UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que a aluna Larissa Beraldes de Souza (RA:141664) esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "AVALIAÇÃO DE TENSÕES EM OVERDENTURES MANDIBULARES IMPLANTO-SUPORTADAS POR MEIO DE ANÁLISE EM FOTOELASTICIDADE" no ano de 2016.

Concordo com a submissão do trabalho apresentado à Comissão de Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na disciplina DS101 - Trabalho de Conclusão de Curso.

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

Piracicaba, 03 de Outubro de 2016.

Prof. Dr Rafael Leonardo Xediek Consani

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

LARISSA BERALDES DE SOUZA

AVALIAÇÃO DE TENSÕES EM OVERDENTURES MANDIBULARES IMPLANTO-SUPORTADAS POR MEIO DE ANÁLISE EM FOTOELASTICIDADE

Piracicaba
2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

LARISSA BERALDES DE SOUZA

AVALIAÇÃO DE TENSÕES EM OVERDENTURES MANDIBULARES IMPLANTO-SUPORTADAS POR MEIO DE ANÁLISE EM FOTOELASTICIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.

ORIENTADOR: PROF. DR. RAFAEL LEONARDO XEDIEK CONSANI

Piracicaba
2016

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

So89a

Souza, Larissa Beraldes de, 1994-
Avaliação de tensões em overdentures mandibulares implanto-suportadas por meio de análise em fotoelasticidade / Larissa Beraldes de Souza. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Rafael Leonardo Xediek Consani.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Fotoelasticidade. 2. Revestimento de dentadura. 3. Implantes dentários. I. Consani, Rafael Leonardo Xediek,1974-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, por estar comigo em todo tempo, por ter me dado coragem para viver essa jornada e por me mostrar que cada vez que penso que estou fraca, Ele me faz forte.

Aos meus pais, **Maria de Jesus** e **Ariovaldo**, por terem acreditado em mim mesmo quando eu mesma duvidava, por seu apoio e amor incondicional, por suas palavras de força e incentivo, por todo cuidado e afeto desde antes mesmo de poder me lembrar; sem vocês nada disso seria possível.

Ao meu irmão, **Bruno**, por sempre estar ao meu lado, sendo amigo e companheiro, me fazendo rir nos momentos mais tristes e por me trazer alegria todos os dias.

Aos meus **professores**, que compartilharam seus conhecimentos e suas experiências, durante esses anos.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Rafael Leonardo Xediek Consani**, por toda paciência e dedicação demonstradas e por ter me dado a oportunidade do estudo científico.

À **Unicamp** e à **Faculdade de Odontologia de Piracicaba**, por me proporcionarem um curso superior do mais alto nível, um ambiente de estudo agradável e por serem fonte das minhas melhores lembranças.

À todas as pessoas que participaram indiretamente da minha formação, torceram por mim, sofreram comigo e se alegraram com essa conquista.

RESUMO

Neste estudo foram avaliados três tipos de tratamentos para pacientes desdentados, sendo eles prótese total convencional (mucossuportada e mucorretida) e *ovendentures* suportadas por um ou dois implantes. Para a prótese total, foi utilizado o método convencional, sendo que essa prótese mandibular também serviu para confecção das *overdentures*, para estabelecer similar condição de oclusão em todas as próteses. As próteses dos diferentes métodos de tratamentos foram submetidas à análise fotoelástica para verificar as tensões induzidas pelos sistemas. Os resultados das tensões induzidas em cada tipo de tratamento foram comparados entre si para verificar a validade da utilização da *overdenture* suportada por um implante quando comparada às reabilitações convencional (mucossuportadas e mucorretidas) ou *overdenture* suportada por dois implantes. Foi possível concluir que as tensões induzidas nas *overdentures* com 1 implante colocado na linha média da mandíbula poderia ser prejudicial à osseointegração do implante, quando comparadas àquelas induzidas em *overdentures* confeccionadas com 2 implantes ou na prótese total mucossuportada-mucorretida.

Palavras-Chave: Fotoelasticidade, *overdentures*, implantes.

ABSTRACT

This study evaluated three types of treatment for edentulous patients, conventional prosthesis and ovendentures supported by one or two implants. For denture, the conventional method was used, and this mandibular prosthesis also served for the manufacture of overdentures to establish similar condition occlusion in all prosthesis. The prostheses of different methods of treatment were subjected to photoelastic analysis to check the stresses induced by the systems. The results of the voltages induced in each treatment were compared to verify the validity of the use of overdenture supported by an implant when compared with conventional rehabilitation or overdenture supported by two implants. It was concluded that the stresses induced in overdentures with 1 implant placed in the middle of the jaw line could be harmful to osseointegration of the implant, when compared to those induced in overdentures made with 2 implants or conventional denture.

