CASTELO PEDRO VEMBA CIDADE

ANÁLISE FOTOELÁSTICA DO CONCEITO *ALL-ON-FOUR* USANDO IMPLANTES ANGULADOS CONVENCIONAIS COM E SEM *CANTILEVER* NA MAXILA

PIRACICABA
2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

CASTELO PEDRO VEMBA CIDADE

ANÁLISE FOTOELÁSTICA DO CONCEITO *ALL-ON-FOUR* USANDO IMPLANTES ANGULADOS CONVENCIONAIS COM E SEM *CANTILEVER* NA MAXILA

Orientador: Prof.Dr.José Ricardo de Albergaria Barbosa

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA, DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CIRURGIA E TRAUMATOLOGIA BUCO- MAXILO-FACIAIS.

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação defendida pelo aluno, e Orientada pelo Prof.Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa

_____

Assinatura do orientador

PIRACICABA,2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

C486a

Cidade, Castelo Pedro Vemba, 1978-
Análise fotoelástica do conceito all-on-four usando implantes angulados convencionais com e sem cantilever na maxila / Castelo Pedro Vemba Cidade. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2012.

Orientador: José Ricardo de Albergaria Barbosa.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Transplante ósseo. 2. Fotoelasticidade. I. Albergaria-Barbosa, José Ricardo de, 1956- II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

Título em Inglês: **Photoelastic analysis concept in all four angulated conventional implants with and without cantilever in the maxillary**
Palavras-chave em Inglês:

Bone transplantation

Photoelasticity

Área de concentração: Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais

Titulação: Mestre em Clínica Odontológica
Banca examinadora:
José Ricardo de Albergaria Barbosa [Orientador]
Luis Geraldo Vaz
Luciana Asprino
Data da defesa: 10-08-2012
Programa de Pós-Graduação: Clínica Odontológica

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 10 de Agosto de 2012, considerou o candidato CASTELO PEDRO VEMBA CIDADE aprovado.

Prof. Dr. JOSE RICARDO DE ALBERGARIA BARBOSA

Prof. Dr. LUIZ GERALDO VAZ

Profa. Dra. LUCIANA ASPRINO

Dedico este trabalho ao professor Renato Mazzoneto, por ter sido uma pessoa a qual não se importou com o que eu sabia, mas sim o que poderia aprender.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Á Deus. Por tudo. Sempre.

Ao meu filho **Graciano Nussevakueno Cidade**, por esse período de ausência, em momentos que precisou e não estava presente.

Aos meus pais, **Pedro Castelo Cidade** e **Graça Juliana**, e aos meus irmãos, que apesar da distância durante este longo período de formação desde o ensino médio, graduação e agora pós-graduação mostram-me incondicional apoio, amor e dedicação. Não sou nada sem vocês.

À minha avó, **Maria Fineza**, mulher forte e dedicada a sua família. Sou grato por ser seu neto.

Ao meu orientador **Prof. Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa**, por ter me dado a oportunidade de aprender dentre tantas coisas a ter profissionalismo e dedicação pelo trabalho.

Ao **Prof. Dr. Renato Mazzonetto (*in memoria*)** alguém a quem devo um profundo agradecimento por ter sido a pessoa que me deu a oportunidade de estudar cirurgia e que não se preocupou com o que eu sabia, mas sim com o que eu poderia aprender estando aqui.

AGRADECIMENTOS

Ao Magnífico Reitor da UNICAMP, **Prof. Dr. Fernando Ferreira Costa,** pela direção desta instituição que faz parte do programa de apoio a países em via de desenvolvimento.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa do Diretor **Prof. Dr. Jacks Jorge Junior.**

À Coordenadora dos Cursos de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, Profa. Dra. Renata Cunha Matheus Rodrigues Garcia

Ao Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, Prof. Dr. Márcio de Moraes

Aos **Ministérios das Relações Exteriores** de Angola e Brasil, pelas fraternas relações diplomáticas que torna possível a nossa vinda para uma formação de excelência mundial das respectivas instituições de ensino.

À Universidade Estadual de São Paulo "Júlio de Mesquita Filho" – Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr. Na pessoa do diretor **José Claudio Martins Segalla** e da vice – diretora **Andreia Affonso Barretto Montandon**, pelo apoio ao longo do período que frequentei a graduação.

Ao Prof. Dr. **Márcio de Moraes**, agradeço pela orientação, pelo apoio e colaboração indispensável em momentos difíceis e cruciais para o meu aprendizado, sua dedicação pela competência de trabalho e transmissão de conhecimento teórico e pratico dentro dos princípios de justiça e lealdade. Em nome do povo angolano ser-lhe-ei grato.

A Profa. Dra. **Luciana Asprino**, pela competência, dedicação, paciência, sempre presente e pronta para ensinar, transmitindo conhecimentos para formação de verdadeiros profissionais em momentos importantes do nosso curso. Obrigado pelo apoio e incentivo.

Ao Prof. **Roger William Fernandes Moreira** pela atenção e preocupação com a formação dos seus alunos, esgotando seu conhecimento e delimitando princípios teóricos, clínico, paciência e colaboração durante todo este período. Obrigado pelo apoio e incentivo.

Aos Profs. Drs. suplentes desta banca Prof. Dr. **Frederico Felipe Antônio de Oliveira Nascimento e** Prof. Dr. **João Sarmento Pereira Neto.**

Aos Profs. Drs. da banca de qualificação Prof. Dr. **Rafael Leonardo Xediek Consani**; Prof. Dr. **Fábio Ricardo Loureiro Sato**; Prof. Dr. **Rafael Ortega Lopes**; e como membro suplente a Profa. Dra. **Luciana Asprino.**

Ao Prof. Dr. **Mauro Nóbilo** do Departamento de Periodontia por ter concedido o laboratório da Prótese Fixa e o Polariscópio para a realização dos testes fotoelásticos.

