UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

DIEGO MARQUES DA SILVA

AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO CARREGAMENTO EM DIFERENTES TIPOS DE IMPLANTES: REVISÃO DA LITERATURA EM ANÁLISE FOTOELÁSTICA

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de cirurgião-dentista.

PIRACICABA -SP
2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

DIEGO MARQUES DA SILVA

AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO CARREGAMENTO EM DIFERENTES TIPOS DE IMPLANTES: REVISÃO DA LITERATURA EM ANÁLISE FOTOELÁSTICA

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de cirurgião-dentista.
Orientador: Prof. Dr. Márcio de Moraes

PIRACICABA -SP
2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA – CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Si38a

Silva, Diego Marques, 1988-
Avaliação da Distribuição do Carregamento em Diferentes Tipos de Implantes: revisão da literatura em Análise Fotoelástica / Diego Marques Silva. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Márcio de Moraes.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Implantes dentários. 2. Prótese dentária. I. Moraes, Márcio de, 1966- II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Dedico este trabalho ao meu avô Alcedino, que me apoiou e me ensinou até o último segundo, que sempre me mostrou que a honestidade e a humildade nunca devem ser buscadas e nunca deixadas de lado em nenhum momento da nossa caminhada. Infelizmente não poderemos comemorar lado a lado este momento intenso de alegria e conquista, pois hoje ele se encontra no céu, lugar que Deus reservou a ele. Mas no meu coração a sua presença é eterna.

AGRADECIMENTOS

Melhor do que palavras é o sentimento de amor que eu tenho pelos meus pais para agradece-los por cada ensinamento até aqui, por cada dificuldade que eles enfrentaram afim de que eu conquistasse cada um dos meus sonhos. E a minha irmã que eu sei que tive e terei como melhor amiga em todos os momentos da vida. Pessoas que eu só tenho a agradecer por confiarem e acreditarem em mim.

Agradeço a todos os meus parentes, principalmente minhas avós, Oliria e Maria Darci, e meus tios, Airton e Izildinha, pelo incentivo que eles me deram.

Aos meus grandes amigos, Rodrigo Miyagi, Rafael Franco e em especial Vanessa Gross, por todo o apoio e incentivo nos momentos de dificuldade, e pelos vários momentos de risadas.

A Faculdade de Odontología de Piracicaba, que me mostrou grandes valores, ao Prof. Dr. Márcio de Morais, que tenho como exemplo profissional, ao Prof. Dr. Fausto Bérzin que muito me ensinou, a Pós-Graduada Rosario De La Torre Vera que me ensinou muito além do que assuntos acadêmicos profissionais, mas sim, valores para levar por toda a vida e a todos os professores que me ensinaram a ser um grande profissional.

E a principal pessoa que não podia faltar: Deus, que me proporcionou tudo até o presente momento, e Quem deixo os meus mais profundos agradecimentos. Obrigado!

RESUMO

Desde o início dos estudos sobre osseointegração, os implantes dentários estão sendo cada vez mais utilizados em reabilitações de um único elemento, como próteses fixas implantossuportadas unitárias, ou reabilitações mais extensas, como é o caso de próteses fixas implantossuportadas de 3 elementos ou até mesmo protocólos dentários. No entanto, para se fazer uma reabilitação com implantes é necessário levar em consideração uma série de fatores, bem como o tipo de osso onde será inserido, a forma, tamanho e diâmetro do implante e o tipo de conexão entre o implante e a coroa protética, o tipo e material da prótese e carregamento no sistema prótese-implante-osso, dentre vários outros fatores, afim de que se tenha um sucesso a longo prazo. Este estudo tem como objetivo avaliar através de uma revisão literária e discutir a distribuição do carregamento em três diferentes tipos de sistemas de implantes: hexágono externo, hexágono interno e cone morse, através de estudos que utilizaram da técnica denominada análise fotoelástica.

PALAVRAS-CHAVE: Conexões, Implantes Dentários, Próteses Dentárias,

ABSTRACT

Since the early studies of osseointegration, dental implants are increasingly used in single element restorations as unitary implant-fixed prosthesis, or more extensive rehabilitation, as is the case of implant-fixed prosthesis of three elements or even dental protocols. However, to make a rehabilitation with implants is necessary to take into account a number of factors, as well as the bone type where it will be inserted, the shape, size and diameter of the implant and the type of connection between the implant and prosthetic crown, the type and material of the prosthesis and loading in the prosthesis-implant-bone system, among several other factors, to have a long term success. The aim of this study is to evaluate through a literature review and discuss the distribution of the load in three different implant systems: external hexagon, internal hexagon and morse taper, through studies using the technique called photoelastic analysis.

