

JOSÉ VITOR QUINELLI MAZARO

**AVALIAÇÃO FOTOELÁSTICA DE OVERDENTURES
MANDIBULARES SOBRE IMPLANTES COM TRÊS DIFERENTES
SISTEMAS DE RETENÇÃO E PRÓTESE PROTOCOLO DE
BRANEMARK.**



**Araçatuba - SP
2009**

JOSÉ VITOR QUINELLI MAZARO

**AVALIAÇÃO FOTOELÁSTICA DE OVERDENTURES MANDIBULARES
SOBRE IMPLANTES COM TRÊS DIFERENTES SISTEMAS DE
RETENÇÃO E PRÓTESE PROTOCOLO DE BRANEMARK.**

Tese apresentada à
Faculdade de Odontologia do Câmpus de
Araçatuba – Unesp, para a obtenção do Grau
de “Doutor em Odontologia” –
Área de Concentração Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Titular Humberto Gennari Filho

**Araçatuba – SP
2009**

M475a Mazaro, José Vitor Quinelli
Avaliação fotoelástica de overdentures mandibulares sobre implantes com três diferentes sistemas de retenção e prótese protocolo de Branemark / José Vitor Quinelli Mazaro. – Araçatuba : [s.n.], 2009
52 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia, Araçatuba, 2009
Orientador: Prof. Humberto Gennari Filho

1. Implantes dentários 2. Prótese dentária fixada por implante
3. Análise do estresse dentário

Black D3
CDD 617.601

Dedicatória

À minha esposa *Luciane Streicher Mazaro*,
por entender minha ausência,
por compreender meu cansaço,
por vibrar com minha vitória.

Aos meus pais, *Nelson Mazaro e Delza Quinelli Mazaro*,
exemplos de dedicação e amor que sempre guardo comigo,
e com simplicidade e honestidade tudo fizeram pela minha
formação moral e profissional.

Ao meu irmão *Rodrigo Quinelli Mazaro* e novos familiares,
Cláudio Streicher, Rute Aparecida Streicher,
Simone Streicher e Juliano Bueno de Oliveira,
pelo companherismo, cumplicidade e
grande amizade.

Agradecimentos Especiais

Agradecer é a sublime forma de se submeter, com humildade

a todos aqueles que nos engrandecem

com sua solidariedade e seu apoio.

Agradecer é reconciliar, é amar, é saber devolver

àqueles que tanto nos serviram o melhor

que ficou em nós. Por isso...

...minha eterna gratidão...

...mais uma vez...

...ao meu orientador e querido padrinho *Prof. Titular Humberto*

Gennari Filho, sempre presente em todos os momentos de maior

dificuldade, agradeço pela oportunidade de trabalhar ao seu lado,

pela confiança depositada em mim, pela orientação séria e

criteriosa, e pelo grande exemplo de qualidade de trabalho e

dedicação à docência.

Agradecimentos

Ao [Prof. Dr. Eduardo Piza Pellizzer](#) pela rica convivência e constante incentivo, tanto moral como profissional, além do auxílio à confecção deste trabalho.

À [Prof. Maria Cristina, Renato Ferraço e Eduardo Vedovatto](#), pelo auxílio técnico-científico para confecção deste trabalho e pela amizade.

À [Prof. Dra. Adriana Cristina Zavanelli](#) por ter acreditado em mim desde os primórdios da Graduação, guiando-me para o crescimento profissional.

Ao [Prof. Dr. Fellippo Ramos Verri](#), pela eterna amizade e grande sabedoria com que sempre me auxiliou.

À Faculdade de Odontologia do Câmpus de Araçatuba -
UNESP, nas pessoas do seu Diretor Prof. Titular Pedro Felício
Estrada Bernabé e Vice-Diretor Prof^a. Adjunta Ana Maria Pires
Soubhia por proporcionar a realização desta pesquisa.

Aos Docentes e Funcionários do Departamento de
Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia
de Araçatuba - UNESP, onde realizei meu trabalho de pesquisa,
pela gentileza com que sempre me atenderam.

Epígrafe

*“O valor das coisas
não está no tempo que elas duram,
mas na intensidade com que acontecem.
Por isso existem momentos inesquecíveis,
coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.”*

(Fernando Pessoa)

Mazaro JVQ. Avaliação fotoelástica de overdentures mandibulares sobre implantes com três diferentes sistemas de retenção e prótese protocolo de Branemark. [Tese]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista; 2008.

RESUMO

Objetivo: O propósito deste estudo foi avaliar o padrão de tensão produzido por overdentures implanto-retidas com 3 diferentes sistemas de retenção e prótese fixa tipo protocolo de Branemark, através do método da fotoelasticidade.

Método: O modelo mandibular foi confeccionado em resina fotoelástica PL-2 contendo 4 implantes 3.75x10mm, posicionados na área interforaminal. Foram avaliadas 4 situações clínicas: A- Overdenture com 3 *attachments clip* sobre barra; B- Overdenture com 2 *attachments Era* em cantilever aos últimos implantes e 1 *clip* anterior; C- Overdenture com 3 *attachments O'ring* sobre barra e D- Prótese total fixa tipo protocolo de Branemark. Forças oclusais verticais de 100N foram aplicadas entre os incisivos centrais e unilateralmente nos segundos premolares direito e esquerdo e segundos molares direito e esquerdo para todos os sistemas. Na prótese protocolo foram aplicadas cargas verticais nos primeiros molares a fim de permitir análise da extensão do cantilever. As tensões desenvolvidas nas estruturas de suporte foram monitoradas fotoelasticamente e registradas fotograficamente.

Resultados: No carregamento anterior, houve alta concentração de stress nos implantes medianos na situação A, principalmente na região apical. O

carregamento no premolar gerou alto stress no implante ipsilateral à aplicação da carga com maior intensidade para a prótese protocolo e situação A. No carregamento do molar, a overdenture com 3 *o'ring* distribuiu o stress de forma mais uniforme sobre o rebordo alveolar, com menor sobrecarga ao implante distal. O aumento do cantilever na prótese protocolo causou grande stress ao último implante e tração no implante mediano. Todas as situações avaliadas demonstraram baixa transferência de stress ao nível do pescoço dos implantes contralaterais à aplicação da carga.

Conclusão: As forças verticais aplicadas na overdenture com 3 *clip* e prótese protocolo geraram um imediato padrão de stress de grande concentração e magnitude sobre o implante ipsilateral enquanto que o sistema de retenção *o'ring* transferiu mínimo stress aos implantes. A implicação clínica do aumento do cantilever na prótese protocolo é significativamente negativa à longevidade do último implante.

PALAVRAS-CHAVE: Implantes dentários, Prótese Dentária Fixada por Implante , Análise do Estresse Dentário.

Mazaro JVQ. Photoelastic evaluation of mandibular implant overdentures with three different attachment systems and fixed implant prosthesis. [Thesis]. Araçatuba: UNESP – Sao Paulo State University; 2008.

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to evaluate of stress patterns produced by mandibular implant overdentures with three different attachment systems and fixed implant prosthesis, through the photoelastic method.

Method: A mandibular model was fabricated PL-2 photoelastic resin having 4 screw-type implants (3.75×10 mm) embedded in the parasymphiseal area. Four clinical situations were evaluated: A - Overdenture with 3 plastic Hader clips on bar; B - Overdenture with 2 ERA attachment was in cantilever to the terminal implant and 1 anterior Hader clip; C - Overdenture with 3 ball/O-ring attachment on bar and D - implant-supported fixed partial denture (FPD). Vertical occlusal forces from 100 N were applied between of central incisor and unilaterally to the right and left second premolars and second molars for all the designs. In FPD were applied vertical loads in the first molars in order to allow analysis of the cantilever extension. Stresses that developed in the supporting structure were monitored photoelastically and recorded photographically.