Ao Prof. Dr. e amigo **Luis Geraldo Vaz** do departamento de materiais dentários – FOAr - Unesp.

Aos grandes amigos e colegas **Valdir Cabral Andrade, Rafael Ortega Lopes, Claudio Nóia, Lucas Cavalieri, Gabriela Mayrink, Érica Marchiori, Lucas Martins, Paulo Hemerson, Simei Freire, Marcelo Breno, Evandro Portela, Renato Marano, Maximiana Maliska, Darlilson dos Santos Leandro Pozzer, Raquel Correia, Andrezza Lauria, Sérgio Brandt, Danilo Rodrigues, Douglas Goulart, Milton Cougo, Clarice Alcântara Pinto, Eder Siqua, Silvia Alarcon, Zarina dos Santos e Thales Neto**. Com os quais convivo todos os dias durante este período de pós-graduação e se mostraram amigos. Agradeço o apoio em todas as horas que precisei a amizade conquistada e a sorte de te – lós como amigos e colegas por todos esses anos. Muito obrigado!

As colegas da área de Prótese Dentárias na pessoa de **Marcele Jardim, João Paulo e Isabella Marques**, pelas ideias brilhantes e valiosas ajuda laboratorial deste trabalho. Muito obrigado!

A amiga **Regiane Cristina do Amaral** da área de Odontologia e Saúde Coletiva pela realização da estatística e sua respectiva interpretação. Muito obrigado!

Aos Profs. Drs. Renato Sawazaki; Henrique Duque Netto; Jaime Rodriguez-Chessa, “carita”; Frederico Felipe; Leandro Eduardo Kluppel; Adriano Assis; Sérgio Monteiro; Saulo Santos. Pela convivência, ajuda e conhecimentos compartilhados.

Aos meus amigos e compatriotas Engº **Isaac Tchukuma Leal Sassoma**, **João Mahinga Sebastião**, **Fontes Pereira, Rafael kojima, Débora de Moraes**. Muito Obrigado.

Ao Sr. Edmilson da Signovices, pela camaradagem de ter consedido alguns materiais para o experimento. Muito Obrigado.

À equipe da INP, pela doação dos implantes e todos os componentes protéticos para realização do experimento de toda tese. Muito obrigado.

Aos alunos da Graduação e dos Cursos de Extensão. Obrigado pela troca de experiência e pela confiança conquistada. “É ensinando que se aprende”.

Às funcionárias da Área de Cirurgia Buco-Maxilo-Faciais: Angélica Quinhone, Daiana Tonin, Edilaine Cristina (DIDI), Beatriz Piga, Letícia Pinto, Débora Barbeiro, Fabiana, Débora Acerissa e Tatiana. Obrigado pela ajuda indispensável, carinho e atenção.

Aos funcionários da secretaria de Pós-Graduação pela colaboração.

A todos os pacientes atendidos, meu sincero agradecimento pela confiança, colaboração e paciência.

À todos que fizeram parte indiretamente da minha trajetória até esta etapa da minha vida. Meu muito obrigado.

"A magnitude de um problema depende do valor que atribuímos a ele"

Monokuame

RESUMO

A angulação dos implantes convencionais faz parte de uma modalidade de tratamento com implantes dentais ósseos integrados nos quais são aplicados em maxilas severamente absorvidas para que assim não haja necessidade do uso de enxertos ósseos para reconstrução da mesma. A proposta neste estudo foi avaliar por meio de um estudo biomecânico utilizando o sistema fotoelástico, diferentes protocolos de angulações dos implantes posteriores convencionais e comprimento do cantilever. Os implantes de diâmetro 3,5 x 15 mm de comprimento, dispostos de forma que em 3 modelos os implantes foram instalados com angulação de 15º e em outros 3 modelos com angulação de 35º. Os modelos fotoelásticos foram submetidos a teste de forças verticais sobre os implantes e *cantilever*. As franjas de forças formadas durante os testes foram avaliadas por meio de um polaroscópio de forma qualitativa e em seguida foi realizada a leitura das regiões de maior concentração de tensão. Foram avaliadas tensões submetidas aos implantes, sendo este dividido em tensão total, tensão cervical e tensão apical para cada grupo analisado. Não houve diferença estatisticamente significativa quando comparado os implantes nas diferentes angulações em relação à incidência de tensão total, tanto em cantilever, quanto em pilar e oclusal. Houve diferença estatística significativa em relação à incidência de força no cantilever e no pilar somente quando é analisada a região apical do implante. Em relação à incidência de força na oclusal houve diferença estatisticamente significativa somente na região cervical. Quando comparado à incidência de forças no cantilever nos dois tipos de angulações, o implante 35º apresentou melhor distribuição de forças na região apical, o mesmo ocorreu para incidência de forças na oclusal da região cervical do implante de 35º. Concluiu-se que o implante com angulação de 35º mostrou-se com melhor distribuição de forças quando comparado com o implante de angulação de 15º que apresentou maior concentração de tensão na região apical.

Palavras chave: maxila atrófica, implantes angulados, enxerto ósseo, fotoelasticidade.