KEYWORDS: Connections, Dental Implants, Dental Prothesis,

SUMÁRIO

1 Introdução ……..…….08
2 Desenvolvimento ……..10
2.1 Hexágono externo ……..10
2.2 Hexágono interno ……..19
2.3 Cone-morse …….....19
3 Discussão ……...22
4 Conclusão …….....24
5 Referências ……25
6 Anexo 1..……..28

1. INTRODUÇÃO

O conceito atual de estética e função, demandou a um amplo desenvolvimento de sistemas de implantes e componentes protéticos afim e se obter maiores e melhores soluções para obtenção de um resultado estético e funcional próximo a de um dente natural. Sendo de extrema importância, que os profissionais tenham um amplo conhecimento para uma correta aplicação dos sistemas mais adequado a necessidade de cada caso clínico (Daniel Telles & Aloísio Borges Coelho).

A análise fotoelástica, é muito utilizada por diversos pesquisadores para avaliar as propriedades mecânicas dos implantes dentários (Glantz PO & Nilner K. 1998) e qualitativamente a propagação da intensidade e distribuição do estresse no complexo prótese-implante-osso para simular situações mecânicas envolvidas na função mastigatória. Essa técnica consiste em observar efeitos óticos, por meio de registros fotográficos e métodos analíticos, gráficos e diagramas em modelos fotoelásticos que possuem módulo de elasticidade semelhante ao dos tecidos ósseos (Mahler DP & Peyton FA. 1955). Neste método a intensidade do estresse é representada pelo número N (ordens de franjas), onde N: 0 (preto), 1 (transição de vermelho / azul), 2 (transição de vermelho / verde), 3 (transição de rosa / verde). Sendo que quanto maior o número N e o número de franjas, maior é a intensidade do estresse. E quanto mais perto estão as franjas uma das outras, é sinônimo de uma elevada concentração de estresse local (Goiato MC *et al.* 2009, Mahler DP & Peyton FA. 1955). De acordo com Goiato *et al.* 2009, três técnicas de fotoelasticidade estão disponíveis: bidimensional, tridimensional, e quase-tridimensional (o modelo é tridimensional, mas as franjas são observados e analisados em duas dimensões). A vantagem do método fotoelástico é basicamente conseguir visualizar as tensões nas estruturas complexas, permitindo localizar e quantificar a magnitude do estresse.

Já se sabe hoje que forças oclusais induzem tensões e pressões em todos os componentes do complexo prótese-implante-osso (Glantz PO *et al.* 1993) e que inclusive aplicação de de forças funcionais induzem tensões e pressões dentro do complexo prótese-implante que afetam diretamente o processo de remodelação

óssea ao redor do implante (Bidez MW & Misch CE. 1992). Como citado por Gunne J *et al.* 1994, todas as estruturas e combinação de estruturas que são expostas a carga funcional pode ser exposto a sobrecarga e, por conseguinte, complicações mecânicas e/ou falhas. Se a sistema de implante fica exposto a sobrecargas, uma manifestação repetida de cargas individuais, micro-fraturas no interior do tecido ósseo podem surgir, proporcionando o insucesso na reabilitação, ou se exposto a pequenas cargas continuas também pode ocorrer falhas, devido a fraturas por fadiga, bem como cargas dinâmicas também causam a diminuição da densidade óssea ao redor do pescoço do implante (Duyck J *et al*. 2001)

Para que o implante não venha a falhar devido a um carregamento funcional, deve haver um equilíbrio de forças, onde para toda força de ação deve se ter uma contra a ação. No entanto, apenas uma parte reduzida do osso de suporte está envolvida na neutralização da carga, conduzindo a níveis elevados de estresse particulares na interface osso-implante. Durante o planejamento protético e cirúrgico de uma reabilitação com implantes deve levar em consideração as cargas do implante e sua estrutura e também cargas individuais como as geradas no interior dos implantes e entre abutment (Glantz PO *et al*. 1998). De acordo com Goiato MC et al. 2012, o tipo de abutment-implante influencia diretamente no nível de estresse no osso em coroas unitárias e próteses de múltiplos elementos unidos. Quanto as cargas funcionais, as forças obliquas induzem a maiores concentrações e intensidade de estresse do que as forças de sentido axiais (Goiato MC *et al*. 2012, Pellizzer EP *et al*. 2011). E quanto maior a angulação do implante, maior o valor do estresse, independente do tipo de coroa (Pellizzer EP *et al.* 2011). Além disso, condições fora do padrão normal de oclusão, como o bruxismo por exemplo, proporcionam um aumento do risco de falhas do implante a longo prazo devido aos longos ciclos de cargas que o implante esta sujeito (Glantz PO *et al.* 1998).

Em um bom planejamento deve-se visar a colocação de um número suficiente de implantes em posições ótimas na zona desdentada sob tratamento, seguido de tratamento com um aparelho protético mais adequado ao caso, afim de maximizar a distribuição do estresse através das interfaces osso-implante (Glantz PO *et al*. 1998) para que consiga um sucesso na reabilitação por um longo prazo.

