado ao longo do procedimento experimental. Os resultados mostraram que os implantes permaneceram firmemente integrados com o osso e não foi encontrada perda óssea marginal.

No entanto, noutro estudo onde os implantes foram submetidos a diferentes níveis de alturas de supraestrutura (100, 180 e 250 μ m), os resultados mostraram aumento da profundidade do sulco periimplantar nos modelos de altura oclusal excessiva de 180 e 250 μ m. Ambos os grupos de teste de altura de 180 e 250 μ m apresentaram reabsorção óssea, em particular o grupo de altura de 250 μ m demonstrou reabsorção óssea que se estendeu a metade do comprimento do implante. Os autores concluíram que existe uma possibilidade de reabsorção óssea em torno de implantes dentários sob força de carga excessiva. (Miyata et al, 2000)

Um outro estudo efectuado sobre 6 cães de Heitz-Mayfield et al (2004) permite ao autor concluir que implantes sujeitos a uma sobrecarga excessiva não resulta em perda de osso excêntrica quando comparado com implantes não carregados.

Kozlovsky et al (2007), que realizou estudos experimentais usando cães Beagle, não encontrou perda de osteointegração, no entanto, verificou um aumento do BIC apesar de uma ligeira perda óssea marginal, limitada ao pescoço dos implantes, em implantes dentários sem inflamação, e sujeitos a sobrecarga. Já nos implantes com tecidos periimplantares inflamados, o autor refere maior perda óssea que é agravada quando os implantes são sujeitos a sobrecarga. Neste estudo uma parte dos pilares protéticos foram circundados com fio dentário para favorecer a acumulação de placa e outros não. Uma parte foi sujeita a supra-oclusão com os oponentes e outra ficou em

infra-oclusão. Os implantes foram divididos em: com carga e sem inflamação; sem carga e sem inflamação; com carga e inflamação; sem carga e sem inflamação.

Este estudo relaciona assim, dois factores que associados parecem favorecer a reabsorção óssea, o overload e a inflamação.

Em 2013, Nagasawa et al, também procuraram esta relação entre a sobrecarga e a perda de osso ao redor do implante. Quarenta ratos foram divididos em grupos controle e experimental. Os primeiros e os segundos molares superiores em ambos os lados foram extraídos implantes de titânio de superfície polida foram colocados.

No grupo experimental, 2 ou 4 semanas após a colocação dos implantes, foram colocados em sobreoclusão pilares protéticos. Os implantes do grupo controle não receberam pilares e permaneceram in situ 2 ou 4 semanas. Os ratos apresentaram perda óssea notável e deterioração da osteointegração quando a sobrecarga começou às 2 semanas. A sobrecarga aplicada após 4 semanas de cicatrização induziu reabsorção óssea ativa após 15 dias de oclusão em áreas periféricas aos implantes, enquanto que a reabsorção óssea na interface era limitada. Para os autores, este estudo revelou a possibilidade de perda óssea ao redor de implantes sobrecarregados na ausência de infecção usando um modelo de pequeno animal.

Finalmente, revisões sistemáticas da literatura científica concordam que as experiências com animais não tem validade para provar a relação causal entre o overload e perda óssea ou a perda de osteointegração. Estes estudos apresentam limitações e resultados bastante contraditórios (Chambrone et al, 2010, Naert et al, 2012, Chang e al, 2013, Duyck e Vandamme, 2014, Afrashtehfar, 2017).

2) Estudos ser humanos

Devido à ausência de estudos experimentais, as conclusões são limitadas a relatos de casos e estudos de coorte.

Em 1992, Quirynen et al, num estudo com 69 pacientes com próteses fixas sobre implantes ou sobredentaduras seguidos por um período de três anos, verificou perdas ósseas marginais significativas associadas a hábitos parafuncionais e oclusão posterior sem guias anteriores.

Recentemente, Mattheos et al (2013) apresentou um relatório documentando de dois implantes em que a perda de osteointegração sem perda de osso marginal ocorreu vários meses depois de colocar em carga com sucesso os implantes dentários, possivelmente como resultado de carga excessiva. Em ambos os casos, quando a carga oclusal foi removida, os implantes foram clinicamente novamente osteointegrados após 6 a 8 meses de espera.