ABSTRACT

Introduction: The implants conventional with angulation are used in treatment with dental implants into bone in the jaws heavily absorbed so that there is no need to use bone grafts to reconstruct the same. **Objective:** To evaluate using a biomechanical study (photoelastic system) using protocols of the angulation different in the posterior implants conventional and length of the cantilever. **Materials and Methods:** We made 6 models in photoelastic resin from a skull human prefabricated. In these models have been installed 12 implants with diameter 3.5 x 15 mm long cylindrical cone. The implants were placed so those in three models were fitted with implants of angle of 15 ˚ and other three with models implants of 35 ˚. Photoelastic models were subjected to test of vertical forces on the cantilever of the implants. The fringes forces formed during the tests were evaluated through a polariscope qualitatively and then were carried out reading the regions of greatest stress concentration. Was further assessed the total area of tension that the implant was submitted, which was divided into the total stress, tension neck and apical voltage for each group analyzed. **Results:** No statistically significant difference when compared the implants in different angles in relation to the incidence total tensile strength in both in relation the cantilever, abutment and occlusal. There was a statistically significant difference in the incidence of force in the cantilever when the region of pillar is analyzed only in the apical region of the implant. There was statistically significant to the incidence of occlusal force only in the cervical region. When compared to the effect of forces on the cantilever in both types of angles, the implant 35 ˚ showed better distribution of forces in the apical region, the same occurred in the incidence of occlusal forces on the neck of the implant of 35 ˚. **Conclusion:** The implant with 35˚ proved to have better distribution of forces as compared to the implant with 15 ˚of angulation.

Key words: atrophic maxilla, angulated implants, bone grafting, photoelasticity

1 – Introdução ---------- 1

2 – Revisões da Literatura 3

- **Implantes angulados como alternativa à enxertia do seio maxilar------**
- **Implantes angulados---------- 4**

3 – Proposição ---------- 10

4 – Materiais e Métodos 11

- **Implantes convencionais---------- 11**
- **Dispositivos protéticos---------- 12**
- **Ensaios fotoelásticos---------- 13**
- **Análise fotoelástica---------- 14**
- **Análise quanlitativa ---------- 19**
- **Analise quantitativa---------- 20**

5 – Resultados ---------- 21

6 – Discussão ---------- 32

7 – Conclusão ---------- 35

8 – Referências ---------- 36

9 – Apêndice ---------- 49

SUMÁRIO

1- Introdução:

A técnica ‘‘*all-on-four*’’ consiste na reabilitação com implantes osseointegrados e próteses totais-fixas suportadas por 4 implantes, sendo dois na região anterior em posição vertical e dois posteriores angulados. Esta técnica foi introduzida em 2005 por Paulo Maló *et al*., 2005, destinada a reabilitações de maxilas com severa reabsorção com a finalidade de reduzir procedimentos de enxerto ósseo, bem como possibilitar a reabilitação protética imediata em pacientes que procuravam um tempo mínimo cirúrgico e reduzido número de implantes, sem perder as expectativas de sucesso para o tratamento (Pi-Urgell *et al*., 2008).

A reabilitação oral de pacientes totalmente edêntulos é limitada em coso de maxilas com reabsorção severa. Essa limitação se deve à reduzida quantidade e qualidade óssea disponível, bem como pela presença dos seios maxilares altamente pneumatizados. Nestes casos, manobras cirúrgicas prévias como o enxerto interposicional obtido da crista do ilíaco em uma osteotomia *Le Fort I*, técnicas onlay de enxerto ósseo ou procedimentos *sinus lift* em regiões posteriores da maxila (Astrand *et al*., 1996; Wannfors et al., 2000; Wiltfang *et al*., 2005; Sorni *et al*.,2005) são necessárias para obtenção de estrutura óssea que possibilita a colocação de implantes. Estas técnicas possuem limitações que vão desde a necessidade de múltiplas intervenções cirúrgicas, com o uso de sítios doadores extras bucais como, por exemplo, (crista do ilíaco) com maior morbidade pós-operatório além de longo intervalo para consolidação do enxerto ósseo para continuidade da reabilitação (Sorni, *et al*., 2005). Estes fatores diminuem a aceitabilidade dos pacientes para esta modalidade de tratamento.

Alternativas para técnicas de enxerto ósseo visando à restauração protética da maxila edêntula atrófica incluem implantes zigomáticos e, mais recentemente, os implantes curtos e/ou angulados. Estas alternativas têm a finalidade de eliminar ou reduzir a necessidade de procedimentos de enxerto, que alguns pacientes são relutantes em se submeter. Embora os implantes zigomáticos exijam amplo treinamento cirúrgico, conhecimento anatômico detalhado e habilidade manual, a instalação de implantes angulados não exige formação específica além dos métodos tradicionais de colocação do implante, (Block, *et al*., 2009).

O termo "implante angulado" refere-se a implantes colocados em ângulos que variam de 15º ou angulações maiores do que os implantes tradicionalmente verticais. Desta

forma, estes tipos de implantes oferecem um tratamento de reabilitação com menor morbidade e diminuição de custos.

Os benefícios e limitações do tratamento mandíbular com implantes inclinados versus vertical, assim como o planejamento com ou sem *cantilevers* posterior da prótese, têm sido amplamente discutidos. No entanto, vantagens biomecânicas associadas com *cantilevers* em prótese fixa e implantes inclinados na maxila são bem menos documentados na literatura. Assim o objetivo neste estudo foi avaliar a distribuição de tensão, na configuração *all on four*, nos implantes distais com diferentes graus de inclinação (15º e 35º) em reabilitações de maxila.

2-Revisão da Literatura:

a) Implantes angulados como alternativa à enxertia do seio maxilar

Alternativas para as técnicas de enxerto ósseo para restauração protética da maxila edêntula incluem implantes zigomáticos, implantes curtos e mais recentemente, implantes angulados, que evitam procedimentos de enxerto ósseo muitas vezes indesejado por parte do paciente. Apesar de implantes zigomáticos exigirem um extenso treinamento cirúrgico, as colocações de implantes angulados não requerem treinamento especial além daquele de instalação de implantes nos métodos convencionais.