Keywords: Photoelasticity, overdentures, implants.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7
2 REVISÃO DA LITERATURA 9
3 PROPOSIÇÃO 12
4 MATERIAIS E MÉTODOS 13
5 RESULTADOS 18
6 DISCUSSÃO 20
7 CONCLUSÃO 22
REFERÊNCIAS 23

1 INTRODUÇÃO

Por mais de um século o tratamento proposto para pacientes desdentados tem sido a reabilitação com próteses totais superiores e inferiores convencionais que se apoiam sobre os tecidos moles dos rebordos alveolares e não estão diretamente retidas por eles. Para esses pacientes, as próteses convencionais permitem reestabelecer de maneira satisfatória algumas funções básicas da cavidade bucal, tais como a fala e a mastigação, melhorando a estima e a convivência desses pacientes na sociedade. Entretanto, muitos pacientes apresentam dificuldades na utilização dessas próteses, particularmente as inferiores, devido a menor retenção oferecida pelo rebordo alveolar e o resultante desconforto que a menor estabilidade oferece (Telles *et al*., 2004). Estas dificuldades estão ligadas às características sociais e psicológicas, devido à deficiente retenção e estabilidade funcionais, situação que pode piorar ainda mais com a contínua reabsorção do rebordo alveolar com o passar do tempo (Friedman *et al*., 1987).

Como opção de tratamento com técnicas implantossuportadas, as *overdentures* têm sido amplamente utilizadas porque além de aumentar a retenção e estabilidade da prótese ainda reduzem a reabsorção óssea, auxiliam a manutenção da sensação proprioceptiva promovendo vantagens psicológicas para o paciente (Chen *et al*., 2002; Awad *et al*., 2003).

Nas últimas décadas, estudos clínicos sobre implantes mandibulares objetivando o uso das próteses inferiores foram realizados para determinar os benefícios que oferecem aos pacientes (Bergendal & Engquist, 1998; Burns, 2000; Fitzpatrick, 2006). Em 2002, esses estudos serviram de base para a Declaração de Consenso McGill, na qual foi sugerido que a *overdenture* retida por dois implantes deveria ser o tratamento de escolha para a mandíbula.

No entanto, outros estudos sugeriram que somente um implante seria suficiente para a retenção da *overdenture*, porque a taxa de sucesso foi similar quando comparada as *overdentures* apoiadas por vários implantes (Cordioli *et al*., 1997; Walton *et al.*, 2008; Wolfart *et al*., 2008).

A anatomia bucal de alguns pacientes desdentados por muitos anos não permite o tratamento com implante convencional quando se objetiva a retenção da prótese total maxilomandibular, porque apresenta significativa reabsorção do rebordo alveolar, o que diminui a altura e a largura do rebordo (Schneider & Synan, 2011).

Nesse enfoque, estudos clínicos mostraram resultados satisfatórios em longo prazo para aquelas *overdentures* suportadas com apenas um implante colocado na linha média da mandíbula (Cordioli *et al*., 1997; Krennmair & Ulm, 2001).

Por outro lado, alguns autores relataram taxas elevadas de falhas para *overdentures* retidas com um implante, quando foi utilizada carga imediata (Liddelow & Henry, 2010). Além disso, quando forças laterais de até 20 N são exercidas pela mastigação sobre o implante colocado na linha média podem gerar falha da osseointegração e conseqüente insucesso da *overdenture* no tratamento protético (Ogata *et al*., 1988; Rangert *et al.,* 1995; Duyck *et al.,* 2001).

Diante de todos estes fatos, vários métodos foram propostos com o intuito de avaliar o comportamento do osso nas regiões circunjacentes aos implantes. Dentre eles, a análise fotoelástica (Sadowsky *et al*., 2000; Ochiai *et al*., 2004; Cehreli *et al*., 2004; Fanuscu *et al*., 2004). Considerando que os componentes envolvidos na reabilitação protética apresentam propriedades biomecânicas distintas, a distribuição da tensão induzida nestes componentes no momento da aplicação de forças mastigatórias deve ser conhecida (Assif *et al*., 1996).

A técnica fotoelástica permite a exibição visual das tensões de determinado modelo com o auxílio de dispositivo chamado polariscópio. Dois tipos de franjas (tensão) são revelados com o polariscópio plano: os padrões coloridos (claros) que são as franjas isocromáticas, representantes da intensidade das tensões; e as linhas escuras, chamadas isoclínicas, sobrepostas às franjas coloridas, relacionadas à direção da tensão.

Para a aplicação na Odontologia, as principais informações requeridas são a localização e a intensidade das concentrações das tensões. Desta forma, pode-se estabelecer relação entre o modelo fotoelástico e as correspondentes situações das estruturas bucais, como por exemplo, o comportamento das estruturas de suporte adjacentes ao implante quando sob ação de tensões (Brodsky *et al*., 1975). Na técnica, a visualização das tensões internas de determinado objeto pode ser medida e fotografada, enquanto que em outros métodos são necessários gráficos e outros esquemas de distribuição de forças a partir de dados e modelos numéricos.