Results: Anterior loading, there was high stress concentration in medium implant in the situation A, mainly apical area. The premolar loading generated high stress

to the ipsilateral implants with larger intensity from the FPD and situation A. The molar loading, the overdenture with 3 ball/O-ring attachment away the caused more uniform stress distribution in the posterior edentulous ridge with less overload in the terminal implant. The FPD cantilever increase caused high stress to the terminal implant and traction to the medium implant. All the situations demonstrated a low stress transfer at the level of the contralateral implants neck.

Conclusion: Vertical forces applied to the bar-clip overdenture and FPD created immediate stress patterns of greater magnitude and concentration on ipsilateral implants while the ball/O-ring attachments transferred minimal stress to implants. The clinical implication of the FPD cantilever increase is significantly negative to the terminal implant longevity.

KEY WORDS: Dental Implants, Implant-Supported Dental Prosthesis, Dental Stress Analysis.

Lista de Figuras

Figura 1 – Modelo fotoelástico da situação A (a), situação B (b), situação C (c) e situação D (d).....	22
Figura 2 – Seta indicando grande concentração de tensão no ápice do implante mediano na situação A.....	25
Figura 3 – Tensão gerada na porção distal do último implante no carregamento anterior, com maior intensidade na situação A.....	25
Figura 4 – Vista frontal mostrando grande concentração de tensão no ápice do implante na situação D (prótese protocolo).....	26
Figura 5 – Tensão ao redor dos implantes ipsilaterais à aplicação da carga na prótese com 3 <i>clip</i> (situação A).....	26
Figura 6 – Atenuação das tensões ao redor dos implantes com a utilização do sistema de retenção <i>o’ring</i> (situação C).....	26
Figura 7 – Setas evidenciando grande <i>stress</i> no pescoço e ápice do último implante com aplicação de carga no segundo molar da prótese protocolo.....	27
Figura 8 – Menor tensão nos implantes e maior dissipação das tensões no rebordo alveolar com aplicação de carga no segundo molar da overdenture com 3 <i>o’ring</i>	28
Figura 9 – Tensão no ápice do implante mediano ipsilateral à aplicação da carga na situação D.....	28

Figura 10 – Situação D - maiores tensões ao redor do último implante quando a carga foi aplicada no segundo molar (b) comparado à aplicação no primeiro molar (a).....28

Sumário

Introdução	15
Proposição	18
Material e Método	19
Resultado	24
Discussão	29
Conclusão	32
Referências	33
Anexos	37

INTRODUÇÃO

Os inúmeros esforços da classe odontológica fazem-se, recentemente, grandes aliados na recuperação da qualidade de vida das pessoas, sendo que, o indivíduo estando capaz de se alimentar e relacionar-se socialmente, segue salutarmente, fisiologicamente e psicologicamente. Assim, no campo da reabilitação oral, tudo o que é feito de modo a melhorar esses requisitos comentados anteriormente, faz-se de bom grado à saúde das pessoas. As *overdentures*, ou sobredentaduras, apesar da idéia original de diminuir a reabsorção óssea fisiológica do processo alveolar através da manutenção de raízes,¹ tem tido um grande papel no intuito de propiciar mecanismos retentivos às próteses removíveis totais ou parciais. Sendo assim, têm significativamente ganhado popularidade como um tratamento alternativo às próteses totais convencionais, quando, logicamente o paciente apresentar condições satisfatórias para a manutenção de raízes remanescentes. Deste modo, embora os sistemas retentivos tenham sido desenvolvidos com êxito, no contexto de sobredentaduras retidas por raízes, uma alternativa de tratamento, e que certamente modificou os conceitos de reabilitação oral foi a introdução segura dos implantes osseointegrados. Embora, inicialmente, a idéia dos implantes tenha sido favorecer as próteses removíveis, o planejamento e tratamento com prótese fixa sobre implantes depara-se com limitações fisiológicas, econômicas e até mesmo culturais do paciente. Assim, a indicação de uma sobredentadura implanto-retida, se faz, principalmente, quando o paciente deseja ou necessita de melhora na retenção de sua prótese, principalmente nos casos de reabsorção óssea mandibular

severa, em que o paciente não apresenta condições mínimas para a instalação de uma prótese convencional.²

Apesar dos significativos avanços realizados no estudo das reabilitações com implantes, existem ainda vários pontos que merecem ser discutidos, como a melhor fixação das overdentures nos rebordos alveolares.³ A respeito dos inúmeros sistemas de retenção oferecidos pelo mercado odontológico, sua aplicabilidade clínica requer conhecimento pleno do funcionamento biomecânico, para que as estruturas de suporte não sofram prejuízos de sobrecarga, acarretando insucesso do tratamento. Deste modo, aliar a melhor configuração retentiva, sem trazer danos às estruturas de suporte ainda é um desafio.

Embora Chan *colbs.*⁴ tenham apresentado alta taxa de sucesso (95%) para as overdentures em 6 anos de acompanhamento clínico, Wright *colbs.*⁵ consideram que para isto, muitos fatores estão associados ao formato da barra utilizada. Os autores detectaram maior número de problemas clínicos nos tratamentos compostos por barra ovóide com *attachment* resiliente, quando comparado ao grupo que utilizou barras paralelas com *attachment* rígido. No entanto, vários fatores devem ser considerados no planejamento de uma sobredentadura, principalmente com relação ao número, localização e tamanho dos implantes osseointegráveis. A extensão distal em cantilever pode gerar níveis de tensão insatisfatórios para o osso basal de suporte podendo acarretar, inclusive, perda do implante.⁵ Uma vez que o aumento da extensão do cantilever distal pode comprometer a longevidade do tratamento, a avaliação de como as tensões são transferidas para o osso basal são de extrema necessidade investigativa. Federick e

Caputo⁶ observaram através de análise fotoelástica que os três sistemas de retenção sobre 2 implantes estudados (1-Barra *hader* associado ao *Era* na distal; 2-Apenas barra *hader*; 3-*Era* direto sem barra) repercutiram em diferentes níveis de tensão, apontando a melhor distribuição para a cápsula resiliente direto no implante. Os resultados literários indicam menores níveis de tensão para os casos em que não existe união por barra, porém além de proferir retenção para as sobredentaduras, o sistema barra também auxilia, sobremaneira, no suporte, podendo aumentar a eficiência das próteses totais removíveis sobre implantes, mesmo que Setz *colbs.*⁷ não tenham encontrado diferença da mobilidade das overdentures quando comparou os sistemas de retenção em barra ou o *ring* direto aos implantes.

Assim, determinar se as diversas configurações dos sistemas de retenção podem induzir à diferentes tipos de estresse, ajuda no planejamento, do ponto de vista biomecânico, podendo garantir a eficácia e a previsibilidade do tratamento.

Contudo, as primeiras indicações de próteses implanto-suportadas feitas por Branemark no início da osseointegração foi com reabilitação de pacientes desdentados totais utilizando aproximadamente 8 implantes na maxila e 6 implantes na mandíbula e confecção de prótese fixa denominada “prótese protocolo de Branemark”. Com o avanço das pesquisas, reduziu-se a utilização do números de pilares para o mesmo tipo de prótese, extrapolando atualmente para as técnicas denominadas *All-on-four*, indicando a utilização de 4 implantes independente do arco⁸, coincidindo com a indicação de overdentures mucossuportadas e implanto-retidas com a utilização de 4 implantes. O

acompanhamento longitudinal da técnica *All-on-four* é escasso na literatura e também não apresenta uma comparação biomecânica, do ponto de vista de distribuição de tensão, com as overdentures e seus diversos sistemas de retenção.