Teoricamente, o sucesso dos implantes angulados baseia-se nos seguintes princípios (Krekmanov *et al*., 2000 a):

1. O uso de implantes mais longos, permitindo maior contato da superfície osso – implante.
2. A ancoragem cortical permitindo a otimização e maior chance de adquirir a estabilidade primária do implante.
3. Os implantes distais podem ser posicionados, mais posteriormente reduzindo o *cantilever* e, permitindo uma distribuição mais uniforme da carga ao longo do arco.

O uso de implantes inclinados eliminam as potenciais complicações e morbidade associada ao sítio doador do enxerto bem como complicações diretamente relacionadas com a cirurgia de enxertia do seio maxilar, da mesma forma quando se utiliza a técnica de implantes zigomáticos onde podemos enumerar algumas complicações relacionados tais como: sinusite pós-operatória, formação de comunicação buco sinusal, hematoma e/ou edema periorbitário e conjuntival, dor, edema facial, parestesia temporária, laceração labial, inflamação gengival e o risco de penetração orbitário (Brånemark P-I *et al*., 2004; Aparício C. *et al*., 2006; Duarte L.R. *et al* 2007).

b) Implantes Angulados

Carregamentos de implantes não axiais eram considerados inadequados para se obter a osseointegração em implantes angulados com *overdentures* mucossuportado e restaurações fixas da maxila parcialmente edêntula posterior (Ten Bruggenkate *et al*., 1991; Ten Bruggenkate *et al*., 1992).

Em contra partida, (Celletti *et al*., 1995) observaram que os implantes angulados carregados alcançaram osseointegração e foram bem sucedidos funcionalmente após 1 ano de carregamento, sem qualquer efeito adverso sobre o osso circundante ou tecido mole.

A partir disto (Mattsson *et al*., 1999), em estudo clínico descreveram uma técnica cirúrgica para a restauração da maxila edêntula severamente reabsorvida com uma reabilitação fixa sem enxerto do seio maxilar ou alvéolos. O estudo incluiu 15 pacientes que receberam de 4 a 6 implantes, todos angulados, para um total de 86 implantes. A técnica cirúrgica envolvia levantar um retalho mucoperiostal e expor a parede anterior do seio maxilar e a abertura piriforme. Uma fenestração foi feita na região anterior do seio para localizar a parede lateral nasal, bilateralmente, implantes posteriores foram instalados em um ângulo paralelo à parede anterior do seio. Adicionais implantes axiais foram colocados em maxila anterior em uma orientação vertical em comparação com os implantes posteriores. Um ou dois implantes foram então colocados mais mesialmente em um ângulo para ancorar na espinha nasal ou osso cortical da cavidade nasal. Os pacientes não foram autorizados a usar prótese removível durante 2 semanas. Os implantes foram reabertos para a segunda fase 6 meses após a colocação, sendo então restaurados com prótese fixa. Os pacientes foram acompanhados por um período entre 36 a 54 meses. Um implante foi perdido no momento da reabertura devido a não osseointegração. A taxa de sobrevida global dos implantes foi de 98,8%, e a taxa de sucesso da prótese foi de 100%. Os autores concluíram que o uso de implantes angulados poderia ser uma alternativa econômica para as técnicas tradicionais de enxertia óssea para restaurar maxilas edêntulas.

Krekmanov *et al*., (2000 b) tinha como objetivo modificar o método tradicional de colocação de implantes na região posterior da maxila e ainda fornecer suporte distal à próteses fixas reduzindo a extensão do cantilever e a necessidade de enxertia. Vinte e dois pacientes receberam 138 implantes, sendo 40 implantes angulados. O estudo utilizou uma técnica cirúrgica aberta, com fenestração do seio, para localizar tanto a parede anterior

como a posterior do seio maxilar. Os implantes mais posteriores foram instalados ao longo de cada parede anterior ou posterior do seio cerca de 30 a 35º de angulação. O protocolo de 2 estágios foi utilizado, com reabertura dos implantes 6 meses após a instalação. Os implantes foram carregados de 1 dia a 3 semanas após a colocação do pilar. Medições ao nível do implante-osso foram realizadas durante o período de acompanhamento que variou de 1 a 5 anos após o carregamento. Os implantes com menos de 2 mm de perda óssea após o carregamento foram classificados como bem sucedidos e aqueles com mais de 2 mm de perda óssea após o carregamento foram classificados como estáveis. Um implante angulado e 6 axiais foram perdidos, após o carregamento. Os implantes angulados obtiveram uma taxa de sucesso global de 95,7% e uma taxa de sobrevida geral de 97,5%, já os implantes axiais alcançaram uma taxa de sucesso geral e de sobrevida global de 92,5% e 93,8%, respectivamente considerando que a taxa de sucesso global da prótese foi de 100% para ambos os casos. Dentre as complicações, deiscência da incisão precoce e difícil acesso para inserção dos implantes inclinados foram mais observados. Os autores concluíram que o uso de implantes inclinados para o tratamento de arcos edêntulos com reabsorção posterior eliminou a necessidade de técnicas avançadas de enxerto ósseo e apresentou uma boa alternativa de tratamento.

Os implantes angulados têm sido utilizados para engajamento tanto na região piriforme e da maxila posterior. (Krekmanov *et al*., 2000 a) relataram estudos com 22 pacientes que receberam um total de 75 implantes, sendo 42 implantes angulados. Em dois pacientes o carregamento foi realizado dentro de 2 semanas e nos demais casos o carregamento foi realizado após 4 e 6 meses. Três implantes angulados (antes do carregamento) e 1 implante angulado (após o carregamento) foram perdidos. Nenhum dos implantes axiais foi perdido com o acompanhamento clínico que variou de 1 a 10 anos. A taxa de sobrevida global nos implantes angulados e reto foi de 92,8% e 100%, respectivamente. A taxa de sucesso global da prótese foi de 100%. Krekmanov (et al., 2000 a) postulou que o contato osso cortical parecia estar diretamente ligado à sobrevivência dos implantes angulados.