Com base nessas considerações, seria conveniente e oportuno comparar as tensões ocorridas em *overdenture*s retidas por um ou dois implantes submetidas às cargas oclusais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Fotoelasticidade

A técnica fotoelástica permite a exibição visual das tensões de determinado modelo com o auxílio de dispositivo chamado polariscópio. Dois tipos de franjas (tensão) são revelados com o polariscópio plano: os padrões coloridos (claros) que são as franjas isocromáticas, representantes da intensidade das tensões; e as linhas escuras, chamadas isoclínicas, sobrepostas às franjas coloridas, relacionadas à direção da tensão.

Brodsky *et al*., em 1975 alegaram que as principais informações requeridas para o uso da técnica fotoelástica na Odontologia são a localização e a intensidade das concentrações das tensõese assim pode-se estabelecer relação entre o modelo fotoelástico e as correspondentes situações das estruturas bucais, como por exemplo, o comportamento das estruturas de suporte adjacentes ao implante quando sob ação de tensões.

Sadowsky *et al*. (2000), Ochiai *et al*. (2004), Cehreli *et al*. (2004) e Fanuscu *et al*. (2004) utilizaram a técnica fotoelástica para comparar as características de transferência de carga de diferentes modelos de *overdentures*; Assif *et al*., em 1996 também utilizaram a técnica fotoelástica para mensuração de forças.

Haraldson (1980) utilizou modelos fotoelásticos em sua pesquisa para avaliar fatores biomecânicos que afetam a ancoragem dos implantes e os resultados têm relevância clínica para a prática de instalação e para o desenho da ponte de implantes bucais.

Próteses Convencionais

Buscando a reabilitação de pacientes desdentados totais, podemos abrir mão de diversos tipos de tratamentos, a fim de restabelecer funções e principalmente, a auto estima.

Segundo Telles *et al.* (2004), por muito tempo, acreditava-se que o único tratamento seriam próteses totais convencionais (mucorretidas e mucossuportadas), que apesar de ainda serem o tratamento mais utilizado, muitas vezes não promoviam grande adaptação aos pacientes. Muitos têm dificuldade em utilizar

próteses convencionais, principalmente inferiores, devido a menor retenção oferecida pelo rebordo alveolar e o resultante desconforto que a menor estabilidade oferece.

Friedman *et al.* (1987) alegaram que estas dificuldades estão ligadas às características sociais e psicológicas, devido à deficiente retenção e estabilidade funcionais, situação que pode piorar ainda mais com a contínua reabsorção do rebordo alveolar com o passar do tempo.

Próteses Implantossuportadas (Overdentures)

Chen *et al*. (2002) demonstraram que como outra opção de tratamento, temos as próteses implantossuportadas, também conhecidas como *overdentures*. Seus benefícios são aumentar a retenção e estabilidade da prótese e ainda reduzir a reabsorção óssea, e auxiliar a manutenção da sensação proprioceptiva promovendo vantagens psicológicas para o paciente.

Awad *et al*. (2003) comprovaram que *overdentures* mandibulares suportadas por dois implantes, combinada com prótese total convencional superior, promove melhor função e relativa saúde bucal, do que as próteses totais convencionais duplas.

Apesar de não ser a principal indicação, *overdentures* também podem ser suportadas por apenas um implante em linha média da mandíbula. Muitos pacientes não possuem condições adequadas para a instalação de próteses implantossuportadas por mais de um implante, e apesar de concentrar mais tensão que as *overdentures* suportadas por dois implantes. Cordioli (1997) demonstrou em um estudo prospectivo de cinco anos, que tal tratamento ainda pode ser uma opção de para pacientes edêntulos.

Bergendal & Engquist (1998) avaliaram em um estudo a função e o prognóstico à longo prazo de overdentures retidas por um pequeno número de implantes na maxila e na mandíbula, utilizando um dos dois sistemas de fixação diferentes, e perceberam que as taxas de sobrevivência de implantes após 7 anos eram 75,4% na maxila e 100% na mandíbula. Não houve diferença na taxa de sobrevivência do implante entre os sistemas de fixação.

Burns (2000) e Fitzpatrick (2006) constataram através de revisões da literatura que não há nenhuma evidência de uma única modalidade de tratamento,

universalmente superior para a mandíbula desdentada. E que estudos à longo prazo são necessários para continuar a explorar as diferenças adaptação do paciente para cada intervenção de tratamento para a mandíbula desdentada.