Desta forma, um método que pode fornecer dados substanciosos para o estudo da distribuição de forças ao longo dos suportes implantares é a fotoelasticidade, que pode se definido como um método que fornece uma exibição visual das tensões internas dos corpos, possibilitando que sejam analisados.⁹ Este método é baseado no fenômeno de que, certos materiais translúcidos, quando submetidos à uma determinada carga, exibam birrefringência alterando a refração da luz, que uma vez polarizada, mostra padrões coloridos ou franjas. Franja isocromática é o nome dado para cada faixa de cor produzida, sendo que, a cor, o tamanho e o numero de franjas caracterizam a tensão gerada na resina do modelo fotoelástico.¹⁰

Portanto, considerando o método fotoelástico, bastante indicado para verificação das tensões produzidas pelas próteses fixas sobre implantes e overdentures com diferentes sistemas de retenção, bem como a falta de evidências concretas sobre as diferenças entre os sistemas e/ou associações, a complementação investigativa deste assunto parece pertinente, visto a influência direta na terapêutica com próteses totais removíveis e fixas podendo contribuir com a qualidade de vida dos pacientes edêntulos.

PROPOSIÇÃO

O trabalho tem como objetivo investigar através da fotoelasticidade a distribuição das tensões em uma mandíbula edêntula quando da reabilitação com prótese fixa do tipo protocolo de Branemark e overdentures retidas por 4 implantes com 3 diferentes tipos de sistemas.

MATERIAIS e MÉTODO

- Obtenção da mandíbula padrão e modelo fotoelástico

A mandíbula de um manequim experimental desdentado total para estudos anatômicos foi duplicada a partir da moldagem com silicone de condensação (Zetaplus - Zhermack, Itália), vazamento com gesso pedra tipo III (Herodent – Vigodent S/A, Brasil), e obtenção do padrão mandibular para esse estudo.

Para confecção do modelo fotoelástico, foram realizadas no modelo padrão de gesso, 4 perfurações de 4mm de diâmetro com uma fresa montada em paralelômetro. As perfurações foram realizadas na região correspondente à localização dos caninos inferiores e primeiros premolares inferiores. Cabe ressaltar que os implantes foram posicionados equidistantes em relação à linha mediana e respeitado um espaçamento de 4mm entre os implantes posicionados na região dos caninos e premolares.

Os análogos de implante com plataforma 4.1mm hexágono externo (3i, implant innovations do Brasil LTDA) foram posicionados com o paralelômetro nas perfurações com a plataforma ao nível da região correspondente à crista óssea,

seguindo sua fixação com resina acrílica autopolimerizável (Artigos Odontológicos Clássico Ltda).

A fixação do modelo de gesso, contendo os análogos de implante, bem como o vedamento da interface base do modelo/placa de vidro foi realizada com cianoacrilato (Loctite). Transferentes de arrasto quadrados (3i, implant innovations do Brasil LTDA) foram parafusados nos análogos com a finalidade de transferir sua posição para o molde de duplicação. Como moldeira, foi utilizado um segmento de secção transversal de um tubo de polivinilcianocrilato (PVC) que envolveu o modelo de gesso, fixado sobre a placa de vidro com cera rosa nº7 (“Wilson” Polidental Ind. e Com. Ltda.). Sobre essa “caixa” foi vertido o silicone para duplicação Silibor (Artigos Odontológicos Clássico Ltda) deixando expostos os parafusos de fixação dos transferentes. Após 24h, tempo necessário para polimerização completa do silicone, separou-se o molde/modelo, obtendo, assim, uma “caixa-molde” representando o negativo perfeito da mandíbula com o posicionamento dos implantes dados pelos transferentes.

Os implantes em titânio superfície lisa hexágono externo 3,75x10mm (3i, implant innovations do Brasil LTDA) foram posicionados nos transferentes com perfeita adaptação. A resina fotoelástica PL-2 (Measurements Group, USA), manipulada conforme instruções do fabricante, foi vertida no interior da “caixa-molde”, lentamente, para evitar incorporação de bolhas. Após o vazamento completo, o molde foi mantido por 24 horas em polimerizadora, sob pressão de 40 psi (M 500 – EDG equipamentos Ltda).

O modelo fotoelástico foi submetido ao polimento mecânico manual, através do desgaste progressivo da superfície da resina com lixas d'água (divisão de abrasivos, 3M do Brasil) de números 400, 600, 800, 1200, 1500 e 2000. Cabe ressaltar que este acabamento foi o mais cuidadoso possível, pois, aplicações de forças excessivas sobre o modelo podem gerar acúmulo de tensões residuais, fator que é indesejável para a pesquisa.

- *Confecção das supra-estruturas metálicas.*

As 4 configurações protéticas foram denominadas como:

MODELO A – Overdenture com fixação pelo sistema *barra/clip*, com 3 *clip* plásticos de fixação (1 anterior e 2 posteriores ao último implante bilateralmente) em disposição triangular (Figura 1a).

MODELO B – Overdenture com fixação mista, 1 *clip* plástico central e 2 sistemas *Era* localizados distalmente ao último implante, com disposição triangular (Figura 1b).

MODELO C – Overdenture com fixação de 3 sistemas *o'ring*, dispostos em forma triangular (1 centralizado e 2 distais) sobre a barra (Figura 1c).

MODELO D – Prótese Parcial Fixa do tipo protocolo de Branemark, retida por *abutments* UCLA rotacionais (Figura 1d).

A confecção das barras nos modelos A, B e C foi realizada no padrão de gesso, uma vez que não convém realizar trabalhos protéticos diretamente sobre o modelo fotoelástico para garantir a viabilidade do mesmo. O posicionamento das barras calcináveis respeitou o “espaço de higienização” de 2mm entre a crista do rebordo e a base da barra, perfazendo um total de 4mm até seu topo.¹¹ Cabe

ressaltar que o enceramento da barra respeitou um eixo de inserção determinado com o auxílio do paralelômetro, bem como o posicionamento dos sistemas de retenção. As barras foram fundidas com liga à base de Ni-Cr (Litecast -Williams Advanced Materials, USA).

As barras foram seccionadas e soldadas até a perfeita adaptação no modelo fotoelástico sem a indução de tensão, numa verificação prévia do modelo fotoelástico em polariscópio circular.

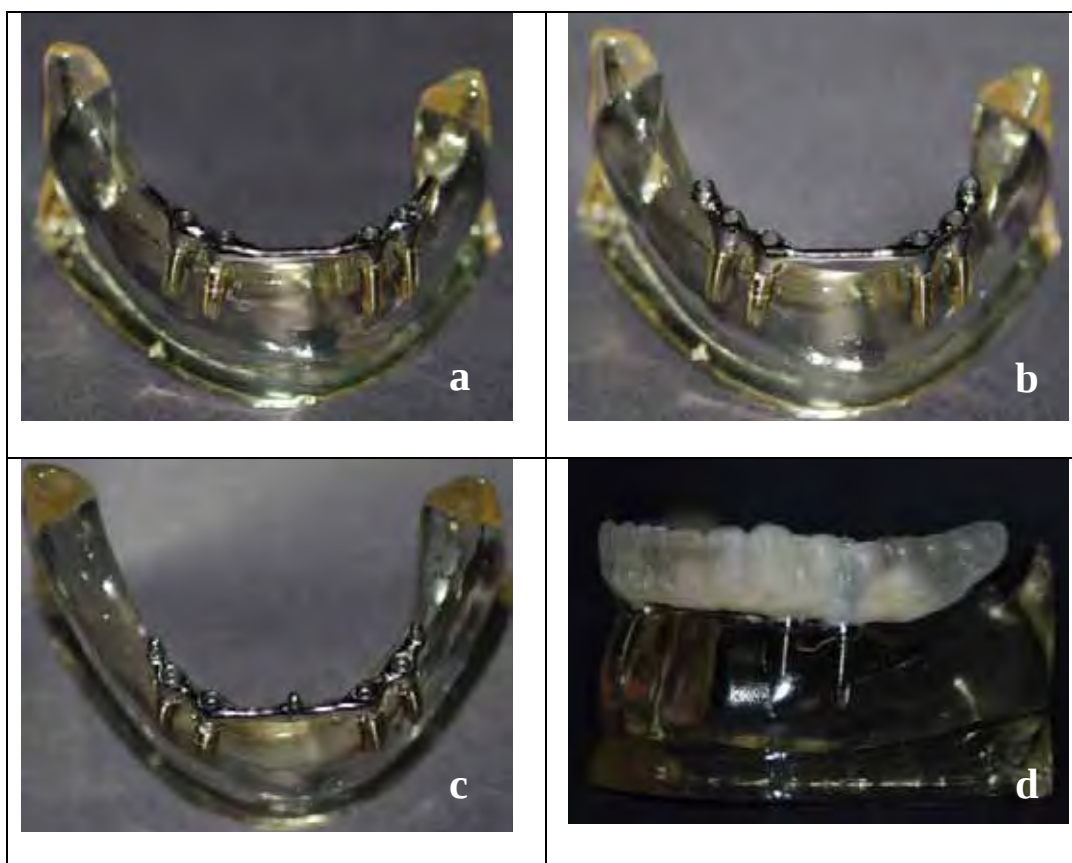


Figura 1 – Modelo fotoelástico A (a), modelo B (b), modelo C (c) e modelo D (d).