O objetivo deste estudo é avaliar através de uma revisão literária e discutir a distribuição do estresse gerado por cargas funcionais em três diferentes tipos de implantes: hexágono externo, hexágono interno e cone morse, através de estudos que utilizam da análise fotoelástica

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Hexágono Externo

Para Maeda Y *et al*. 2006, as vantagens que os sistemas de hexágono externo oferecem são: ser apropriados para a abordagem em dois estágios cirúrgicos, presença de mecanismo anti-rotacional, reversibilidade e compatibilidade entre diversos sistemas, possui uma grande variedade de componentes protéticos facilitando a escolha da solução adequada para cada caso. E as principais desvantagens deste tipo de sistema são: micro-movimentos devido a pouca altura do hexágono, afrouxamento do pilar e até mesmo fratura do parafuso; microfenda entre o implante e o pilar, que também em acordo com, facilita a adesão de biofilme que induz a sauserização, reabsorções ósseas ao redor da região cervical do implante. Em relação as cargas transmitida ao osso neste tipo de sistema temos as seguintes condições:

<u>Próteses Parciais Fixas Implantossuportadas Unitárias Parafusadas - Carga Axial:</u>

Bernardes SR *et al*. 2006, aplicou uma carga axial equivalente a 1,5 Kgf no implante hexágono externo e hexágono interno. No entanto não obteve diferença estatisticamente significativa entre eles com relação a distribuição de tensão ao redor dos implantes. Mas o hexágono externo apresentou os maiores valores, quando comparados como os hexágono interno. De acordo com Tonella BP *et al.*

2011, o implante hexágono externo quando submetido a cargas de 100N apresentam mesmo padrão de distribuição de tensão que o hexágono interno.

Pellizzer EP *et al.* 2011, aplicou uma carga axial de 150N no sistema hexágono externo e obteve no terço cervical grande quantidade de franjas representando elevada intensidade de estresse nesta região. No terço médio o hexágono externo apresentou franjas muito perto uma das outras representando elevada concentração de estresse e no terço apical apresentou grande número de franjas e elevada concentração e intensidade de estresse. Em um outro estudo, Pellizzer EP *et al*. 2011 com implantes de sistema hexágono externo contendo próteses parafusadas e cimentadas nas angulações de 0º, 17º e 30º submetidas a carga axial de 100N. As próteses unitárias parafusadas apresentaram elevada concentração de estresse na cervical do implante quando comparadas com as cimentadas. E quanto maior a angulação da prótese maior foi intensidade e concentração de estresse. Sendo a parafusada de 30º a de maior valor.

Na aplicação de carga axial de 100N, Goiato MC *et al*. 2012, obteve em seus resultados que o implante hexágono externo apresenta os maiores números de franjas e maior área de concentração de estresse no ápice do implante quando comparados com cone-morse.

<u>Próteses Parciais Fixas Implantosuportadas Unitárias Cimentadas - Carga Axial:</u>

Pellizzer EP *et al*. 2011, comparou próteses unitárias cimentadas e parafusadas com angulação de 0º, 17º e 30º cada uma unidas a sistema de implante hexágono externo sob a ação de cargas axiais de 100N. e observou que as próteses unitárias cimentadas apresentam menor concentração de estresse na cervical em relação as próteses parafusadas. E um menor número de franjas ao redor do implante representando assim uma menor intensidade e concentração de estresse. Também observou que quanto maior a angulação da prótese, maio é a intensidade e concentração de estresse ao redor do implante.

Próteses Parciais Fixas Implantossuportadas Unitárias Parafusadas - Carga Oblíqua:

Para as próteses parafusadas de hexágono externo, Tonella BP *et al.* 2011, relata que ocorre grande intensidade e concentração de tensões em todo o corpo do implante formando um grande número de franjas fotoelásticas quando este é submetido a carga 100N.

Pellizzer EP *et al.* 2011, o hexágono externo apresenta concentrações e intensidades de estresse maior quando comparado com implantes hexágono interno e cone-morse sob carga oblíqua de 45º de 150N. Em em outro estudo Pellizzer EP et al. 2011, observou que sob cargas obliquas (45º) a 100N próteses unitárias parafusadas apresentam elevado número e aproximação de franjas independente da ângulação do implante quando comparado com as cimentadas. Sendo que o implante angulado em 30º apresenta elevado estresse na cervical e no ápice comparado com o implante a 0º e 17º.

Bernardes SR *et al*. 2006, para a carga não-axial os implantes tipo hexágono interno acumularam menos tensão ao seu redor. Os implantes de hexágono externo apresentaram os maiores valores (12,93%). Os resultados na região correspondente à crista óssea a situação apresenta menores gradientes de tensão para o grupo de implantes de hexágono interno e os maiores para o hexagonal externo com 17,36%. Sendo estatísticamente significante.

Goiato MC *et al.* 2012, observou que o implante hexágono externo apresenta os maiores números de franjas e maior área de concentração de estresse no ápice do implante quando comparados com cone-morse durante a aplicação de carga obliqua de 45º a 100N.

Próteses Parciais Fixas Implantossuportadas Unitárias Cimentada - Carga Oblíqua:

Pellizzer EP *et al*. 2011, relatou que sob cargas obliquas (45º) a 100N, próteses unitárias cimentadas apresentam menor número e aproximação de franjas independente da ângulação do implante em comparação com as parafusadas. Sendo que o implante angulado em 30º apresenta elevado estresse no terço cervical e na região apical do implante e implantes posicionados em 0º apresentam concentração de estresse no lado oposto a aplicação da carga entre o o terço cervical e apical.