Walton *et al.* (2008) afirmaram, baseado em estudo avaliando a incidência de fraturas de base de prótese, que não houve grande diferença entre *overdentures* retidas por um implante e overdentures retidas por dois implantes. Quando as fraturas ocorreram, elas tendiam a ser em áreas adjacentes aos implantes.

Wolfart *et al*. (2008) e Schneider & Synan (2011) também alegaram que *overdentures* suportadas por um implante podem estabilizar a prótese e melhorar a qualidade de vida e da saúde bucal, de pacientes com meios financeiros e terapêuticos limitados. Mas mesmo assim, ainda assumem que é necessário mais estudos clínicos para comprovar a eficácia desse tipo de tratamento.

Krennmair & Ulm, (2001) também indicaram que a reabilitação bucal por próteses totais inferiores ancorados em um único implante pode ser considerada alternativa terapêutica econômica para prótese total mandibular convencional para pacientes muito idosos (octogenários).

Liddelow & Henry (2010) por outro lado, relataram taxas elevadas de falhas para *overdentures* retidas com um implante, quando foi utilizada carga imediata.

Rangert *et al.* (1995); Ogata *et al*. (1988) e Duyck *et al.(*2001) também comprovaram, que quando forças laterais de até 20 N são exercidas pela mastigação sobre o implante colocado na linha média podem ocorrer falhas na osseointegração e conseqüente insucesso da *overdenture* no tratamento protético.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo nesta pesquisa foi avaliar por meio de fotoelasticidade as tensões induzidas em *overdenture* mandibular suportada por um ou dois implantes tendo como controle a prótese convencional mucorretida, quando submetidas à carga axial promovida pela prótese total superior convencional, em oclusão.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa avaliou as tensões induzidas em prótese do tipo *overdentures* retida por um implante em região média da mandíbula, comparando esse tratamento com os tratamentos convencionais para pacientes edêntulos, ou seja, prótese total mucossuportada-mucorretida e a *overdenture* suportada por dois implantes. A prótese convencional mucorretida seguiu os padrões de confecção tradicional. Os modelos no qual foram confeccionadas as *overdentures* têm implantes hexágono externo com conexão *o'ring*. Os modelos foram submetidos à carga axial promovida por prótese total superior convencional, em oclusão, com intensidade de carga de 30 kgf. Foram confeccionadas uma prótese total superior convencional mucossuportada e três próteses do tipo protocolo mandibular (convencional, 1 implante e 2 implantes) com resina acrílica QC-20 (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brazil).

Todos os implantes têm superfície de 4,1 mm de diâmetro por 10 mm de comprimento. Os sistemas anexos têm diâmetros e comprimentos de 3,85 mm. Foram confeccionados três modelos bidimensionais mandibulares em gesso tipo IV (Durone IV, Dentsply), a partir de um modelo anatômico inicial obtido de manequim edêntulo. Foi confeccionada uma prótese total convencional, dando origem a duas próteses mandibulares tipo *overdenture*. Foram confeccionadas bases de prova em resina acrílica quimicamente ativada (Vipi Flash, Vipi, Pirassununga, SP, Brasil) e planos de orientação em cera, para que as arcadas fossem relacionadas entre si em articulador semi-ajustável (A7 Plus, Bioart, São Carlos, SP, Brasil). Foi utilizado o plano de Camper para montagem do modelo superior em articulador, com as guias nas respectivas médias (ângulo de Bennett em 15 graus, guia condilar em 30 graus e pino incisal em zero).

Após a montagem dos modelos em articulador, os dentes artificiais (Vivodent PE e Orthosit PE, Ivoclar Vivadent, Barueri, SP, Brasil) foram montados nos planos de orientação com as arcadas relacionadas entre si no articulador semi-ajustável. Foram instalados análogos dos implantes ao invés das fixações originais por não se tratar ainda do modelo definitivo de resina fotoelástica. Sobre os três modelos mandibulares em gesso especial (sem implante, com um análogo e com dois análogos de implantes) foram feitas moldagens para obtenção de três moldes em silicone industrial. Nesses moldes foi vertida a resina fotoelástica.

A resina fotoelástica utilizada foi a Araldite (Huntsman, São Paulo) que possui dois líquidos: Gy-279 BR modificado, com fluido reativo de baixa até média viscosidade, formulado à base de bisfenol A e o endurecedor HY 2964 à base de amina cicloalifática modificada, de baixa viscosidade, o que permite melhor aplicação e manipulação. A polimerização ocorre à temperatura ambiente, possibilitando a confecção de modelos de plástico fotoelástico transparente, de alto brilho e sem exsudação. A quantidade do material necessária foi previamente calculada com o tamanho do modelo a ser confeccionado, sendo utilizados 25 mL de resina para cada modelo. A proporção da mistura recomendada foi de 100 partes de GY279 para 48 partes de HY2964.