Outro caso clínico tentou demonstrar a relação entre sobrecarga oclusal e perda óssea peri-implantar e a reversão da situação após a remoção das sobrecargas (Tawill, 2008). O posicionamento de uma prótese removível instável em 3 implantes bem integrados que se mantiveram estáveis durante 9 anos causou perda óssea visível após 6 meses. A eliminação da oclusão traumática inverteu a situação e ocorreu uma cicatrização notável do tecido peri-implantar logo que a condição pré-trauma foi restaurada. A condição apresenta-se estável nos últimos 4 anos.

Conrad et al (2008) relataram em dois casos clínicos a fratura do implante e do seu pilar protético. Tal, pode ser devido ao overload mas também a fadiga do material do implante e pilar. Mesmo sujeito ao overload, os pacientes não apresentaram perda óssea ou perda de osteointegração.

Numa nova experimentação, em 2016, o engenheiro Zipprich Holger demonstrou que micro movimentos nos componentes do implante induz colonização bacteriana no microgap que se pode ter entre o abutment protético e o implante. O seu estudo in-vitro examinou o comportamento dinâmico de quatorze sistemas de conexão implant-pilar antes e depois carga aplicada. Eles foram divididos em dois grupos

segundo a conexão implante-pilar: conexão cônica e conexão plana. Os pilares foram carregados gradualmente com uma força de 0 até 200 N. A distância do ponto de aplicação da força à plataforma do implante foi de 8 mm; A gradação da força foi de 0,3 N/ms. A interface da conexão implante-pilar foi examinada e medida radiologicamente usando uma máquina fotográfica digital profissional de alta velocidade (1.000 imagens por segundo). Os resultados mostraram que, em condições clínicas simuladas, mecanismos complexos são responsáveis pela presença de um micro-movimento conduzindo ao microgap. Este microgap origina um local propício à instalação e desenvolvimento do biofilme produzindo aquando da carga um efeito que Zipprich apelidou de « micro pump effect ». Este mecanismo biomecânico poderá explicar a perda óssea. Ele demonstrou também que a geometria da conexão tem um papel muito importante na colonização bacteriana, porque a conexão cônica possui menor colonização de bactérias comparativamente à conexão plana.

3) Método do análise dos elementos finitos

O FEA é um instrumento que permite a elaboração virtual de um modelo matemático dividindo o instrumento de estudo e que representa ou simula o comportamento de um sistema físico específico (Beloti, 2004; Rocha, 2000). Este método tem grande aplicação na engenharia, muito na engenharia aeronáutica, e tem sido utilizado em Medicina e Odontologia permitindo ultrapassar limitações de estudos in vivo, para simular situações clínicas e o comportamento das estruturas corporais desde 1975 (Selna e Shillingburg, 1975).

Esta metodologia de estudo contribuiu e contribui para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de protótipos, permitindo simular o seu comportamento mecânico, térmico e elétrico, reduzindo custos e tempo de desenvolvimento, fornecendo informações difíceis de serem obtidas pelos métodos experimentais convencionais como distribuição de tensões e deformação das estruturas ou componentes (Lang, 2001).

Vários têm sido os estudos que recorreram ao FEA para avaliar distribuições de tensões em componentes, no osso, variando sistemas de conexão, diâmetros, comprimentos e mesmo materiais constituintes das peças dentárias utilizadas para a reabilitação (Siegle e Soltesz, 1989; Sergötz 1997, Sendky, 1998 ;Petrie e Williams, 2005; Macedo et al., 2017).

Quando submetemos um implante dentário a uma carga, esta é sobretudo transferida para a porção coronal do mesmo. Isto é consequência de um princípio geral de Engenharia que determina que, quando um corpo composto por duas partes recebe carga o stress é maior na linha de união destas partes (Binon, 2000). Através de um conjunto de estudos por análise de elementos finitos (FEA) (Papavasiliou, 1997; Bassit, 2002; Heckmann 2006; Macedo et al, 2017) observou-se exatamente isso e observou-se também que é a porção mais coronal do osso que sofre o efeito dessas cargas. Tal foi confirmado também noutros estudos com simulações de carga em implantes odontológicos em análises com resinas fotoelásticas (Bidez e Misch, 1992; Kitamura et al., 2004).