Aparício *et al*., (2001) utilizaram implantes retos e angulados como uma opção de tratamento para a enxertia do seio maxilar em pacientes com maxilas parcialmente desdentadas na área posterior. Foram instalados 101 implantes, sendo 42 angulados. Seis

pacientes eram fumantes. Os implantes angulados foram colocados na área da tuberosidade / pterigóide, palato, parede mesial do seio e na área da abertura piriforme nasal. Foi aguardado o período de osseointegração e com 6 a 8 meses os implantes foram reabertos e carregados com restaurações fixas. Os pacientes foram acompanhados por 21 a 87 meses. Os implantes foram avaliados clinicamente com auxílio do Periotest e radiograficamente. As taxas de sucesso e sobrevivência foram determinadas conforme os critérios definido por (Albrektsson, *et al.,* 1986). Dois dos implantes axiais falharam antes do carregamento. Nenhum dos implantes angulados falhou, no entanto três dos implantes axiais e 2 angulados foram classificados como sobrevivência, mas não bem sucedida. Os implantes axiais tiveram uma taxa de sucesso de 95%, e os implantes angulados tiveram uma taxa de sucesso de 95,2%. Com base nos resultados, os autores acreditam que edentulismo parcial na maxila posterior, com osso insuficiente para a colocação do implante tradicional pode ser restaurado com uma combinação de implantes axiais e angulada sendo esta uma alternativa viável para substituir a enxertia do seio maxilar.

Carga imediata em implantes angulados, associados a implantes axiais tem sido relatada. Calandriello e Massimiliano, (2005) reabilitaram 18 pacientes que receberam um total de 60 implantes, dos quais 27 foram angulados. Carga imediata foi aplicada com uma prótese parafusada no mesmo dia ou dentro de 3 dias. Um implante axial e um angulado falharam, resultando numa taxa de sobrevida global de 97% e 96,3%, respectivamente. A taxa de sobrevivência geral para os implantes foi de 96,7%, e a taxa de sucesso da prótese foi de 100%.

Um protocolo de função imediata para reabilitação total da maxila com uma restauração fixa suportada por 4 implantes foi realizado num estudo onde incluiu 32 pacientes que receberam 128 implantes. Cada paciente recebeu 2 implantes angulados e 2 axiais, para um total de 64 implantes axiais e 64 angulados. Cada um dos implantes posteriores foi colocado tangencial à parede do seio anterior a um ângulo de 30 a 35 graus. Dois implantes anteriores foram colocados axial e mesialmente em relação aos implantes posteriores. Os implantes foram colocados com um torque de 40 N-cm. Uma restauração fixa acrílica provisória foi entregue dentro de 3 horas após a instalação dos implantes. Os primeiros 22 pacientes também receberam 51 implantes adicionais que ficaram submersos durante o carregamento imediato. Estes implantes não foram carregados imediatamente e

foram usados, no caso de falha do implante ou foram incluídos na prótese final. Esses pacientes receberam as próteses finais 12 meses após a colocação do implante inicial. Já os pacientes sem implantes adicionais receberam a prótese final 6 meses após a instalação dos implantes. O período de acompanhamento com exames clínicos e radiográficos variou de 6 meses a 1 ano após a instalação dos implantes. Os implantes foram classificados como sobrevivente de acordo com métodos de avaliação de rotina, três implantes angulados falharam e não houve falha em nenhum dos implantes axiais. Dois dos implantes angulados falharam devido ao bruxismo e outro devido à ausência osseointegração e falta de estabilidade primária. A taxa de sobrevivência para os implantes axiais e angulados foi de 100% e 95,3%, respectivamente. A taxa de sobrevida geral foi de 97,6% e a taxa de sucesso da prótese foi de 100%. Perda óssea marginal foi de 0,9 mm em média, e não foi encontrada diferença estatisticamente significante entre os implantes axial e angulados. Os pesquisadores acreditam que a carga imediata com 2 implantes angulados e 2 axiais para restaurar a maxila edêntula é uma alternativa viável de tratamento para evitar o enxerto do seio maxilar (Malo *et al*., 2005).

Malo, *et al*., confirmaram estes resultados em 2006. Neste trabalho, 16 dos 44 pacientes eram fumantes e a maioria das próteses foram apoiadas por 4 implantes. Um total de 166 implantes foram colocados, com 82 implantes angulados ao longo da parede anterior do seio maxilar usando a técnica de visualização aberta do seio maxilar. Os implantes foram carregados imediatamente com próteses provisórias acrílicas no dia da cirurgia. Restauração final fixa foi entregue 12 meses após a colocação do implante. Os pacientes foram acompanhados durante 1 ano, duas falhas de implantes angulados foram observadas. Ambas foram substituídas com os implantes que sobreviveram e foram incluídos nas próteses finais. A taxa de sobrevivência dos implantes axiais e angulados foi de 100% e 97,5%, respectivamente, com uma taxa de sobrevivência geral de 98,7%, sendo que a taxa de sucesso da prótese foi de 100%. Não foi encontrada diferença entre os implantes angulados e axiais em relação à perda óssea marginal durante o período de observação.

Rosen e Gynther (2007) usando o protocolo protético de (Mattsson., *et al*., 1999) encontraram bons resultados mesmo em grupo de fumantes. Seis pacientes eram fumantes. Os pacientes foram acompanhados clinicamente e radiograficamente durante 8 a 12 anos.