A manipulação da resina foi realizada em Becker depois de proporcionada com proveta para dosagem. Após o vazamento, o molde foi armazenado em recipiente fechado para proteger o material contra impurezas em suspensão durante o período de polimerização de 72 horas, conforme recomendação do fabricante. Assim, foram obtidos três modelos fotoelásticos, permitindo a quantificação das tensões em cada implante e no rebordo alveolar, tornando possível comparar entre si os diferentes modelos.

Mensuração das Tensões

A análise fotoelástica utilizada para este experimento foi a quasitridimensional, realizada com polariscópio circular acoplado à máquina filmadora digital FD-717 (Sony. Orange, CA, USA) que permite visualizar o desenvolvimento das franjas e registrar as imagens em fotografias digitais. As tensões fotoelásticas foram analisadas e comparadas, sendo possível identificar a magnitude das tensões, bem como registrar a proximidade das franjas uma das outras, para avaliar a concentração das tensões.

Carregamento dos modelos em polariscópio circular

Considerando um modelo genérico posicionado no polariscópio circular e sujeito a carregamentos. De forma análoga, o modelo fotoelástico funciona como um retardador de onda com a característica de que os eixos ópticos do modelo coincidem com as direções das tensões principais devido ao efeito de birrefrigência.

A configuração do polariscópio mostrada é de campo escuro, ou seja, filtros polarizadores e analisadores com eixos cruzados e retardadores de onda com seus eixos cruzados e posicionados a 45 graus em relação ao eixo do polarizador. Nessa configuração tem-se luz polarizada circular e se o modelo for posicionado sem carga nenhuma intensidade de luz é observada na saída do analisador.

Quando o modelo é carregado no polariscópio circular a intensidade luminosa é apenas função da retardação relativa, ou seja, as únicas formas de franjas presente no modelo são as isocromáticas.

Esta configuração é importante para avaliar com maior facilidade o gradiente de tensões ao longo do modelo, considerando que não haverá superposição de franjas isoclínicas. Este procedimento é usual quando se usa a técnica fotoelástica, porque utilizando luz polarizada plana existe dificuldade de avaliar a ordem de franja nos modelos, principalmente, se for utilizada luz monocromática, pois todas as franjas serão negras ou claras. Neste caso, ajustando-se os retardadores de onda em 45 graus com relação aos eixos de polarização obtém-se luz polarizada circular e elimina-se as isoclínicas. A configuração com luz polarizada plana só é utilizada quando se deseja determinar a direção das tensões principais ou aplicar algum método de separação de tensões.

Parâmetros fotoelásticos

Conforme definido anteriormente, a interferência causada pela diferença de fase entre os feixes de luz propagando nas duas direções principais e o ângulo entre as direções principais e os eixos de polarização do polariscópio dão origem a dois parâmetros fotoelásticos que podem ser medidos, sendo conhecidos como isoclínicas e isocromáticas.

A técnica fotoelástica pode utilizar luz monocromática ou luz branca. Utilizando luz monocromática os efeitos ópticos observados, ou seja, as franjas são pretas ou claras. Neste caso, o modelo observado no polariscópio plano possui as isoclínicas superpostas às isocromáticas tornando difícil a análise do modelo. O uso da luz branca resolve este problema porque as franjas observadas são coloridas. No caso particular, a franja de ordem zero é de cor preta, facilitando portanto a observação e determinação do gradiente de tensões no modelo.

Determinação das franjas isocromáticas

As isocromáticas podem ser definidas como sendo o lugar geométrico dos pontos que apresentam o mesmo valor para a diferença entre as tensões principais. Este parâmetro é mais facilmente identificado no polariscópio circular, que tem a propriedade de eliminar o parâmetro das isoclínicas. Se a fonte de luz utilizada for monocromática (somente um comprimento de onda), as isocromáticas se apresentam como faixas escuras (sem luz). Quando a fonte de luz é branca, as isocromáticas são formadas por faixas luminosas de diferentes colorações dependendo da ordem de franja. As ordens de franja em um ponto do modelo podem ser determinadas de duas formas, ou fotografando ou traçando em papel as ordens de franjas inteiras que correspondem a fases múltiplas do comprimento de onda da luz utilizada.

Geralmente, para determinar a ordem de franja de pontos fora das franjas de ordem inteira faz-se uma interpolação ou extrapolação das isocromáticas. Este procedimento só é aconselhável quando não se necessita de medidas exatas ou o número de franjas é muito grande.

A diferença das tensões principais ($\sigma 1 - \sigma 2$) é determinada pela Lei óptica das tensões em qualquer modelo fotoelástico.