Comparando as limitações de estudos feitos com resinas fotoelásticas e FEA, verificamos que os estudos com resinas fotoelásticas possuem mais limitações do que FEA. Em 1962, Frocht escreveu que os estudos com resinas fotoelásticas tinham indicação sempre que não fosse possível fazer os estudos com FEA.

Atualmente, o avanço tecnológico mitigou muitas dessas limitações, contudo, muitos são os estudos que se referem às limitações desta metodologia, desde a desvantagem de obter resultados sobrepostos numa análise quase-tridimensional, o facto da fotoelastecidade não ter resolução física para diferenciar o gradiente de stress em torno dos implantes, particularmente das suas espiras, e não poder reproduzir um material heterogêneo (Mahler e Peyton, 1955; Çehreli et al., 2004; Anani et al., 2015).

As cargas que são transmitidas ao osso que rodeiam o implante dependem do tipo de carga, do interface osso-implante, do comprimento e do diâmetro do implante, do tipo de roscas do implante, da superfície do implante, do tipo de prótese e da qualidade e quantidade do osso que circunda o implante. FEA permite aos investigadores prever a distribuição do stress na área de contacto do implante com o osso cortical e na região mais apical do implante com o osso trabecular (Geng, 2001).

Contudo, os rigorosos mecanismos desta relação ainda não são bem entendidos, sendo claro que existe um processo de resposta adaptativa e de remodelação do osso circundante ao stress.

A principal dificuldade na simulação do ambiente mecânico dos implantes dentários é a modelação do tecido ósseo humano e a sua resposta à aplicação de forças mecânicas (Geng, 2001).

Um dos principais trabalhos em FEA no estudo de stress ósseo, foi desenvolvido por Macedo et al, 2017. Neste trabalho o autor conclui estudando a distribuição do stress no osso que circunda um implante de conexão externa e um implante de conexão cone Morse, rigorosamente iguais com exceção da conexão, que existe uma pequena diferença favorável ao implante cone Morse que, de toda a maneira não pode justificar a diferença de comportamento do osso ao redor dos dois tipos de implante.

IV) Conclusão

Estudos derivados das observações animais e clínicas sugerem que um implante osteointegrado sujeito ao overload pode resultar numa perda óssea marginal ou falha do implante.

É difícil de quantificar clinicamente a resistência do osso alveolar quando sujeito às forças mecânicas. Este demonstra vários graus de tolerância dependentes do indivíduo, da localização, etc.. Por conseguinte, os estudos efectuados têm dificuldade em demonstrar e provar a possível correlação entre o overload e a perda da osteointegração do implante. Assim podemos concluir que:

- 1) A perda completa de osteointegração ou perda óssea marginal foi observada em certos estudos animais e casos clínicos;
- 2) A perda de osteointegração foi observada quando a força exercida excede supostamente o limite biológico, contudo, o limite não está documentado, e influenciado pela qualidade e quantidade do osso;
- 3) O reosteointegração do implante pela remodelação óssea foi observada uma vez que a sobrecarga foi eliminada;
- 4) A inflamação, a proliferação bacteriana, a presença de placa bacteriana são causas que em associação com a sobrecarga, podem conduzir à perda de osteointegração do implante.

Vários trabalhos atribuem a perda de osteointegração ao overload. Nenhum dos trabalhos consegue estabelecer essa relação causa efeito. Outros trabalhos atribuem aos mecanismos inflamatórios, infecciosas essa responsabilidade. No nosso entender, a perda óssea talvez não seja resultado do overload, mas sim da conjugação de factores como: overload, inflamação, e biótipo periodontal.