Prótese Parcial Fixa Implantossuportada de 3 elementos Parafusada - Carga Axial:

Na analise de Tonella BP *et al.* 2011, as próteses de três elementos (de segundo pré-molar a segundo molar) que possuem sistema de implante hexágono externo, quando submetidos a aplicação de carga axial de 100N no pré-molar, ocorre formação de franjas fotoelásticas com alto nível de tensão, principalmente no ápice do implante do pré-molar, englobando a área de pôntico até a região mesial do corpo do implante do molar. Com a aplicação de carga no pôntico, ocorre concentração de tensões no ápice do implante do pré-molar e nas faces mesial e distal implante do molar ocorrendo também, concentrações de tensões em menor intensidade na região entre implantes. A aplicação de carga no molar favorece a formação de franjas fotoelásticas na região do implante do molar englobando o pescoço, o corpo e principalmente sua região apical, atingindo a região de pôntico até a região distal do implante do pré-molar.

Goiato MC *et al*. 2012, revela que o implante hexágono externo apresenta os menores números de franjas e maior área de concentração de estresse no ápice do implante quando comparados com cone-morse na aplicação de carga axial de 100N.

Prótese Parcial Fixa Implantossuportada de 3 elementos Cimentada - Carga Axial:

Tonella BP *et al*. 2011, demonstrou que os implantes de hexágono externo sob a aplicação de uma carga axial de 100N na região de prémolar, sofre tensões concentradas na região do próprio implante do pré-molar. Quando a aplicação de carga é realizada na região do pôntico, ocorre uma distribuição das tensões na região entre implantes, principalmente na área apical aos implantes, sendo a região apical do pré-molar a mais sobrecarregada. A aplicação de carga na região de molar produz formação de franjas fotoelásticas ao redor de todo o implante do molar desde a região do pescoço até a região apical do implante, seguindo a região de pôntico até a região mesial do implante do pré-molar em menor intensidade.

Prótese Parcial Fixa Implantossuportada de 3 elementos Parafusada - Carga Oblíqua:

Tonella BP *et al*. 2011, observou que na aplicação de carga oblíqua (45º) com carregamento de 100N no pré-molar grandes tensões são distribuídas por todo o modelo fotoelástico, aumentando o número de franjas com aplicação no pôntico e no molar. Ela cita também que, quanto mais para a região posterior é a aplicação de carga, maior é a magnitude das tensões apresentadas pelas próteses parafusadas, principalmente na face mesial do pré-molar.

Goiato MC *et al*. 2012, revela que o implante hexágono externo apresenta os menores números de franjas e maior área de concentração de estresse no ápice do implante quando comparados com cone-morse na aplicação de carga oblíqua de 45º de 100N.

Prótese Parcial Fixa Implantossuportada de 3 elementos Cimentada - Carga Oblíqua:

Quando Tonella BP *et al*. 2011 comparou as próteses parafusadas com as cimentadas, as próteses cimentadas apresentaram menor intensidade e melhor

distribuídas. A aplicação de carga na região de pré-molar demonstrou, porém ocorreu sobrecarga em todo o modelo fotoelástico na região de pôntico e na região do implante do molar. Com a aplicação de carga no pôntico houve a formação de franjas fotoelásticas na região do corpo do implante do pré-molar e em maior concentração na região do implante do molar, onde as tensões acumularam-se tanto no corpo quanto no ápice. A aplicação de carga no molar demonstrou intensa formação de franjas na região de corpo e ápice do implante do molar, e menor nível de tensão na região de pôntico e região do corpo do implante do pré-molar.

Próteses Totais suportada por 4 implantes

De acordo com Asvanund P & Morgano SM. 2011, sob a aplicação de carga vertical de 250N uniforme nos 4 implantes demonstrou que não existe diferença entre o estresse gerado na região apical e conecção abutment-implante próteses totais parafusadas em implantes hexágono interno e hexágono externo. No entanto quando a mesma intensidade de carga é gerada apenas nos dois implante anteriores (região de canino) simulando mastigação dos incisivos, os implantes hexágono externo demonstraram sofrer maior estresse quando comparado com hexágono interno. E na aplicação de duas cargas laterais uniformes, simulando a mastigação unilateral, o implante hexágono externo apresenta maior estresse na região de conecção do abutment-implante.

2.2 Hexágono Interno

De acordo com, Niznick G. 1991, as conexões hexagonais internas foram desenvolvidas com o objetivo de melhorar a adaptação entre os hexágonos e estabelecer uma interface mais estável, aumentando, assim, a resistência e reduzindo complicações, como afrouxamento ou fratura do parafuso de fixação.