Forma de Análise dos Resultados

A análise fotoelástica apresenta aplicação devidamente consagrada na Odontologia, permitindo a visualização direta das tensões geradas sobre a estrutura, simulando o que ocorre com o dente e o periodonto, quando tensões são aplicadas às estruturas protéticas. A exibição das tensões internas do modelo avaliado será analisada visualmente e fotografada. Assim, a fotoelasticidade permitirá analisar a passividade de estruturas protéticas por meio das tensões formadas no modelo fotoelástico quando as estruturas forem parafusadas sobre os modelos ou quando a carga for aplicada (Waskewichz *et al*., 1994; Nissan *et al*., 2001; Ueda *et al*., 2004; Damaceno, 2005).

A técnica utilizada neste estudo foi para determinar a ordem das franjas pelo método qualitativo onde se utiliza registros fotográficos das amostras para verificação da ordem de franja (N) e da direção de propagação das tensões:

- Quanto maior for o N, maior será a magnitude das tensões;

- Quanto mais próximas as franjas forem uma das outras, maior a concentração das tensões.

No caso da luz branca, o espectro observado no analisador, apresentará colorações típicas para as ordens das franjas:

- Franja de ordem N = 0 (preta);
- Franja de ordem N = 1 (transição Vermelho/Azul);
- Franja de ordem N = 2 (transição Vermelho/Verde).

A partir deste ponto todas as franjas de ordens inteiras (N) foram determinadas pela transição: Vermelho/Verde. A figura abaixo apresenta as colorações típicas observadas na análise fotoelástica por meio de luz branca, que foi utilizada neste estudo (Figura 1).

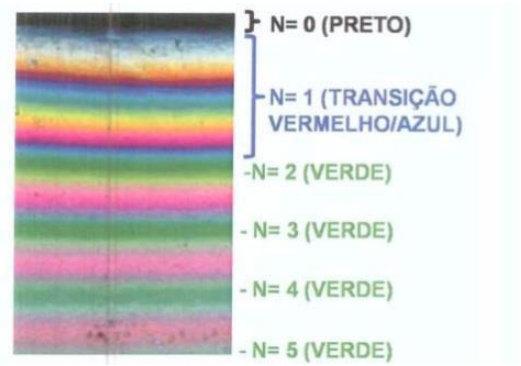

Figura 1- Colorações observadas em análise fotoelástica por meio da luz branca.

Em seguida, as imagens coletadas foram avaliadas com o auxílio do *software* Adobe Photoshop 7.0, como intuito de facilitar a visualização, compreensão e interpretação tanto da localização como da intensidade e concentração das tensões distribuídas ao redor dos implantes. As fotografias foram utilizadas com o intuito de registrar a visualização dos resultados obtidos.

5 RESULTADOS

Figura 2: Prótese total convencional carregada por oclusal com 30 kgf.

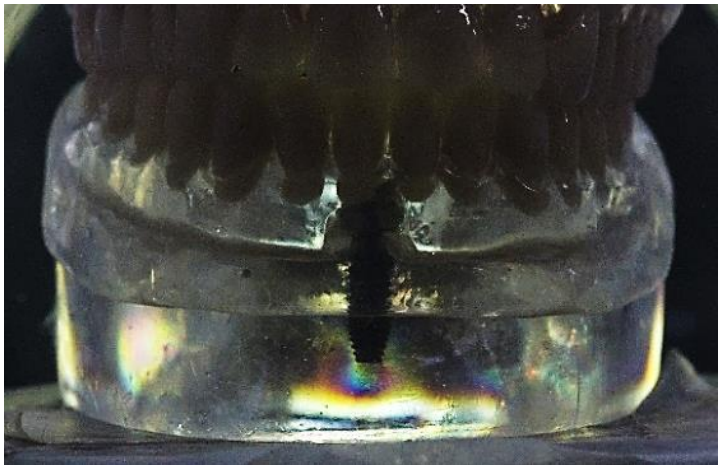

Figura 3: *Overdenture* suportada por 1 implante carregada por oclusal com 30 kgf.

Figura 4: *Overdenture* suportada por 2 implantes carregada por oclusal com 30 kgf.

Os três tipos de prótese avaliadas (convencional, retida por um e por dois implantes) foram submetidas a um carregamento oclusal de 30 kgf. Os resultados obtidos foram os seguintes:

A prótese total convencional apresentou uma quantidade de tensão em todo osso mandibular, as franjas, apesar de mais intensas na região central, foram dissipadas de maneira equilibrada por todo rebordo, de maneira saudável.

A *overdenture* suportada por um implante apresentou uma grande quantidade de tensão, inteiramente localizada no ápice do implante (franjas coloridas bem intensas e concentradas), o que indica uma sobrecarga muito grande, do mesmo. Sendo esse o cenário menos ideal, dos três tipos de prótese avaliados.