V) **Bibliografia**

1. Abrahamsson, L., Berglundh, T. and Lindhe, J. (1998). Soft tissue response to plaque formation at different implant systems. A comparative study in the dog. *Clinical Oral Implants Research*, 9, pp. 73–79.
2. Adell, R., Lekholm, U., Rockler, B., Brånemark, PI. (1981). A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Journal Oral Surgery*, 10, pp. 387-416.
3. Afrashtehfar, KI., Afrashtehfar, DM. (2016). Lack of association between overload and peri-implant tissue loss in healthy conditions. *Evidence-Based Dentistry*, 17, pp. 92-93.
4. Albrektsson, T., Zarb, G., Worthington, P., Eriksson, RA. (1986). The long term efficacy of currently used dental implants. A review and proposed criteria of success. *Journal Oral Maxillofacial Implants*, 1, pp. 11-25.
5. Anami, LC., Lima, JMC., Takahashi, FE., Neisser, MP., Noritomi, PY., Bottino, MA. (2015) Stress Distribution Around Osseointegrated Implants With Different Internal-Cone Connections: Photoelastic and Finite Element Analysis. *Journal Oral Implantology*, 2, pp. 155-162.
6. Bassit, R., Lindström, H., Rangert, B. (2002). In vivo registration of force development with ceramic and acrylic resin occlusal materials on implant-supported prostheses. *Journal of Oral Maxillofacial Implants*. 17 (1), pp. 17-23.
7. Beloti, AM. (2004). Influência da configuração do preparo e aplicação de carga na distribuição de tensões de facetas laminadas. Tese (Doutorado em Reabilitação Oral) - Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara; 145p.

8. Bidez, MW., Misch, CE. (1992). Issues in bone mechanics related to oral implants. *Implant Dental*, 1, pp. 289–294.
9. Binon, PP. (2000). Implants and components: entering the new millennium. *Journal of Oral Maxillofacial Implants*, 15 (1), pp. 76-94.
10. Brånemark, PI., Hansson, BO., Adell, R., Breine, U., Lindström, J., Hallén, O., (1977). Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Journal Plastic Reconstructive Surgery*, 16, pp. 1–132.
11. Brånemark, PI., Adell, R., Breine, U., Hansson, BD., Lindstrom, J., Ohlsson, A. (1969). Intra-osseous anchorage of dental prostheses. *Journal Plastic Reconstructive Surgery*, 3, pp. 81-100.
12. Bunski, JB. (1988). Biomechanics of oral implants: future research directions. *Journal Dental Educ*, 52, pp. 775-787.
13. Bunski, JB., Moccia, AF Jr., Pollack, ST. (1979). The influence of functional use of endosseous implants on the tissue implant interface. *Journal Dental Research*, 58, pp. 1970-1980.
14. Çehreli, MC., Duyk, J., De Cooman, M., Puers, R., Naert I. (2004a). Implant design and interface force transfer. A photoelastic and strain-gauge analysis. *Clinical Oral Implant Research*, 15, pp. 249–257.
15. Çehreli, MC., Akça, K., Iplikçioğlu, H. (2004b). Force transmission of one- and two-piece Morse-taper oral implants: a nonlinear finite element analysis. *Clinical Oral Implant Research*, 15, pp. 481-489.

16. Chambrone, L., Chambrone, LA., Lima, LA. (2010). Effects of occlusal overload on peri-implant tissue health: a systematic review of animal-model studies. *Journal Periodontal*, 81, pp. 1367–1378.
17. Chang, M., Chronopoulos, V., Mattheos, N. (2013). Impact of excessive occlusal load on successfully osseointegrated dental implants: a literature review. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 4, pp. 142-150.
18. Cochran, DL., Schou, S., Heitz-Mayfield, LJ., Bomstein, MM., Salvi, GE., Martin, WC. (2009). Consensus statements and recommended clinical procedures regarding risk factors in implants therapy. *Journal Oral Maxillofacial Implant*, 24, pp. 86-89.
19. Conrad, HJ., Schulte, JK., Vallee, MC. (2008). Fracture related to occlusal overload with single posterior implants: a clinical report. *Journal Prosthetic Dental*, 99, pp. 251-256.
20. Consolaro, A., Carvalho, RS., Francischone, Jr CE., Consolaro, MF., Francischone, CE. (2010). Saucerization of osseointegrated implants and planning of simultaneous orthodontic clinical cases. *Dental Press Journal Orthodontic*, 3, pp.19-30.
21. De Bruyn H. et al (2000). Radiographic evaluation of modern oral implants with emphasis on crestal bone level and relevance to peri-implant health. *Periodontology*, 62, pp. 256-270.
22. Duyck, J., Vandamme, K. (2014). The effect of loading on peri-implant bone: a critical review of the literature. *Journal Oral Rehabilitation*, 41, pp. 783–794.
23. Eriksson, AR., Albrektsson, T. (1983). Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: A vital-microscopic study in the rabbit. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 50 (1), pp. 101-107.