Um total de 3 implantes em 2 pacientes foram perdidos durante o período de acompanhamento, para uma taxa de sobrevivência global de 97%. Os outros pacientes tiveram todos os seus implantes restaurados com próteses fixas. A taxa de sucesso global da prótese foi de 90%. Como complicações foram relatados casos de mucosite com sinusite, problemas na fala e problemas estéticos com a restauração. O acompanhamento a longo prazo deste estudo forneceram evidências de que o uso de implantes angulados em pacientes com severa atrofia maxilar posterior é uma opção viável e baseada em evidências em comparação com enxerto ósseo.

Testori., et al., (2008) avaliaram os resultados do tratamento com implantes carregados imediatamente em restaurações fixas totais em maxila com a utilização de implantes axial e angulados e comparou clinicamente as taxas de sucesso de implantes axiais contra angulados no paciente parcialmente desdentado. Os pacientes foram avaliados em 1 mês, 3 meses, 6 meses, 1 ano, e anualmente até 5 anos. Dos 164 implantes axiais, 3 falharam, resultando numa taxa de sobrevivência de 97,9%, enquanto dos 82 implantes angulados, 2 falharam, com taxa de sobrevivência de 97,1%, e uma taxa de sucesso da prótese de 100%. Não foi observada diferença na perda óssea marginal nos 2 grupos 1 ano após a instalação dos implantes. Os implantes angulados tiveram uma taxa de sucesso global de 96,5% e os implantes Axiais, uma taxa de sucesso de 97%. Segundo estes autores afirmam que os dados publicados suportam o uso de implantes angulados combinados com axiais para próteses implanto – suportados, no entanto mais estudos a longo prazo devem ser realizados.

Devido às controvérsias existentes em relação à eficácia da reabilitação total maxilar completo quando são utilizados apenas quatro implantes, os autores tiveram como objetivo determinar quais os fatores de risco, se for o caso, que podem aumentar a probabilidade de falha dos implantes em função imediata usando implantes inclinados distais, no protocolo com 4-implantes na maxila. Foi realizado uma análise retrospectiva do desempenho dos implantes instalados em pacientes tratados com 4 implantes em 285 maxilas (1140 implantes) e 273 mandíbulas (992 implantes) que oferecem função imediata para arcos completo com próteses fixas implanto-suportadas. O grupo de pacientes tratados consecutivamente consistia daqueles que forneceram consentimento entre abril de 2008 e

dezembro de 2010. Um estudo retrospectivo foi conduzido para avaliar os potenciais fatores de falhas de implantes maxilares, incluindo uma história de vícios como fumar, a densidade óssea, volume ósseo, gênero, o torque de inserção, parafunção, oclusão oposta no local do implante, e fatores sistêmicos. Os dados foram analisados com estatística descritiva. Uma série de fatores de riscos foram postulados na tentativa de estabelecer diretrizes para a modificação de protocolos de planejamento de tratamento em resposta a riscos combinados. Vários fatores primários comuns em cenários de falha de implantes maxilares foram identificados por meio deste processo de criação de perfil do paciente. Antagonista a dentição natural, gênero masculino, a falta de densidade óssea, o local do implante distal, e parafunção foram suficientemente frequentes na ocorrência em situações de falha, sugerindo o uso de implantes adicionais ou atraso no carregamento e instalação de uma dentadura completa convencional, como uma prótese provisória podendo ser mais adequada na gestão de pacientes identificados como sendo de alto risco. Fatores secundários tais como a disponibilidade óssea (volume) e fumo eram menos comuns em situações de falha. Um protocolo preliminar é sugerido tanto para o planejamento do tratamento como para determinar o perfil do paciente em relação às características que podem contribuir para a falha do implante. Concluiu-se que uma diminuição na ocorrência de falhas foi observada incidentalmente durante a execução em curto prazo deste protocolo. Assim sendo para considerar implantes inclinados como uma modalidade de tratamento confiável, são necessárias informações sobre o resultado a longo prazo, o número de pacientes, o número de implantes, o tempo de carregamento, o número de implantes perdidos, a razão para a perda de implante, a taxa de sobrevivência global de implantes angulados em relação axial, o sucesso da prótese, e período de acompanhamento influenciam na decisão a ser tomada quando se pensa em reabilitação maxilar e o sucesso da mesma. Deste modo ao se planejar a instalação de implantes angulados ou protocolo "*all on four*" e se obter sucesso com a mesma é necessário avaliar os fatores de risco ao qual o paciente esta sujeito (Stephen., *et al*., 2011).

3 – Proposição

Este trabalho teve como objetivo analisar por meio de analise fotoelástica a tensão sobre os implantes distais inseridos pela técnica "*all-on-four*" em angulações diferentes sendo estes de 15º e 35º.

4-Material e Métodos:

Para a realização deste estudo, foi confeccionado um crânio em Poliuretano modelo de estoque de um crânio humano desdentado pré-fabricado, código 9007 (Nacional Ossos® Ltda - Jaú, São Paulo) a partir deste foi confeccionado o modelo de resina fotoelástica, Araldite Gy 279 e Aradur 2963 (Araltec® Produtos Químicos Ltda – Guarulhos, São Paulo), a configuração e posições dos implantes obtidos foi transferido para os modelos em resina fotoelástica (Polipox Flexível GIV 1,500 kg e Borracha de Silicone ASB – 10 Azul - POLIPOX®).

As amostras foram divididas em 2 grupos:

Grupo 1: 3 maxilas (análise em duplicata), sendo instalados 2 implantes convencionais na região anterior no eixo axial (diâmetro de 3,5X10mm de comprimento, hexágono externo do sistema INP), conectados a dois implantes distais(diâmetro de 3,5X15mm de comprimento, hexágono externo do sistema INP) angulados em 15º e *cantilevers* de 10 mm bilateral.