A prótese previamente encerada foi incluída com resina acrílica incolor termopolimerizável Vipi-Wave (Dental VIPI Ltda). Todos os componentes dos sistemas de retenção como *clip*, cápsula do *o'ring* e fêmea do sistema *Era* foram

incorporados à prótese pela técnica direta de captura sobre o modelo fotoelástico, bem como os *abutments* UCLA rotacionais de titânio (Conexão Sistema de Implante, Brasil) para a prótese protocolo. Tal manobra foi executada com o intuito de não induzir tensões no modelo fotoelástico por falta de passividade dos sistemas.

Após captura dos sistemas de retenção a extremidade livre da prótese foi reembasada diretamente no modelo fotoelástico com silicone de alta viscosidade (Oranwash – Zermack) na espessura de 1mm para reproduzir o efeito da fibromucosa.¹²

- Aplicação das cargas sobre as próteses

O ensaio com modelos fotoelásticos se baseia no princípio de que alguns materiais transparentes exibem padrões coloridos quando são submetidos às cargas e que são visualizadas com luz polarizada. Esses padrões coloridos são denominados como franjas isocromáticas, sendo que, quanto maior o número de franjas, maior a intensidade do estresse, e quanto mais próximas uma franja da outra, maior a concentração de *stress*.¹³

As forças verticais oclusais, pontuais e paralelas ao longo eixo dos dentes, foram aplicadas entre os incisivos centrais e unilateralmente na fossa central dos segundos premolares e segundos molares direito e esquerdo. No modelo D, exclusivamente foi aplicado força na fossa central dos primeiros molares, a fim de permitir comparação da extensão do cantilever. Para cada carregamento realizado, as imagens foram registradas fotograficamente em vista frontal, ipsilateral e contralateral. O carregamento foi realizado em máquina de ensaio EMIC com

célula de carga de 10Kgf e velocidade 0,5mm/s. As imagens foram obtidas em polariscópio circular que é um dispositivo composto por uma fonte de luz, um difusor, quatro filtros ópticos sendo um polarizador, dois *quater-wave* e um analisador.

As imagens foram submetidas ao software Photoshop versão 7.0, que permite a análise das franjas conforme citado por Nishimura *colbs.*¹⁴ e Ochiai *colbs.*¹⁵ Os resultados foram avaliados qualitativamente, ou seja, as comparações foram realizadas no sentido de verificar padrões ou tendências entre as situações estudadas e sua correlação clínica.

RESULTADOS

- Carregamento anterior

Quando o carregamento de 100N foi realizado na região anterior, a análise das áreas de sustentação permitiu avaliar que a distribuição de tensões variou nos grupos estudados. O modelo A (3 *clip*) e D (protocolo) apresentaram maior área de tensão, seguidos pelos modelos B e C, cujas próteses receberam associação de *clip* anterior e sistemas resilientes nas extremidades posteriores (*Era*) e 3 *o'ring*, respectivamente. A maior concentração de tensão foi ao redor dos implantes medianos, acumulando no ápice do implante, de forma mais intensa no modelo A (Figura 2). Houve desenvolvimento de *stress* na porção distal do corpo do último implante em todas as situações, com ênfase para a prótese onde se utilizou a barra com 3 *clip* de retenção (Figura 3). Um fator extremamente relevante foi a

assimetria do desenvolvimento de tensões, fato que possui um significado clínico negativo importante.



Figura 2 – Carregamento anterior com seta indicando grande concentração de tensão no ápice do implante mediano no modelo A.



Figura 3 – Tensão gerada na porção distal do último implante no carregamento anterior, com maior intensidade no modelo A.

- Carregamento posterior - premolar

Quando a carga foi aplicada no segundo premolar, houve grande concentração de tensão por todo corpo dos implantes ipsilaterais à aplicação da carga, principalmente nos implantes posteriores. A maior concentração de tensão, principalmente no ápice dos implantes, ocorreu no modelo D - prótese protocolo - (Figura 4), seguido pelo modelo A - 3 *clip* - (Figura 5). Houve uma leve atenuação das tensões quando associou-se *clip/Era* (situação B) sendo que a

melhor dissipação das cargas e alívio dos implantes deu-se pela utilização dos 3 *o'ring* sobre a barra - modelo C – (Figura 6).

Nos implantes contra laterais à aplicação da carga observou-se apenas o desenvolvimento de tensão na região do pescoço do implante, sugestivo de tração.

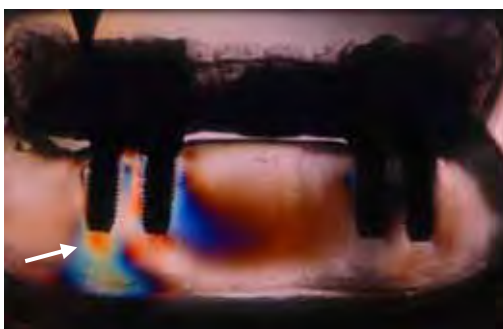


Figura 4 – Vista frontal mostrando grande concentração de tensão no ápice do implante no modelo D (prótese protocolo).



Figura 5 – Tensão ao redor dos implantes ipsilaterais à aplicação da carga na prótese com 3 *clip* (modelo A).



Figura 6 – Atenuação das tensões ao redor dos implantes com a utilização do sistema de retenção *o'ring* (modelo C).

- Carregamento posterior - molar

Quando a carga foi aplicada no segundo molar, a prótese protocolo (modelo D) promoveu uma altíssima tensão na intensidade de segunda ordem de franja ao redor dos implantes ipsilaterais à carga, principalmente ao nível do pescoço do último implante (Figura 7). O modelo C (3 *o'ring*) apresentou-se mais favorável, com melhor absorção e distribuição das tensões e discreta tensão ao nível do pescoço do último implante, além de grande distribuição das tensões no rebordo alveolar subjacente à carga. (Figura 8)

Os modelos A e B apresentaram-se como intermediários, entretanto, com pouca distribuição das tensões no rebordo êdentulo e maior sobrecarga aos implantes.

O modelo D promoveu maior intensidade de *stress* nos implantes medianos quando comparado aos demais modelos, provavelmente devido a maior tração tendo como ponto de fulcro o implante mais posterior. (Figuras 9)

Observou-se pouca tensão nos implantes contra laterais à aplicação da carga, localizada na região do pescoço do implante, sugestivo de tração.

Evidenciando o modelo D (prótese protocolo), as tensões geradas entre o carregamento do primeiro molar para o segundo molar aumentou na grandeza de uma ordem de franja. O aumento do cantilever de primeiro molar para segundo molar gerou grande intensidade de *stress* ao redor do último implante, principalmente ao nível do pescoço e ápice do implante (Figura 10).