A *overdenture* suportada por dois implantes, por sua vez, também apresentou tensão nos ápices dos implantes, mas por serem dois implantes (paralelos entre si), houve dissipação equilibrada das forças oclusais (franjas mais claras e menos concentradas), não sobrecarregando muito os implantes e nem o rebordo.

Dos três resultados, a prótese convencional e a *overdenture* suportada por dois implantes ainda são os tratamentos mais indicados, por apresentarem resultados parecidos (levando em consideração a dissipação das forças, não o potencial de retenção e estabilidade para o paciente).

6 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo permitiram analisar o comportamento das tensões induzidas pelas *overdentures* suportadas por 1 implante em comparação aos métodos convencionais. O comportamento biomecânico da prótese ocorre quando ela é submetida à ação de cargas oclusais, em máxima intercuspidação. O método fotoelástico possibilita a visualização conjunta das tensões internas concentradas nos modelos, podendo ser medidas e fotografadas, enquanto que em outros métodos analíticos são necessários gráficos e esquemas de distribuição de forças, construídos a partir de dados numéricos. Esta metodologia foi aplicada pela primeira vez com implantes osseointegrados por Haraldson (1980). O autor encontrou diferenças na qualidade das ordens de franjas de acordo com o modo que o implante se encontrava imerso no material e também quando testou implantes com e sem roscas, demonstrando a importância da arquitetura dos implantes para a transferência de pressão ao osso adjacente. A fotoelasticidade possui algumas limitações, como a de ser uma técnica indireta, exigindo reprodução acurada da estrutura original que se queira estudar.

A prática clínica pressupõe que no aumento do número de implantes, a tensão será amplamente distribuída. Isto baseia-se no pressuposto de que, quando a adição de mais implantes para ancoragem e suporte, a força suportada por cada implante diminuiria, resultando numa diminuição de tensão no osso. Isso tornou-se visível nos resultados deste estudo, quando as imagens das *overdentures* com 1 ou 2 implantes mostraram diferenças na quantidade e distribuição das tensões.

Apesar da maior extensão da carga exercida no modelo com 2 implantes, as franjas se mostraram com menor intensidade e melhor distribuídas. Na *overdenture* com um implante, a maior parte da força aplicada foi na área da mucosa. A *overdenture* com 2 implantes apresentou ligeiro aumento na quantidade de tensão quando comparada aos outros métodos. Este fato pode ser explicado pelo aumento do número de implantes, onde maior quantidade de força foi compartilhada pelos implantes, enquanto menor carga ocorreu na mucosa, resultando em aumento da tensão ao redor dos implantes.

Na Figura 3 as tensões concentraram-se predominantemente no ápice do implante, podendo ocasionar falha na osseointegração com o passar do tempo.

Estudos clínicos sugerem que a *overdenture* com 1 implante é um tratamento viável para pacientes desdentados (Cordioli *et al*., 1997; Krennmair & Ulm, 2001; Wolfart *et al*.,2008); porém, os resultados do corrente estudo mostraram que a colocação de 2 implantes, quando possível, deve ser ainda a primeira escolha.

Por outro lado, quando não existe osso suficiente para colocação de 2 implantes mandibulares, os resultados mostraram que neste caso a utilização da prótese total convencional pode ser opção mais adequada do que a *overdenture* com 1 implante, pela melhor distribuição e maior absorção de tensões pela mucosa.

Porém, estes resultados não permitem avaliar clinicamente se ocorre aumento da retenção da prótese suportada com 2 implantes, o que sugere a necessidade de mais estudos para se definir a viabilidade da utilização desses métodos de tratamentos.

7 CONCLUSÃO

Foi possível concluir que a utilização de *overdentures* com 1 implante na linha média da mandíbula pode ser prejudicial à manutenção da osseointegração do implante. Neste caso, seria mais viável a utilização dos métodos convencionais (*overdenture* com 2 implantes ou prótese total mucossuportada-mucorretida).