Grupo 2: 3 maxilas (análise em duplicata), sendo instalados 2 implantes convencionais na região anterior no eixo axial (diâmetro de 3,5X10mm de comprimento, hexágono externo do sistema INP), conectados a dois implantes distais(diâmetro de 3,5X15mm de comprimento, hexágono externo do sistema INP) angulados em 35º e *cantilevers* de 10 mm bilateral.

Implantes convencionais

Os implantes convencionais instalados nos modelos foram do Sistema INP (Sistema de Implantes Próteses Nacionais - tratada Porous, alto poder de corte com espiras geometricamente arredondadas; micro espiras), os implantes eram do tipo Conus ® de corpo cilíndrico e ápice cônico, sendo hexágono externo de 3,5 de diametro e 10 mm de comprimento na região anterior e 3,5 de diametro e 15 mm de comprimento na região posterior da maxila.

A distância entre a plataforma protética dos implantes centrais foi de 12mm enquanto entre os implantes distais e central foi de 17 para o grupo de 15º e 19mm para o grupo de 35º.

Confecção da Barra Metálica

No prototipo foram instalados os implantes e realizada a moldagem de tranferância com silicone de condensação. Deste molde foi obtido uma matriz em gesso especial com os análogos de mini-pilar em posição. Esta matriz foi utilizada para auxiliar a confecção das barras de titânio soldadas à lazer.

Figura 1: Modelo de disposição dos implantes.

Ensaios fotoelásticos

Para realização do teste biomecânico, foi desenvolvida uma matriz em resina acrílica tendo como referência a barra metálica previamente confeccionada e a distribuição espacial dos implantes.

A partir deste modelo foi obtido um molde em borracha (Borracha de Silicone ASB – 10 Azul - POLIPOX®) Manipulada na proporção de 100 ml de silicone para 5 ml do seu catalizador até obtenção de uma mistura homogênea. Esta mistura foi colocada num frasco plástico, juntamente com a matriz em acrílico e deixado por um período de 24 horas.

Após a espera da presa total do material foi removida a matriz e obtido o molde. Todo o conjunto barra, componentes protéticos e implantes, foi posicionado dentro do molde com auxílio de haste vertical fixa, previamente confeccionada para proporcionar a suspensão do conjunto.

Foi realizada a manipulação da resina fotoelástica (Polipox Flexível G III 1,370 kg) e condicionamento em panela de pressão com 60 kgf / cm^2 por 3min para remoção de resíduos de ar presos à mistura durante a manipulação. Para verter a resina no molde foi utilizada uma pipeta automática (Swift Pet+ 25 ml) para reduzir a formação de bolhas. Todo o conjunto foi levado à panela de pressão para espera da presa do material com a mesma pressão por 24 h.

Após a remoção do modelo fotoelástico do molde os modelos foram acondicionados em lugar apropriado para espera de pelo menos mais 24h a partir da qual se iniciou os carregamentos e análises, padronizando assim o tempo entre obtenção e análise dos modelos. Foi verificada a existência de tensões pré-existentes aos testes. Não havendo tensões pré-existentes, os modelos foram submetidos à análise fotoelástica.

- Após 24 h para permitir a interpretação e comparação, as fotografias dos padrões de tensão fotoelásticos foram esquematizadas de acordo com a intensidade da cor, representando a magnitude de força em cada região analisada.

Análise fotoelástica

A análise qualitativa da distribuição das tensões produzidas foram realizadas por meio de imagens obtidas do polariscópio circular pertencente ao laboratório de Prótese Dentaria da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp. Este aparelho foi acoplado a uma máquina digital (Canon EOS Rebel XS SLR Digital)) que permitiu registrar as franjas isocromáticas produzidas no momento do carregamento.

Foram aplicadas cargas verticais inseridas na barra parafusada nos implantes. A cada procedimento realizado, o modelo foi submetido a registros fotográficos em uma mesma distancia focal em três momentos: na região do *cantilever*, na região do implante distal para simular a barra sem *cantilever* e em todos os implantes simultaneamente.

Para aplicação pontual da carga foi elaborado um corte em forma de V em uma barra com roscas que era parafusada na célula de carga. O carregamento foi aplicado progressivamente até chegar a uma carga de 0,50 kgf visualizado no painel acoplado ao polariscópio (Figura 2).

Figura 2: Polariscópio circular plano. A) vista frontal e painel de visualização de força, B) vista lateral.

Para a análise fotoelástica foram feitos index no modelo fotoelástico, com dimensões conhecidas, de modo que fosse examinadas a região adjacente de cada pilar, sendo os implantes de 15º e 35º do lado esquerdo e do lado direito. Para os dois lados o index possuia 25 mm de comprimento, 22 mm de altura e 10 mm de espessura.