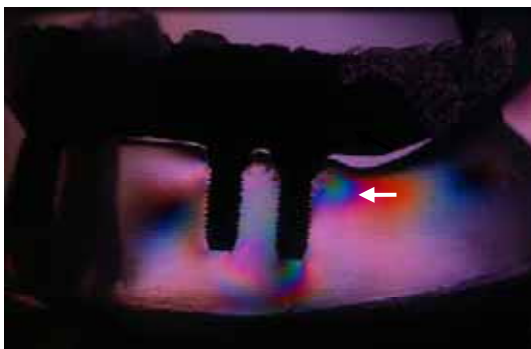


Figura 7 – Setas evidenciando grande *stress* no pescoço e ápice do último implante com aplicação de carga no segundo molar da prótese protocolo.

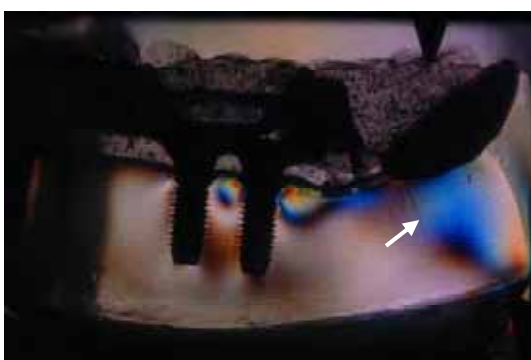


Figura 8 – Menor tensão nos implantes e maior dissipação das tensões no rebordo alveolar com aplicação de carga no segundo molar da overdenture com 3 *o'ring*.

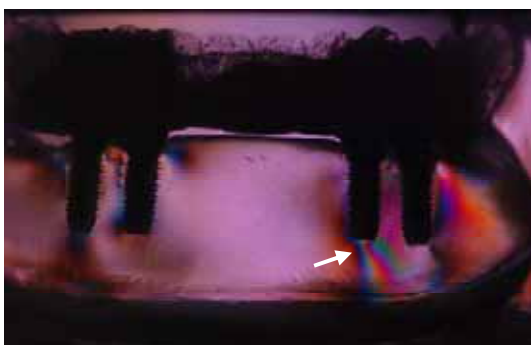


Figura 9 – Tensão no ápice do implante mediano ipsilateral à aplicação de carga no modelo D.

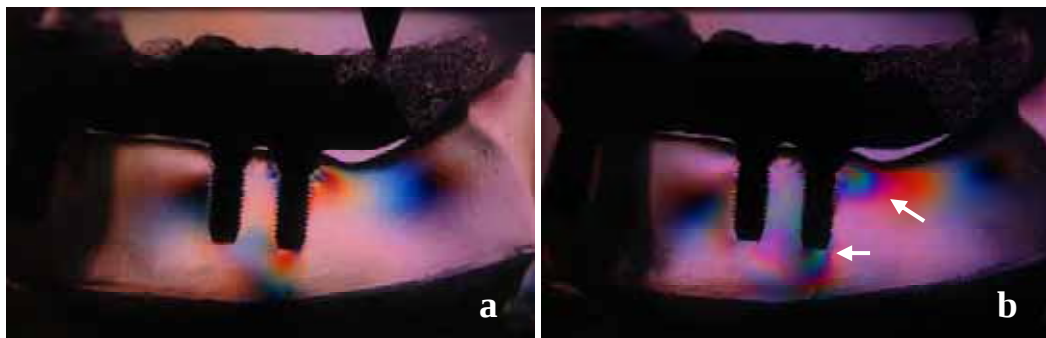


Figura 10 – Modelo D - maiores tensões ao redor do último implante quando a carga foi aplicada no segundo molar (b) comparado à aplicação no primeiro molar (a).

DISCUSSÃO

A ferulização dos implantes através de uma barra em próteses tipo overdenture transmitem mais tensão aos implantes em relação aos sistemas isolados, por amenizarem as cargas no rebordo e agirem como suporte e retenção.^{15,16} Segundo Kenney *colbs*², o sistema de retenção *barra/clip* gera níveis maiores de tensão aos implantes de sustentação em relação ao sistema *o'ring* e *Era* diretamente no implante ou sobre barra. Este fato foi evidenciado nesse estudo e está diretamente associada a menor resiliência do *clip*, transferindo o carregamento para a barra e consequentemente para os implantes. Houve uma discreta atenuação das cargas quando associou-se 2 sistemas *Era* sobre a barra na região posterior e um *clip* na região anterior em comparação à barra com 3 *clip*, um anterior e 2 posteriores possivelmente devido a maior resiliência do sistema *Era*. Tal comportamento foi também elucidado por Porter *et al*¹⁷ que demonstra a ótima absorção de força do sistema *Era* e *o'ring* e grande momento de força aos

implantes quando da utilização do sistema *barra/clip*. Com relação ao rebordo de sustentação, o sistema *o'ring* transmitiu maior tensão para o osso do que o sistema *barra-clip* e *clip-Era*, muito provavelmente em função da grande resiliência do sistema *o'ring*, aliviando desta forma os implantes. Entretanto, o comportamento biomecânico entre *O'ring* e *Era* pode diferir quanto à localização, relação de altura entre o *attachment* e plano oclusal e eixo de inserção. Segundo Misch,¹⁸ o *attachment Era* direto no implante pode induzir menores tensões ao implante quando comparado ao *o'ring* direto no implante, devido ao momento de força gerado pela maior altura do sistema *o'ring*. Contudo, quando o *attachment O'ring* é utilizado sobre barra hader, a dissipação de tensão sobre a barra juntamente com a maior resiliência do sistema, compensa o momento de força gerado pela torção do componente de retenção, justificando os melhores resultados da *overdenture* com 3 *o'ring* sobre barra (modelo C), condizendo com os achados de Celik e Uludag.¹⁹

Comparando o modelo A (*barra-clip*) com o modelo D (protocolo) houve uma grande similaridade entre os resultados, mostrando que o modelo A, apesar do suporte mucoso posterior, comportou-se biomecanicamente semelhante ao modelo D. No carregamento anterior, a prótese com 3 *clip* gerou tensão levemente maior ao redor dos implantes medianos do que a protocolo, provavelmente pela torção de todo o sistema e menor estabilidade quando comparado à prótese protocolo. Quando a carga foi aplicada no segundo premolar, a concentração de tensão ao redor do implante ipsilateral foi levemente maior para a prótese protocolo quando comparado à *barra-clip*, fato associado à absorção de carga por

parte do sistema de retenção *clip* e consequente alívio dos implantes subjacentes. A aplicação de carga no segundo molar da prótese protocolo gerou um nível altíssimo de tensão principalmente no implante mais distal devido a presença de grande extensão em cantilever. As tensões no rebordo quando da aplicação de carga no segundo molar e utilização do sistema *barra-clip* foram insignificantes, demonstrando a pequena intrusão da prótese e maior sobrecarga para os implantes. Porém, entre os designs de overdenture avaliados, a prótese com 1 *clip* anterior e 2 posteriores foi a que apresentou maior estabilidade durante os ensaios, o que pode levar a um maior conforto clínico conforme salientado por Sadowsky.²⁰

A indicação de arco reduzido até primeiro molar em próteses protocolo com implantes posicionados entre os forames mentonianos mencionada por vários autores,²¹⁻²⁴ foi comprovada neste estudo, visto que o aumento do cantilever para segundo molar no modelo D, gerou altíssimo stress, principalmente ao nível do pescoço e ápice do implante, indicativo de torção distal do último implante. Tal fato, também induziu tensão no implante mediano coincidindo com a teoria biomecânica de cantilevers em prótese sobre implante, descrita por Rodrigues, Aquilino e Lund²¹ onde a extensão em cantilever sob força oclusal gera compressão no implante distal e tração no implante mediano. Segundo vários autores,²¹⁻²⁴ para diminuir os riscos e aumentar as margens de segurança com prognóstico a longo prazo, um cuidadoso planejamento deve ser executado para não incorporar cantilever com extensões maiores que 7-12mm, aumentar o número de implantes e/ou evitar distância excessivas entre pilares adjacentes ao

último implante e reduzir cargas oblíquas bem como forças excessivas na região posterior.