Neste tipo de conexão, o centro de fixação do parafuso é protegido pela altura do hexágono do pilar dentro do implante, desse modo, as forças laterais são transmitidas diretamente às paredes do implante, gerando menor tensão no

parafuso e proporcionando melhor resistência às tensões cisalhantes na união. O implante do sistema hexágono interno apresenta como ponto forte sua alta resistência mecânica. Possui uma grande variedade de componentes protéticos facilitando a escolha da solução adequada para cada caso. Outra grande vantagem é o fato de não possuir montador sendo que o transporte e a instalação do implante são feitos pelo mesmo modelo de chave. Esse modelo confere maior resistência ao torque durante o procedimento de inserção do implante no alvéolo cirúrgico.

Próteses Parciais Fixas Implantossuportadas Unitárias Parafusadas - Carga Axial:

Bernardes SR *et al*. 2006, aplicou uma carga axial de 1,5kgf em implantes hexágono externo e hexágono interno e observou que os hexágono interno apresentaram os menores valores e o hexágono externo gerou 1,28% a mais de tensão que a hexagonal interna ao redor do implante. Na região cervical, o grupo de implantes hexágono interno apresentou os menores gradientes de tensão e o grupo hexágono externo mostrou ser 2,11% maior. No entanto não obteve-se diferenças estatísticas significantes entre os dois grupos de implantes.

De acordo com Tonella BP *et al*. 2011 mesmo implantes hexágonos internos possuindo o mesmo padrão de distribuição de tensão que os hexágonos externos sob carga de 100N, observa-se neles uma concentração menor das tensões no corpo do implante e mais centralizada em direção apical.

Pellizzer EP *et al.* 2011, o hexágono interno apresenta concentrações e intensidades de estresse intermediario quando comparado com implantes hexágono externo e cone-morse sob carga axial de 150N.

Próteses Parciais Fixas Implantossuportadas Unitárias Parafusadas - Carga Oblíqua:

No implante de hexágono interno, quando submetido a carga oblíqua de 45º e 100N, a situação é mais favorável quando comparado com implante hexágono externo, pois diminui a intensidade das tensões no implante, apresentando menor número de franjas fotoelásticas de acordo com Tonella BP *et al.* 2011.

Para Pellizzer EP *et al*. 2011, hexágono interno apresenta padrão intermediário de concentrações e intensidades de estresse quando comparado com implantes hexágono externo e cone-morse sob carga axial de 45º de 150N.

Prótese Parcial Fixa Implantossuportada de 3 elementos Parafusada - Carga Axial:

Para Tonella BP *et al.* 2011, a aplicação de cargas tem resultados mais favoráveis quando comparada aos implantes de hexágono externo. A aplicação de carga axial tanto no pré-molar quanto no molar, colabora para o surgimento de tensões restritas ao terço médio do implante e ápice do implante. E quando a carga é direcionada ao pôntico ocorre uma distribuição homogênea de tensões entre os implantes, concentrando as franjas fotoelásticas na região apical de ambos os implantes e de intensidade semelhante.

Prótese Parcial Fixa Implantossuportada de 3 elementos Cimentada - Carga Axial:

Na aplicação de carga axial 100N nas próteses implantossuportadas cimentadas com implantes de hexágono interno, Tonella BP *et al*. 2011, observou que quando aplicada no pré-molar houve sobrecarga na região do implante do pré-molar, apresentando tensões no corpo e na região apical do mesmo e em menor

intensidade na região mesial do implante do molar. No pôntico, a tensão foi distribuída entre a região apical dos dois implantes, sendo o do pré-molar mais sobrecarregado que o molar. A aplicação de carga no molar produziu formação de franjas fotoelásticas em seu implante, principalmente do terço médio a apical, e na região disto-apical do implante do pré-molar.

Prótese Parcial Fixa Implantossuportada de 3 elementos Parafusadas - Carga Oblíqua

De acordo com os achados de Tonella BP *et al*. 2011, Quando aplica-se uma carga oblíqua de 45º com 100 N nos implantes hexágono interno, é nítido um menor nível de tensão e menor quantidade de franjas fotoelásticas quando comparado às próteses parafusadas dos implantes de hexágono externo e de cone-morse. E a tensão fica mais restrita à região do ápice do implante.

Prótese Parcial Fixa Implantossuportada de 3 elementos Cimentada - Carga Oblíqua:

De acordo com Tonella BP *et al*. 2011, na aplicação de carga oblíqua os implantes de hexágono interno demonstrou melhor distribuição de tensões quando comparado com hexágono externo e cone-morse sendo uma situação mais favorável no ponto de vista de distribuição de tensões. A aplicação de carga no pré-molar apresentou formação de franjas, principalmente, na região apical e distal do implante do pré-molar, e menores níveis de tensões na região do implante do molar. Todavia, no pôntico, a distribuição de carga ocorreu de forma a sobrecarregar somente a região apical e distal do implante do pré-molar e região mesial e distal do

corpo do implante do molar. Na aplicação de carga no molar houve formação de franjas fotoelásticas de maior intensidade na região do implante do molar, sendo a região de pôntico e do corpo do implante do pré-molar afetadas em menor intensidade.