24. Fransson, C., Wennstrom, J., Berglundh, T. (2008). Clinical characteristics at implants with a history of progressive bone loss. *Clinical Oral Implants Research*, 19 (2), pp. 142-7.
25. Frocht, MM. (1962). Photoelasticity. New York: Wiley.
26. Frost, HM. (1987). Bone "mass" and the "mechanostat": a proposal. *Anatomy Reconstruction*, 219, pp. 1-9.
27. Frost, HM. (1994). Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *The Angle Orthodontist*, 64 (3), pp. 175-188.
28. Geng, JP., Tan, KB, Liu, GR. (2001) Application of finite element analysis in implant dentistry: a review of the literature. *Journal of Prosthetics Dental*. 85 (6), pp. 585-98.
29. Heckmann, SM., Linke, JJ., Graef, F., Foitzik, C., Wichmann, MG., Weber, HP. (2006). Stress and inflammation as a detrimental combination for peri-implant bone loss. *Journal Dental Research*, 85, pp. 711–716.
30. Heitz-Mayfield, L. J., Schmid, B., Weigel, C., Gerber, S., Bosshardt, D. D., Jönsson, J., Lang, N. P. and Jönsson, J. (2004). Does excessive occlusal load affect osseointegration? An experimental study in the dog. *Clinical Oral Implants Research*, 15, pp. 259–268.
31. Hoshaw, S.J., Brunski, J.B., Cochran, G.V.B. (1994). Mechanical loading of Branemark implants affects interfacial bone modeling and remodeling. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 9, pp. 345–360.

32. Iocca, O., (2016). Bone response to implants. *In: Iocca, O. (Ed.). Evidence-Based Implant Dentistry*. Springer international publishing switzerland (P), Rome, Italy, pp. 75-76.
33. Isidor, F. (1997). Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. A clinical and radiographic study in monkeys. *Clinical Oral Implants Research*, 7, pp. 143–152.
34. Isidor, F. (1999). Occlusal loading in implant dentistry. *In: Lang, N.P., Karring, T. & Lindhe, J., (eds.) Proceedings of the Third European Workshop on Periodontology – Implant Dentistry*, Berlin: Quientessence Books, pp. 358–375.
35. Isidor, F. (2006). Influence of forces on peri-implant bone. *Clinical Oral Implants Research*, 17, pp. 8-18.
36. Jemt, T., Lekholm, U., Adell, R. (1989). Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients: a preliminary study on 876 consecutively placed fixtures. *Journal Oral Maxillofacial Implants*, 4, pp. 211-217.
37. Kan, JPM., Judge, RB., Palamara, JEA. (2014). In vitro bone strain analysis of implant following occlusal overload. *Clinical Oral Implants Research*. 25, pp. 73–82.
38. Kitamura, E., Stegaroiu, R., Nomura, S., Miyakawa, O. (2004). Biomechanical aspects of marginal bone resorption around osseointegrated implants: considerations based on a three-dimensional finite element analysis. *Clinical Oral Implant Research*, 15, pp. 401–412.