Outro ponto importante, diante das configurações protéticas elucidadas, foi os melhores resultados apresentados pela prótese protocolo com arco reduzido (aplicação de carga no primeiro molar) comparado ao modelo A (overdenture com 3 *clip*); fato de grande relevância clínica.

Muitas tensões mostraram-se assimétricas, fato que pode ter um significado clínico muito importante no insucesso dos implantes podendo estar diretamente relacionada com o alívio do sistema de retenção, com a sua rigidez inicial, e até com o paralelismo dos implantes, situação que certamente necessitará de estudos futuros.

Quando o carregamento foi unilateral, todas as situações são convergentes aos estudos da literatura quando afirmam maior concentração de tensão nos implantes ipsilateral à carga e pouca tensão nos implantes contra-laterais.^{2,9,15,19}

CONCLUSÃO

Nas overdentures, pouca tensão foi transmitida ao rebordo de sustentação, entretanto, a utilização do sistema *o'ring* apresentou melhor distribuição na transmissão de tensão rebordo/implante. A overdenture com 3 *clip* apresentou comportamento biomecânico semelhante a prótese protocolo. O aumento da extensão em cantilever para prótese protocolo aumentou significativamente a tensão no último implante.

REFERÊNCIAS

1. Tallgren A, Mccall WDJr, Mansour NN, Ash MMJr. Follow-up study of silent periods in complete denture weares. *J Oral Rehabil.* 1987;14(4):345-353.
2. Kenney R, Richards NW. Photoelastic stress patterns produced by implant-retained overdentures. *J Prosthet Dent.* 2001;14(2):133-140.
3. De Bortoli Jr N. **Análise fotoelástica da distribuição das tensões nos rebordos e na região de implantes-suporte de overdentures com sistema de encaixe Bola O’ring ou Barra Clip** [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.
4. Chan MF, Johnston C, Howel RA, Cawood JI. Prosthetic management of the atrophic mandible using endosseous implants and overdentures: a six year review. *Br Dent J.* 1995;179(9):329-337.
5. Wright PS, Watson RM, Heath MR. The effects of prefabricated bar design on the success of overdentures stabilized by implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995;10(1):79-87.
6. Federick DR, Caputo AA. Effects of overdenture retention designs and implant orientation on load transfer characteristics. *J Prosthet Dent.* 1996;79(6):624-632.
7. Setz J, Wright P, Ferman AM. Effects of attachment type on the mobility of implant – stabilized overdentures an in vitro study. *Int J Prosthodont.* 2000;13(6):494-499.

8. Maló P, Rangert B, Nobre M. “All-on-Four” immediate-function concept with Brånemark System implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2003;5 Suppl 1:2-9.
9. Caputo AA, Standlee JP. **Biomechanics in clinical dentistry**. Chicago: Quintessence; 1987. cap. 1, p. 13-28.
10. Clelland L, et al. A photoelastic and strain gauge analysis of angled abutments for an implant system. *Int J Maxillofac Implants*.1993;8:541-548.
11. Gonini Jr A. **Análise fotoelástica da tensão oclusal produzida por uma sobredentadura implanto-retida com base de material resiliente** [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2002.
12. Sadowsky SJ, Caputo AA. A effect of anchorage systems and extension base contact on load transfer with mandibular implant-retained overdentures. *J Prosthet Dent*. 2000;84(3):327-334.
13. French AA. Comparison of peri-implant stress transmitted by four commercially available osseointegrated implants. *Int J Periodontics Restorative Dent*.1989;9(3):221-230.
14. Nishimura RD, et al. Photoelastic stress analysis of load transfer to implants and natural teeth comparing rigid and semirigid connectors. *J Prosthet Dent*.1999;81(6):696-703.

15. Menicucci G, Lorenzetti M, Pera P, Preti G. Mandibular implant-retained overdenture: finite element analysis of two anchorage systems. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1998;13:369–376.
16. Assunção WG, Tabata LF, Barão VAR, Rocha EP. Comparison of stress distribution between complete denture and implant-retained overdenture-2D FEA. *J Oral Rehabil*. 2008;35:766–774.
17. Porter JA Jr, Petropoulos VC, Brunski JB. Comparison of load distribution for implant overdenture attachments. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2002;17:651-62.
18. Misch CE. Prótese sobre implantes. Curitiba: editora Santos, 2006: 625.
19. Celik G, Uludag B. Photoelastic stress analysis of various retention mechanisms on 3-implant-retained mandibular overdentures. *J Prosthet Dent*. 2007;97:229-35.
20. Sadowsky SJ. Mandibular implant-retained overdentures: A literature review. *J Prosthet Dent*. 2001;86:468-73.
21. Rodrigues AM, Aquilino SA, Lund PS. Cantilever and implant biomechanics: A review of the literature, Part 1. *J Prosthodont*. 1994;3(1):41-46.
22. Rodrigues AM, Aquilino SA, Lund PS, *et al*. Evaluation of strain at the terminal abutment site of a fixed mandibular implant prosthesis during cantilever loading. *J Prosthodont*. 1993;2(2):93-102.

23. Shackleton JL, Carr L, Slabbert JCG, Becker PJ. Survival of fixed implant-supported prostheses related to cantilever lengths. *J Prosthet Dent*. 1994;71(1):23-6.
24. White SN, Caputo AA, Anderkvist T. Effect of cantilever length on stress transfer by implant-supported prosthesis. *J Prosthet Dent*. 1994;71(5):493-499.

ANEXOS

ANEXO A – Normas para publicação da revista *Clinical Implant Dentistry and Related Research*.



Clinical Implant Dentistry and Related Research

Edited by:

William Becker and Lars Sennerby

Print ISSN: 1523-0899

Online ISSN: 1708-8208

Frequency: Quarterly

Current Volume: 10 / 2008

ISI Journal Citation Reports® Ranking: 2007: 7/51 (Dentistry, Oral Surgery and Medicine)

Impact Factor: 2.408

Author Guidelines

Clinical Implant Dentistry and Related Research will accept articles providing clinically relevant case reports or research reports pertinent to the practicing communities of implantology. Manuscripts are received with the understanding that they are not under simultaneous consideration by another publication and that they are original contributions that have not been previously published. Accepted manuscripts become the permanent property of *Clinical Implant Dentistry and Related Research* and may not be published elsewhere without permission from the publisher.

Submissions from North America, South America, and Asia should be sent to:

William Becker, DDS, MSD, ODhc
Editor-in-Chief
Wilmot Dental Center
801 North Wilmot, Suite B-2
Tucson, AZ 85711
USA

Tel: (520) 745- 5558
Fax: (520) 745-9966
e-mail: branebill@comcast.net

Submissions from Europe, Australia, and Africa should be sent to:

Lars Sennerby, DDS, PhD
Editor-in-Chief
Department of Biomaterials/Handicap Research
Institute for Surgical Sciences
Gothenburg University
P.O. Box 412
SE 405 30 Gothenburg
Sweden
Tel: +46 31 7732950
Fax: +46 31 7732941
e-mail: lars.sennerby@biomaterials.gu.se

MANUSCRIPT PREPARATION

The original typed manuscript must be presented with three copies of the entire manuscript. The entire manuscript, abstract, references, legends, and tables must be typewritten, double-spaced on 8 1/2 × 11-inch heavy-duty bond paper. Margins of at least 1 inch must be provided. All typographical errors must be corrected in type, not handwritten, before the manuscript will be reviewed.