Próteses Totais suportada por 4 implantes:

Asvanund P & Morgano SM. 2011, analisa ao aplicarem uma carga vertical de 250N uniforme nos 4 implantes e demonstraram que não existe diferença entre o estresse gerado na região apical e conecção abutment-implante próteses totais parafusadas em implantes hexágono interno e hexágono externo. No entanto quando a mesma intensidade de carga é gerada apenas nos dois implante anteriores (região de canino) simulando mastigação dos incisivos, os implantes hexágono interno demonstraram sofrer menor estresse quando comparado com hexágono externo. E na aplicação de duas cargas laterais uniformes, simulando a mastigação unilateral, o implante hexágono interno apresenta menor estresse na região de conecção do abutment-implante.

2.3 Cone Morse:

No cone-morse, A interface pilar/implante fica interna ao implante como acontece no implante hexágono interno, no entanto o encaixe se faz mais preciso devido à conicidade das partes articulares Maeda Y *et al.* 2006. Apresenta, porém, menos soluções protéticas, maior custo e menor domínio da técnica por parte dos profissionais.

Próteses Parciais Fixas Implantossuportadas unitárias parafusadas - Carga Axial:

Tonella BP *et al*. 2011 ao submeter o implante cone-morse a ação de 100 N observou que ele apresenta ordem de franja a menos que implantes hexágono externo e interno, apresentam também tensões mais centralizadas em seu ápice e menos concentradas no corpo do implante, sendo o seu uso mais favorável em próteses unitárias.

Pellizzer EP *et al*. 2011, demonstrou que o implante cone-morse sob a ação de carga axial de 150N no terço cervical, obtém o menor número de franjas e no terço apical apresenta franjas muito espaçadas e apresenta a menor concentração e

intensidade de estresse dentre os sistemas de implante hexágono externo e hexágono interno.

Goiato MC *et al*. 2012 revela que o implante cone-morse apresenta os menores números de franjas quando comparados com hexágono externo na aplicação de carga axial a 100N.

Próteses Parciais Fixas Implantossuportadas Unitárias Parafusadas - Carga Oblíqua:

O implante cone-morse apresentou padrão de distribuição intermediário entre os implantes hexágono externo e interno testados por Tonella BP *et al*. 2011 sob a ação de 100N.

Pellizzer EP *et al*. 2011, observou que o cone-morse apresenta concentrações e intensidades de estresse menor quando comparado com implantes hexágono interno e cone-morse sob carga axial de 45º de 150N.

Goiato MC *et al*. 2012 revela que o implante cone-morse apresenta os menores números de franjas quando comparados com hexágono externo na aplicação de carga obliqua de 45º a 100N.

Prótese Parcial Fixa Implantossuportada de 3 elementos Parafusada - Carga Axial:

Tonella BP *et al*. 2011, na aplicação de carga axial de 100N no pré-molar em implantes cone-morse observou que ocorre grande concentração de franjas na região de terço médio a apical do implante do pré-molar, estendendo, em menor intensidade, até a região do molar, principalmente na região distal em todo o corpo do implante. Quanto a aplicação de carga no pôntico houve a formação de franjas fotoelásticas de grande intensidade no implante do pré-molar, que se apresentou em maior número de franjas e com maior intensidade na região apical do que a região apical do implante do molar. Com relação a aplicação de carga na região do molar,

houve a formação de franjas fotoelásticas no terço médio a apical do implante do molar e do pré-molar de forma semelhante.

Goiato MC *et al*. 2012 revela que o implante cone-morse apresenta os maiores números de franjas quando comparados com hexágono externo na aplicação de carga axial de 100N.

Prótese Parcial Fixa Implantossuportada de 3 elementos Cimentada - Carga Axial:

Na aplicação de carga axial de 100N, realizada por Tonella BP *et al*. 2011, quando no pré-molar, demonstrou maior nível de tensão na região do terço médio a apical do implante, apresentando pequenas intensidades de tensão na região do rebordo e região do molar. A aplicação de carga axial no pôntico apresentou distribuição de tensões na região apical de ambos os implantes, sendo que a região do implante do pré-molar foi mais sobrecarregada. Na região de molar, a aplicação de carga demonstrou grande formação de franjas fotoelásticas ao longo do corpo do implante, as quais se estenderam desde a região do pescoço, terço médio e apical do mesmo, porém a região de pôntico e a região do pré-molar apresentaram baixos níveis de tensões.

Prótese Parcial Fixa Implantossuportada de 3 elementos Parafusada - Carga Oblíqua:

A aplicação de carga oblíqua (45º), na região do pré-molar apresenta tensões no terço médio e ápice do implante e em menor intensidade na região do molar. No pôntico as tensões são melhores divididas entre os dois implantes, e com a aplicação no molar ocorre menor número de tensões, de menor intensidade quando comparado com o de hexágono externo, Tonella BP *et al.* 2011.

Goiato MC et al. 2012 observou que o implante cone-morse apresenta os maiores números de franjas quando comparados com hexágono externo na aplicação de carga oblíqua de 45º de 100N.