39. Kozlovsky, A., Tal H., Laufer B-Z., Leshern R., Rohrer M-D., Weinreh M., Artzi Z. (2007). Impact of implant overloading on the peri-implant bone in inflamed and non-inflamed peri-implant mucosa. *Clinical Oral Implant Research*, 18, pp. 601-610.
40. Lang, AL., et al. (2001). Validation of finite element analysis in dental ceramics research. *Journal of Prosthetics Dentistry*, 86 (6), pp. 650-654.
41. Lin, D., Li, Q., Li, W., Swain, M., (2008). Dental implant induced bone remodeling and associated algorithms. *Journal of the Mechanical Behavior of Medical Materials*, 2, pp. 401-432.
42. Lindquist, L.W., Carlsson, G.E. & Jemt, T. (1997). Association between marginal bone loss around osseointegrated mandibular implants and smoking habits: a 10-year follow-up study. *Journal of Dental Research*, 76, pp. 1667–1674.
43. Macedo, JP., Pereira, J., Lopéz-Lopéz, J., Faria, J., Souza, J., Henriques, B., Alves, JL. (2017). Finite element analysis of stress extent at peri-implant bone surrounding external or Morse taper implants. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 71, pp. 441-447.
44. Mahler, DB., Peyton, FA. (1955). Photoelasticity as a research technique for analyzing stresses in dental structures. *Journal Dental Research*, 34, pp. 831–838.
45. Mattheos, N., Schitteck Janda, M., Zampelis, A., Chronopoulos, V. (2012). Reversible, non-plaque-induced loss of osseointegration of successfully loaded dental implants. *Clinical Oral Implants Research*. 00, pp. 1–8.
46. Matthews, LS., Hirsch, C. (1972) Temperatures Measured in Human Cortical Bone When Drilling. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 54, pp. 297-308.

47. Mellal, A., Wiskott, H.W., Botsis, J., Scherrer, S.S. & Belser, U.C. (2004). Stimulating effect of implant loading on surrounding bone. Comparison of three numerical models and validation by in vivo data. *Clinical Oral Implants Research* 15, pp. 239–248.
48. Merdji, A., Bouiadjra Bachir, B., Ould Chikh, B., Mootanah, R., Aminallah, L., Serier, B., Muslih, IM. (2012). Stress distribution in dental prosthesis under an occlusal combined dynamic loading. *Materials and Design*, 36, pp. 705–713.
49. Misch, C.E., (2008). Stress treatment theorem for implant dentistry. *In: Misch, C.E. Contemporary Implant Dentistry*, 3rd edition. Elsevier science health science division, Saint Louis, Missouri, pp. 68-88.
50. Misch, C.E., Suzuki, J.B., Misch-Dietsh, F.M. & Bidez, M.W. (2005). A positive correlation between occlusal trauma and peri-implant bone loss: literature support. *Implant Dentistry*, 14, pp. 108–116.
51. Miyata, T., Kobayashi, Y., Araki, H., Motomura, Y. & Shin, K. (1998). The influence of controlled occlusal overload on peri-implant tissue: a histologic study in monkeys. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 13, pp. 677–683.
52. Miyata, T., Kobayashi, Y., Araki, H., Ohto, T. & Shin, K. (2000). The influence of controlled occlusal overload on peri-implant tissue. Part 3: a histologic study in monkeys. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, 15, pp. 425–431.
53. Naert, I., Duyck, J., Vandamme, K. (2012). Occlusal overload and bone/ implant loss. *Clinical Oral Implants Research*. 23, pp. 95–107.
54. Nagasawa, M., Takano, R., Maeda, T., Uoshima, K. (2013). Observation of the bone surrounding an overloaded implant in a novel rat model. *Journal Oral Maxillofacial Implants*. 28 (1), pp. 109-116.

55. Nitzan, D., Mamlider, A., Levin, L., Schwartz-Arad, D. (2005) Impact of smoking on marginal bone loss. *Journal Oral Maxillofacial Implants*. 20(4), pp. 605-609.
56. Oh T. et al. (2002). The causes of early implant bone loos: myth or science? *Journal of Periodontology*, 73, pp. 322-333.
57. Papavasiliou, G., Kamposiora, P., Bayne, S.C., Felton, DA. (1997). 3D-FEA of osseointegration percentages and patterns on implant-bone interfacial stresses. *Journal of Dentistry*, 25 (6), pp. 485-491.
58. Petrie, CS., Williams, JL. (2005). Comparative evaluation of implant designs: influence of diameter, length, and taper on strains in the alveolar crest. A three-dimensional finite element analysis. *Clinical Oral Implant Research*, 16 (4), pp. 486-94.
59. Piattelli, A. (2017). The effect of loading on peri-implant bone: a critical review of the literature. *In: Piattelli, A. Bone Response to dental implant materials*. Woodhead publishing series in biomaterials, Elsevier, United Kingdom, pp. 139-146.
60. Quaresma, ETS., Cury, PR, Sendyk, WR., Sendyk, C., (2008). A Finite Element Analysis of Two Different Dental Implants: Stress Distribution in the Prosthesis, Abutment, Implant, and Supporting Bone. *Journal of Oral Implantology*. 34 (1), pp. 1-6.
61. Quirynen, M., Naert, I., Van Steenberghe, D. (1992). Fixture design and overload influence marginal bone loss and future success in the Brånemark® system. *Clinical Oral Implants Research*, 3, pp. 104–111.