Title Page (first page): The title page must include all authors' full names, highest degrees, and academic affiliations. A corresponding author must be designated, with name, address, telephone and fax numbers, and e-mail address. A specific address must be given where requests for reprints should be sent. If the work was done by a federal employee (within Canada/USA), each author must include a signed statement that the work reported was done while the author was employed by the federal government.

Abstract (second page): A structured abstract of 150-200 words must be provided; should stand alone as an accurate summary of the paper; and should include statements of problem, method of study, results, and conclusions. Footnotes and references are not used in the abstract.

References: References must be listed, double-spaced, in consecutive numerical order (the order of citation in the manuscript, not alphabetically). All references must be cited in text or tables by superscript numbers. References to journal articles must include: (1) author(s) name(s) with initials (list all authors up to six; otherwise, list three authors followed by et al.); (2) article title; (3) journal title as

abbreviated in Index Medicus; (4) year of publication; (5) volume number; and (6) opening and closing page numbers. (e.g., Scherer W, Boylan R, Bhatt S. Vital bleaching agents and oral antiseptic: effect on anaerobic bacteria. *J Esthet Dent* 1992; 4:82-85.)

References to books should include: (1) author(s) name(s) with initials; (2) title of chapter (if applicable); (3) editor(s) name(s) with initials; (4) title of book and edition; (5) place of publication; (6) publisher; (7) year of publication; and (8) opening and closing page numbers. (e.g., Wright JM, Taylor PP. Infections of the oral cavity. In: Nelson JD, ed. *Current therapy in pediatric infectious disease-2*. Philadelphia: BC Decker, 1988:23-27.) The author is responsible for the accuracy and completeness of the references and for their correct citation.

Tables: Each table should be typed on a separate sheet of paper with its caption. Each table should contain all necessary information in order that it may stand alone, independent of text, and no table should contain data that could be included in the text in several sentences.

Computer Diskettes: When possible, please provide a copy of the text on either a 3 1/2" or a 5 1/4" computer diskette. The word processing software and computer system used (DOS or Macintosh) must be identified on the diskette label.

Illustration Preparation: Submit one set of original illustrations in electronic form only. Do not send glossy prints or images embedded in word processing files. Color photographs must be saved in CMYK as TIF or JPG files at 300dpi at 5 inches (12.5cm) in width. Black and white photographs must be saved in greyscale as TIF files at 300dpi at 5 inches (12.5cm) in width. Line drawings can be prepared in Microsoft Word, PowerPoint, or Adobe Illustrator but without embedded images from other sources. Existing line drawings must be scanned at 1200dpi at a minimum of 12.5cm (5in) in width and saved as EPS files (flow charts must not exceed 7 inches [18cm] in width). *Clinical Implant Dentistry and Related Research* is a full color publication.

Permissions: Illustrations, tables, etc. that have previously appeared elsewhere must be submitted with a legal release from the holder of their copyrights, usually the publisher. The author is responsible for obtaining all necessary permissions.

Proofs and Reprints: Page proofs are sent to the corresponding author for proofreading text, tables, legends, and references. Important factual changes and printer errors are the only allowable corrections. Extensive changes should be avoided as they delay publication of the article. Reprint prices and order forms will accompany proofs. Orders should be returned to the publisher at the time proofs are returned. Each lead author will receive a free PDF of their article.

NEW: Online production tracking is now available for your article through Blackwell's Author Services.

Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit www.blackwellpublishing.com/bauthor for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

ANEXO B – Embalagem da resina fotoelástica PL-2 composta por base e endurecedor.



ANEXO C – Manipulação da resina PL-2.



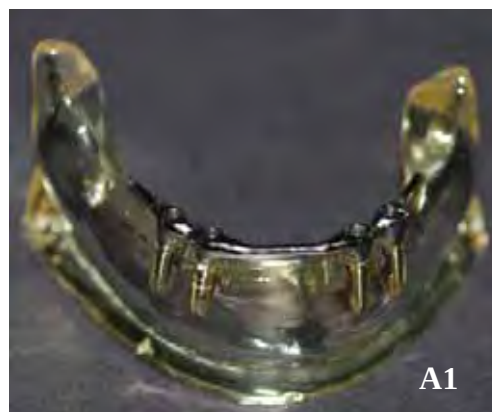
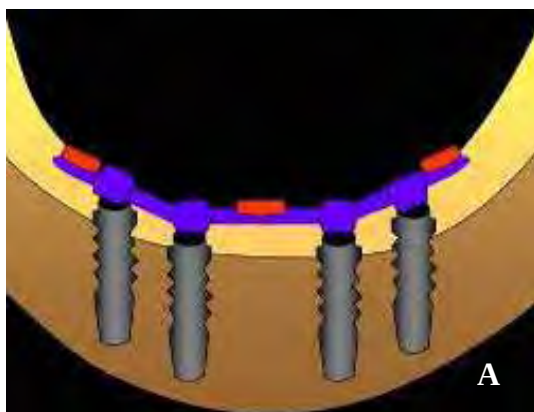
ANEXO D – Polimerizadora sob pressão.



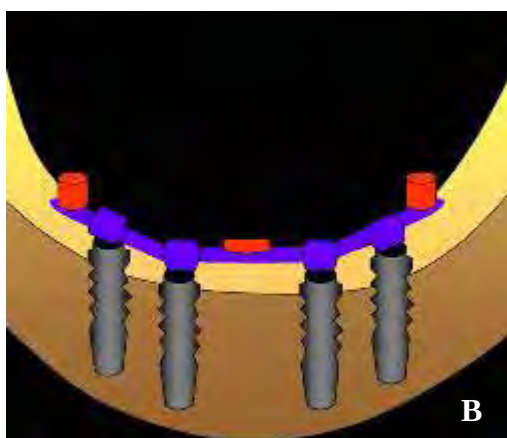
ANEXO E – Modelo fotoelástico com 4 implantes (3,75 x 10mm) incorporados na área interforamina.



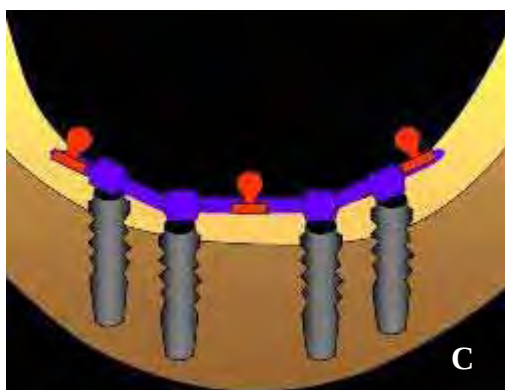
ANEXO F – Representação esquemática do modelo A (A) e modelo fotoelástico correspondente com barra hader parafusada aos implantes (A1).



ANEXO G – Representação esquemática do modelo B (B) e modelo fotoelástico correspondente com barra parafusada aos implantes (B1).



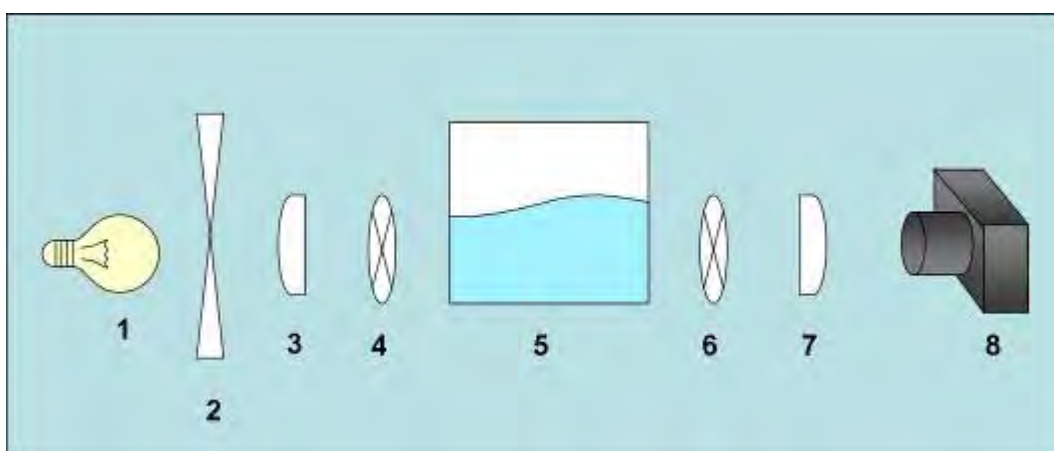
ANEXO H – Representação esquemática do modelo C (C) e modelo fotoelástico correspondente com barra parafusada aos implantes com 1 O’ring anterior e 2 posteriores, distais aos implantes terminais (C1).