Prótese Parcial Fixa Implantossuportada de 3 elementos Cimentada - Carga Oblíqua:

De acordo com Tonella BP *et al*. 2011, a aplicação de carga oblíqua (45º) nos implantes do tipo cone-morse demonstrou que quando no pré-molar, ocorre formação de franjas fotoelásticas de menor intensidade na região apical de ambos os implantes. No pôntico tem-se formação de franjas na região apical de ambos os implantes, sendo de maior intensidade na região de molar. E a aplicação de carga no molar demonstrou uma maior intensidade de franjas fotoelásticas no local de aplicação e uma menor intensidade de franjas na região apical do implante do pré-molar

3. DISCUSSÃO

Independente do tipo de prótese, quando sob a ação de cargas oblíquas, o carregamento das forças no sistema prótese-implante-osso é maior do que sob a ação de cargas axiais, devido a indução de maiores concentrações e intensidades de estresse que esse tipo de carga gera no sistema (Goiato MC *et al*. 2012; Tonella BP *et al*. 2011; e Pellizzer EP *et al.* 2011), sendo talvez esse tipo de carga mais importantes que as cargas axiais para as avaliações clínicas, uma vez que o mecanismo de mastigação, consiste em um sistema complexo.

Quanto a forma de união da coroa protética ao pilar protético, as próteses cimentadas demonstraram possuir menor intensidade de franjas e melhor distribuição das tensões por todo o implante de acordo com Tonella BP *et al*. 2011, quando comparado com as parafusadas. Que de acordo com Pellizzer EP *et al.* 2011, as próteses unitárias parafusadas possuem uma concentração de tensão muito maior que as cimentadas na região cervical, o que pode favorecer a longo prazo a diminuição

da densidade óssea ao redor do pescoço do implante (Duyck J *et al*. 2001, Quirynen M, Naert I, van Steenberghe D. 1992), denominando-se sauserização.

Em próteses unitárias, Não existe diferença significativa, entre implantes de conexão interna e externa, no estresse gerado nas regiões apicais. (Bernardes SR *et al.* 2006). No entanto o hexágono externo apresenta concentrações e intensidades de estresse maior quando comparado com implantes hexágono interno e cone-morse. Já o cone-morse apresenta uma melhor distribuição de tensão com

menor intensidade em próteses unitárias implanto-suportadas, além de suportar e distribuir melhor as forças laterais do que os implantes de conexão externa (Tonella BP *et al*., 2011) reduzindo assim a quantidade de estresse transferida ao osso em coroas unitárias, (Goiato MC *et al*., 2012) o que o torna mais indicado do ponto de vista biomecânico para situações clinicas em há necessidade de reabilitar apenas um elemento dentário, quando comparado com os implantes hexágono externo e hexágono interno.

Para próteses fixas implantossuportadas, os implantes hexágono interno demonstram ser os mais indicados. Em termos de uma distribuição de carga mais adequada, ele gera menores níveis de tensão quando comparado às outras conexões, sendo mais favorável do ponto de vista biomecânico, contribuindo para um sucesso a longo prazo. Já os hexágono externo são mais indicados para os casos de próteses múltiplas, incluindo os protocolos de carga imediata (*Tonella B.P. et al., 2011).* E o implante cone-morse nesse tipo de prótese apresenta um alto número de franjas, representando elevada intensidade de estresse distribuído ao osso (Goiato MC *et al*. 2012).

Em próteses totais suportadas por 4 implantes paralelos e de mesmo sistema de atachments, não existe diferença na distribuição de carga na região apical do implante entre os dois diferentes tipos de sistemas, hexágono externo e interno, (Asvanund P & Morgano SM. 2011). Mas mesmo assim em movimentos que simulam a mastigação anterior dos incisivos e lateral, os hexágono externo parecem sofrer um maior estresse na área de conexão abutment-implante. Provavelmente pelo fato dos implantes hexágono interno se demonstrarem ser superiores aos externos quanto a resistência a fadiga..No entanto é necessário um maior número de estudos, principalmente em relação a técnica all-on-four, que consiste em reabilitar arcos desdentados com próteses totais Implantossuportadas por quatro

implantes, dois anteriores verticalizados e dois posteriores inclinados em 45º paralelos entre si. Afim de que se tenha um melhor compreendimento do carregamento nestes dois tipos de sistemas

4. CONCLUSÃO

Em relação ao carregamento no complexo prótese-implante-osso, podemos concluir que para próteses fixas implantossuportadas unitárias a melhor indicação é o sistema de implante cone-morse por este possuir menor intensidade e melhor distribuição de estresse. Já os implantes hexágono interno são os mais indicados para o caso de protese fixas implantossuportadas de três elementos, por possuírem uma distribuição de carga mais adequada e menor nível de tensão em relação aos outros sistemas. Para próteses totais suportadas por quatro implantes é necessário se ter mais estudos, mas aparentemente o uso de implantes hexágono interno parece ser mais vantajoso quando comparado com os hexágono externo. Quanto ao tipo de carga, deve-se ter uma maior atenção as cargas oblíquas pois elas induzem os sistemas prótese-implante-osso a um maior grau de estresse.