62. Rocha, IJPB. (2000). Estudo das tensões em dente restaurado com coroa metalocerâmica e dois formatos de retentores intra-radiculares - método dos elementos finitos. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo; 75p.
63. Sakka, S., Coulthard, P., (2011). Implant failure: Etiology and complications. *Medicin Oral Patologic Oral Cirurgia Bucal*. 16 (1), pp. 42-4.
64. Sakka, S., Baroudi, K., Nassani, MZ. (2012). Factors associated with early and late failure of dental implants. *Jornal of Investigative and clinical Dentistry*, 3, pp. 258-261.
65. Selna, LG., Shillingburg, HT., Kerr, PA. (1975). Finite element analysis of dental structures – axisymmetric and plane stress idealizations. *Journal of Biomedical Maters Research*, 9, pp. 253-254.
66. Sendyk, CL. (1998). Distribuição de tensões nos implantes osseointegrados – análises não linear em função do diâmetro do implante e do material da coroa protética (Tese de Doutorado) São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP.
67. Sertgöz, A. (1997). Finite element analysis study of effect of superstructure material on stress distribution in an-implant supported fixed prosthesis. *Journal of Prosthodontics*, 10, pp. 19-27.
68. Siadat, H., Hashemzadeh, S., Geramy, A., Hossein Bassir, S., Alikhasi, M. (2015). Effect of Offset Implant Placement on the Stress Distribution Around a Dental Implant: A Three-Dimensional Finite Element Analysis. *Journal of Oral Implantology*, 41 (6), pp. 646-651.

69. Siegele, D., Soltesz, U. (1989). Numerical investigations of the influence of implant shape on stress distribution in the jaw bone. *Journal Oral Maxillofacial Implants*, 4 (4), pp. 333-40.
70. Smith, D., Zarb, G. (1989). Criteria for success of osseointegrated end osseous implants. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 62, pp. 567-572.
71. Tawil, G. (2008) Peri-implant bone loss caused by occlusal overload: repair of the peri-implant defect following correction of the traumatic occlusion. A case report. *Journal Oral Maxillofacial*, 23, pp. 153–157.
72. Torcato, LB., Pellizzer, EP., Verry, FR., Falcon-Antenucci, RM., Santiago Junior, JF., de Faria Almeida, DA. (2011). Influence of parafunctional loading and prosthetic connection on stress distribution: A 3D finite element analysis. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 114 (5), pp. 644-651.
73. Watanabe, F., Hata, Y., Komatsu, S., Ramos, TC., Fukuda, H. (2003) Finite element analysis of the influence of implant inclination, loading position, and load direction on stress distribution. *Odontology*, 91, pp. 31–36.
74. Zhou, Y., Gao, J., Luo, L. and Wang, Y. (2016), Does Bruxism Contribute to Dental Implant Failure? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 18, pp. 410–420.
75. Zipprich H, Miatke S, Haimdouch R, Lauer HC. (2016). A New Experimental Design for Bacterial Microleakage Investigation at the Implant-Abutment Interface: An In Vitro Study. *Journal Oral Maxillofacial Implants*, 31 (1), pp. 37-44.
76. Zitzmann, N.U., Abrahamsson, I., Berglundh, T. and Lindhe, J. (2002). Soft tissue reactions to plaque formation at implant abutments with different surface topography. *Journal of Clinical Periodontology*, 29, pp. 456–461.

77. Zitzmann, N.U., Berglundh, T.. (2008). Definition and prevalence of peri-implant diseases. *Journal of Clinical Periodontology*, 35, pp. 286–291.