REFERÊNCIAS

1. Assif D, Marshak B, Horowitz A. Analysis of load transfer and stress distributio n by an implant-supported fixed partial denture. J Prosthet dent 1996; 75(3):285-91.
2. Awad MA, Lund JP, Shapiro SH, Locker D, Klemetti E, Chehade A, Savard A, Feine JS. Oral health status and treatment satisfaction with mandibular implant overdent ures and conventional dentures: a randomized clinical trial in a senior population. Int J Prosthodont 2003;16(4):390-6.
3. Bastos PL. Analise fotoelástica das distribuições das tensões em próteses totais fixas implantossuportadas. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Unicamp. Piracicaba, SP. 2005.
4. Bergendal T, Engquist B. Implant-supported overdentures: a longitudinal prospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 1998;13(2):253-62.
5. Brodsky JF, Caputo AA, Furstman LL. Root tipping: a photoelastichistopathologic correlation. Am J Orthod 1975; 67(1):1-10.
6. Burns DR. Mandibular implant overdenture treatment: consensus and controversy. J Prosthodont 2000; 9(1):37-46. Review.
7. Cehreli M, Duyck J, De Coomam M, Puers R, Naert I. lmplant design and interface force transfer. A photoelastic and strain -gauge analysis. Clin Oral lmplant 2004; 2:249-57.
8. Chen L, Xie Q, Feng H, Lin Y, Li J. The masticatory efficiency of mandibular implant-supported overdentures as compared with tooth-supported overdentures and complete dentures. J Oral Implantol 2002; 28(5):238-43.
9. Cordioli G, Majzoub Z, Castagna S. Mandibular overdentures anchored to single implants: a five-year prospective study. J Prosthet Dent. 1997; 78(2):159-65.
10. 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 aroun d osseointegrated implants: an animal experimental study. Clin Oral Implants Res 2001;12(3):207-18.
11. Fanuscu MI, Caputo AA. Influence of attachment systems on load transfer of an implant-assisted maxillary overdenture. J Prosthodont 2004;13(4):21420.
12. Fitzpatrick B. Standard of care for the edentulous mandible: a systematic review. J Prosthet Dent 2006; 95(1):71-8. Review.
13. Gonda T, Maeda Y, Walton JN, MacEntee MI. Fracture incidence in mandibular overdentures retained by one or two implants. J Prosthet Dent. 2010;103(3):178-81.
14. Haraldson T. A photoelastic study of some biomechanical factors affecting the anchorage of osseointegrated implants in the jaw. Scand J Plast Reconstr Surg 1980;14(3): 209-14.

15. Krennmair G, Ulm C. The symphyseal single-tooth implant for anchorage of a mandibular complete denture in geriatric patients: a clinical report. Int J Oral Maxillofac Implants 2001;16(1):98-104.
16. Liddelow G, Henry P. The immediately loaded single implant-retained mandibular overdenture: a 36-month prospective study. Int J Prosthodont 2010; 23(1):13-21.
17. Ochiai KT, Williams BH, Hojo S, Nishimura R, Caputo AA. Photoelastic analysis of the effect of palatal support on various implant-supported overdenture designs. J Prosthet Dent 2004; 91:421-7.
18. Ogata K, Nishigawa G, Aoki T, Maeda Y, Okuno Y. Lateral forces exerted on the abutment tooth of complete mandibular overdentures. J Oral Rehabil 1988;15(5):429-38.
19. Rangert B, Gunne J, Glantz PO, Svensson A. Vertical load distribution on a three-unit prosthesis supported by a natural tooth and a single Brånemark implant. An in vivo study. Clin Oral Implants Res 1995; 6(1):40-6.
20. Sadowsky SJ, Caputo AA. Effect of anchorage systems and extension base contact on load transfer with mandibular implant-retained overdentures. J Prosthet Dent 2000; 84(3):327-34.
21. Schneider GB, Synan WJ. Use of a single implant to retain a mandibular complete overdenture on the compromised atrophic alveolar ridge: a case report. Spec Care Dentist 2011; 31(4):138-42.
22. Waskewicz GA, Ostrowski JS, Parks VJ. Photoelastic analysis of stress distribuition transmitted from a fixed prosthe sis attached to osseointegrated implant. lnt J Oral Maxillofac Implants 1994; 9(4):405-411.
23. Wise M. Fit of implant-supported fixed prostheses fabricated on master 2001; 86:532-8.
24. Wolfart S, Braasch K, Brunzel S, Kern M. The central single implant in the edentulous mandible: improvement of function and quality of life.A report of 2 cases. Quintessence Int 2008; 39(7):541-8.

UNICAMP

Sistema Institucional de Bolsas
de Iniciação Científica da UNICAMP
Parecer sobre Relatório Final de Atividades
Quota 01 de agosto de 2013 a 31 de julho de 2014

Bolsista: LARISSA BERALDES DE SOUZA - **RA:** 141664
Orientador: RAFAEL LEONARDO XEDIEK CONSANI - **Matrícula:** 288627

Título do Projeto:
AVALIAÇÃO DE TENSÕES EM OVERDENTURES MANDIBULARES IMPLANTO-SUPORTADAS POR MEIO DE ANÁLISE EM FOTOELASTICIDADE

Parecer do Assesor sobre o Relatório Final:
A aluna finalizou seu projeto de pesquisa de modo satisfatório, cumprindo as atividades propostas no cronograma inicial. Seu desempenho acadêmico manteve-se muito bom, acima da média de sua turma. Assim, entendo que as atividades propostas foram cumpridas adequadamente.

Conclusão do Parecer do Assessor sobre o Relatório Final:
Aprovar (**SIM**)
Reformular (**NÃO**)
Rejeitar (**NÃO**)