5. REFERÊNCIAS

1. Asvanund P, Morgano SM. Photoelastic stress analysis of external versus internal implant-abutment connections. J Prosthet Dent. 2011 Oct;106(4):266-71.

2. Bernardes, Sérgio Rocha; Araújo, Cleudmar Amaral de; Fernandes Neto, Alfredo Júlio; Gomes, Vanderlei Luís; Neves, Flávio Domingues das. Análise fotoelástica da união de pilar a implantes de hexágonos externo e interno / Photoelastic analysis of abutment union to external and internal hexagons implants. Implant News;3(4):355-359, jul.-ago. 2006

3. Bidez MW, Misch CE. Force transfer in implant dentistry: basic concepts and principles.The Journal of Oral Implantology. 1992;18(3):264-74.

4. Daniel Telles, Aloísio Borges Coelho. Próteses Sobreimplantes.com

5. Duyck J, Rønold HJ, Van Oosterwyck H, Naert I, Vander Sloten J, Ellingsen JE. The influence of static and dynamic loading on marginal bone reactions around osseointegrated implants: an animal experimental study. Clinical Oral Implants Research 2001 Jun;12(3):207-18.

6. Glantz PO, Nilner K. Biomechanical aspects of prosthetic implant-borne reconstructions. Periodontology 2000. 1998 Jun;17:119-24.

7. Glantz PO, Rangert B, Svensson A, Stafford GD, Arnvidarson B, Randow K, Lindén U, Hultén J. On clinical loading of osseointegrated implants. A methodological and clinical study. Clinical Oral Implants Research 1993 Jun;4(2):99-105.

8. Goiato MC, Tonella BP, Ribeiro Pdo P, Ferraço R, Pellizzer EP. Methods used for assessing stresses in buccomaxillary prostheses: photoelasticity, finite elementtechnique, and extensometry.The Journal of Craniofacial Surgery. 2009 Mar;20(2):561-4

9. Goiato MC, Pesqueira AA, Falcón-Antenucci RM, Dos Santos DM, Haddad MF, Bannwart LC, Moreno A. Stress distribution in implant-supported prosthesis with external and internal implant-abutmentconnections.Acta Odontologica Scandinavica. 2012 Apr 10.

10. Gunne J, Jemt T, Lindén B. Implant treatment in partially edentulous patients: a report on prostheses after 3 years. The International Journal of Prosthodontics. 1994 Mar-Apr;7(2):143-8.

11. HoshawSJ,BrunskiJB,CochranGVB (Susan J. Hoshaw, PhD/John B. Brunski, MS, PhD/George V.B. Cochran, MD,MScD). Mechanical loading of Branemark

implants affects interfacial bone modelling and remodeling. International Journal of Oral and Maxillofacial Implants1994; 9:345–60

12. Maeda Y, Sato T, Sogo M. In Vitro differences of stress concentrations for internal and external hex implant-abutment connections: a short communication. J Oral Rehabil 2006;33:7578

13. MAHLER DB, PEYTON FA. Photoelasticity as a research technique for analyzing stresses in dental structures. Journal of Dental Research. 1955 Dec;34(6):831-8.

14. Niznick, G. The implant abutment connection: The key to prosthetic success. Compendium 1991;12:932; 934-938

15. Pellizzer EP, Carli RI, Falcón-Antenucci RM, Verri FR, Goiato MC, Villa LM. Photoelastic analysis of stress distribution with different implant systems. The Journal of Oral Implantology. 2011 Dec 30.

16. Pellizzer EP, Falcón-Antenucci RM, de Carvalho PS, Sánchez DM, Rinaldi GA, de Aguirre CC, Goiato MC. Influence of implant angulation with different crowns on stress distribution. The Journal of Craniofacial Surgery. 2011 Mar;22(2):434-7.

17. Quirynen M, Naert I, van Steenberghe D. Fixture design and overload influence marginal bone loss and fixture success in the Brånemark system. Clinical Oral Implants Research 1992;3:104–11

18. Tonella BP, Pellizzer EP, Ferraço R, Falcón-Antenucci RM, Carvalho PS, Goiato MC. Photoelastic analysis of cemented or screwed implant-supported prostheses with different prosthetic connections. The Journal of Oral Implantology. 2011 Aug;37(4):401-10.

19. Tonella BP, Pellizzer EP, Falcón-Antenucci RM, Ferraço R, de Faria Almeida DA. Photoelastic analysis of biomechanical behavior of single and multiple fixed partial

prostheses with different prosthetic connections. The Journal of Craniofacial Surgery. 2011 Nov;22(6):2060

6. ANEXO 1

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

UNICAMP

CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que o aluno DIEGO MARQUES DA SILVA, RA 095677 esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO CARREGAMENTO EM DIFERENTES TIPOS DE IMPLANTES: REVISÃO DA LITERATURA EM ANÁLISE FOTOELÁSTICA no ano de 2012. Concordo com a submissão do trabalho apresentado à Comissão de Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na disciplina DS833 - Trabalho de Conclusão de Curso.
Piracicaba, 08 de outubro de 2012

PROF. DR. MÁRCIO DE MORAES