ANEXO I – Abutment UCLA rotacional de titânio conectado aos implantes (D) e prótese protocolo após captura direta dos abutments (D1).



ANEXO J – Esquema representando o polariscópio circular. 1 – Fonte de luz. 2 – Difusor. 3 – Filtro polarizador. 4 – Filtro quarter wave. 5 – Recipiente com óleo mineral. 6 – Filtro quater wave. 7 – Filtro analisador. 8 – Máquina fotográfica para captura das imagens.



ANEXO L – CARREGAMENTO ANTERIOR – 100N (10kgf) – Vista frontal (1ª linha) – Vista Lateral Direita (2ª Linha) – Vista Lateral Esquerda (3ª Linha)

CLIP



CLIP-ERA



O'RING



PROTOCOLO



ANEXO M – CARREGAMENTO DENTE 45 – 100N (10kgf) – Vista ipsilateral (1ª linha) – Vista Frontal (2ª Linha) – Vista Contra-lateral (3ª Linha)

CLIP



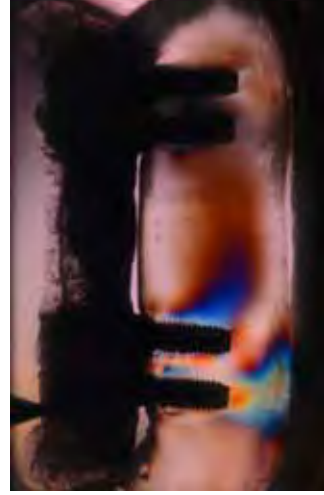
CLIP-ERA



O'RING

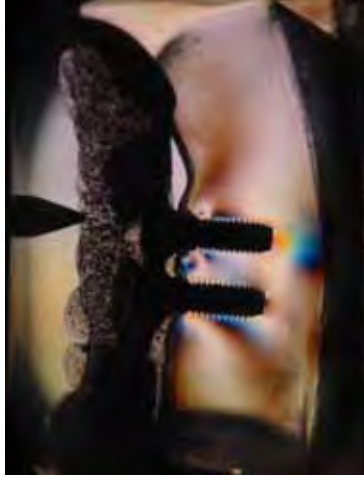


PROTOCOLO



ANEXO N – CARREGAMENTO DENTE 35 – 100N (10kgf) – Vista ipsilateral (1ª linha) – Vista Frontal (2ª Linha) – Vista Contra-lateral (3ª Linha)

CLIP



CLIP-ERA



O'RING



PROTOCOLO

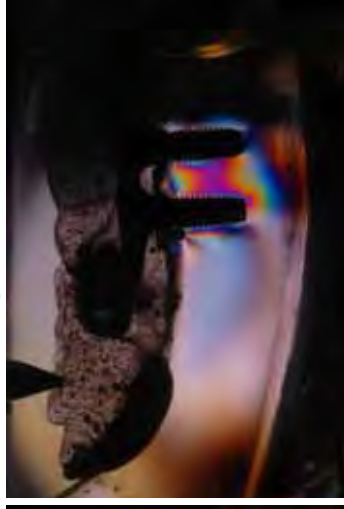


ANEXO 0 – CARREGAMENTO DENTE 47 – 100N (10kgf) – Vista ipsilateral (1ª linha) – Vista Frontal (2ª Linha) – Vista Contra-lateral (3ª Linha)

CLIP



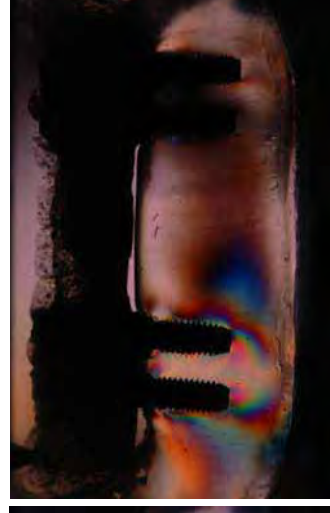
CLIP-ERA



O'RING

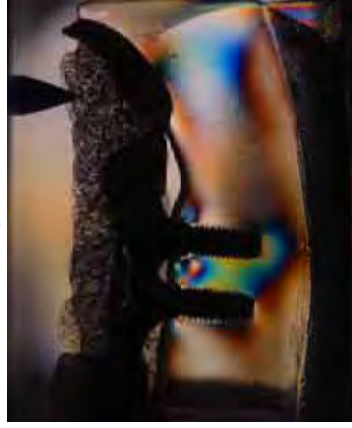


PROTOCOLO

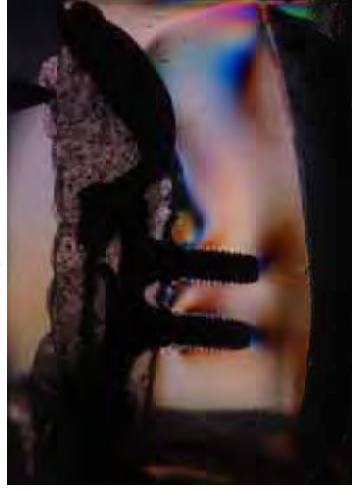


ANEXO P – CARREGAMENTO DENTE 37 – 100N (10kgf) – Vista ipsilateral (1ª linha) – Vista Frontal (2ª Linha) – Vista Contra-lateral (3ª Linha)

CLIP



CLIP-ERA



O'RING

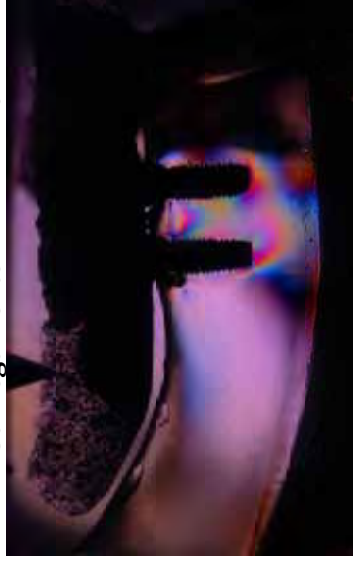


PROTOCOLO

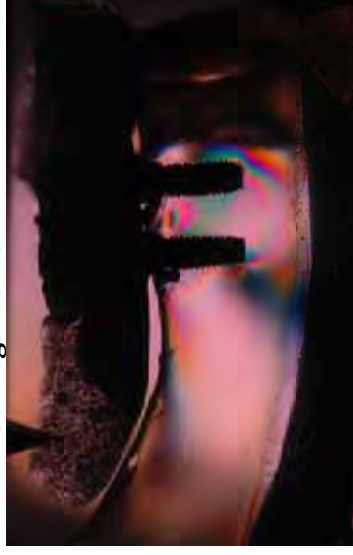


ANEXO Q – PRÓTESE PROTOCOLO – CARGA 100N (10Kgf) – Vista ipsilateral (1ª linha) – Vista Frontal (2ª Linha) – Vista Contra-lateral (3ª Linha)

Carregamento DENTE 46



Carregamento DENTE 47



ANEXO R – PRÓTESE PROTOCOLO – 100N (10Kgf) – Vista ipsilateral (1ª linha) – Vista Frontal (2ª Linha) – Vista Contra-lateral (3ª Linha)

Carregamento DENTE 36



Carregamento DENTE 37