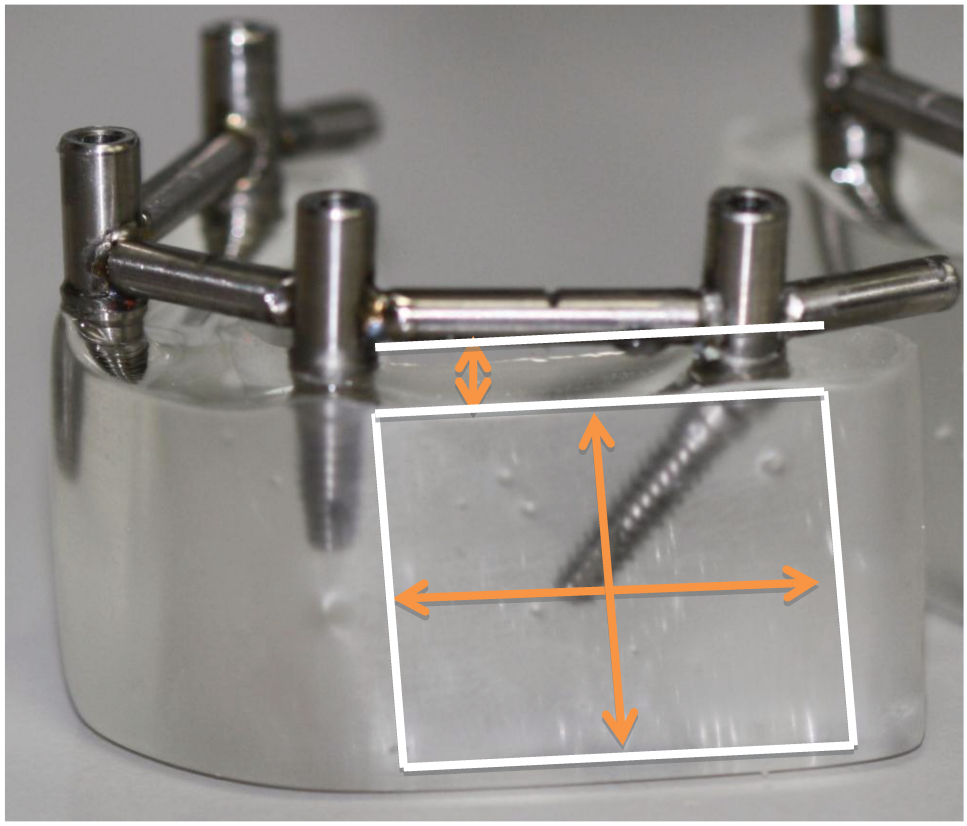

Figura 3: Área analisada no modelo de estudo representada pelo retângulo e setas com dimensões de 25 mm de comprimento, 22 mm de altura e 10 mm de espessura.

Desta forma foi possível a eleição de pontos padronizados nas diferentes estruturas para a análise da tensão cisalhante máxima (T) no programa *Fringes*® (em ambiente MatLab®) , do laboratório de prótese da FOP-Unicamp (desenvolvido no Laboratório de Projetos Mecânicos da Universidade Federal de Uberlândia).

Neste programa, fotos dos modelos fotoelástico são inseridos, bem como a constante óptica (Kσ) do material fotoelástico empregado. Com base nas equações inseridas no programa e as ordens de franjas informadas pelo examinador, ele fornece, para pontos pré-determinados, a tensão cisalhante máxima (T).

O modelo fotoelástico, com index para as fotografias, foi posicionado no polaroscópio circular. A presença de tensões residual decorrente do “efeito de bordo” foi verificada. Estas não apresentavam tensões que pudessem interferir na análise fotoelástica, pois os pontos de interesse não estavam sob essas tensões.

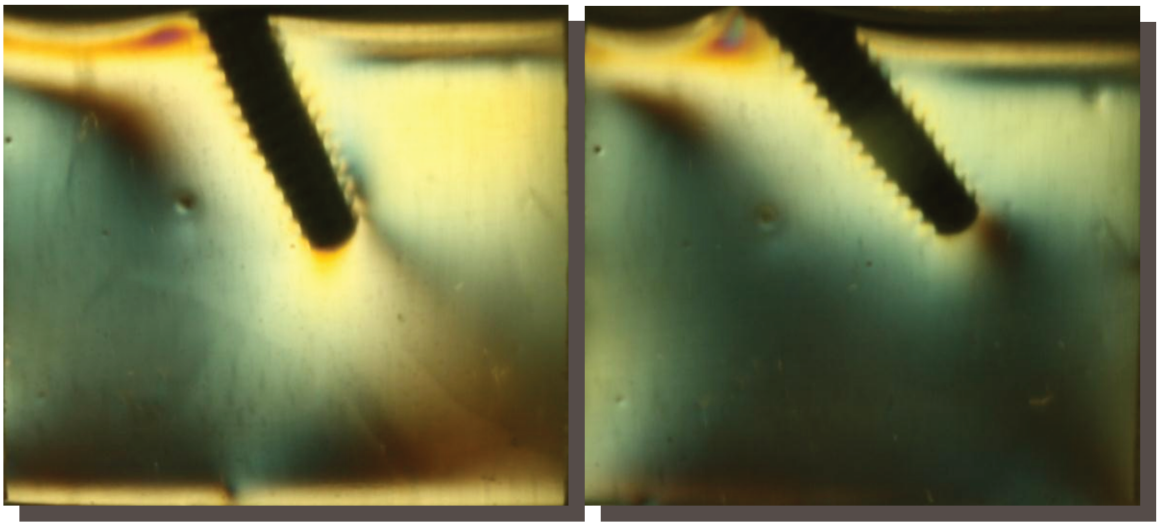

Figura 4 modelos fotoelástico sem tensão preexistente a análise A) configuração de angulação de 15º, B) configuração de 35º.

Primeiramente o modelo foi posicionado com a face esquerda perpendicular aos filtros do polaroscópio e a lente da máquina fotográfica (Canon EOS Rebel XS SLR Digital, com lente Canon telephoto EF 100mm/2.8 USM macro autofocus). A máquina foi posicionada sobre um tripé para a padronização das fotos. As estruturas de cada grupo foram submetidas a carga de (0,50 kgf), primeiro na região do *cantilever*, posteriormente na região do implante (pilar) e finalmente na região oclusal, a presença das franjas foi observada após a incidência da respectiva carga e registrada para todas as amostras. As ordens das franjas fracionárias para o cálculo das tensões cisalhantes máximas foram obtidas pelo programa *Fringes*®.

Para a obtenção dos resultados as fotos foram recortadas em um programa editor de imagem (Adobe Fotoshop®), restando apenas a região do modelo fotoelástico aparente pelo index (Figura 2), com isso, foi possível conhecer as medidas das imagens analisadas no programa *Fringes*®.

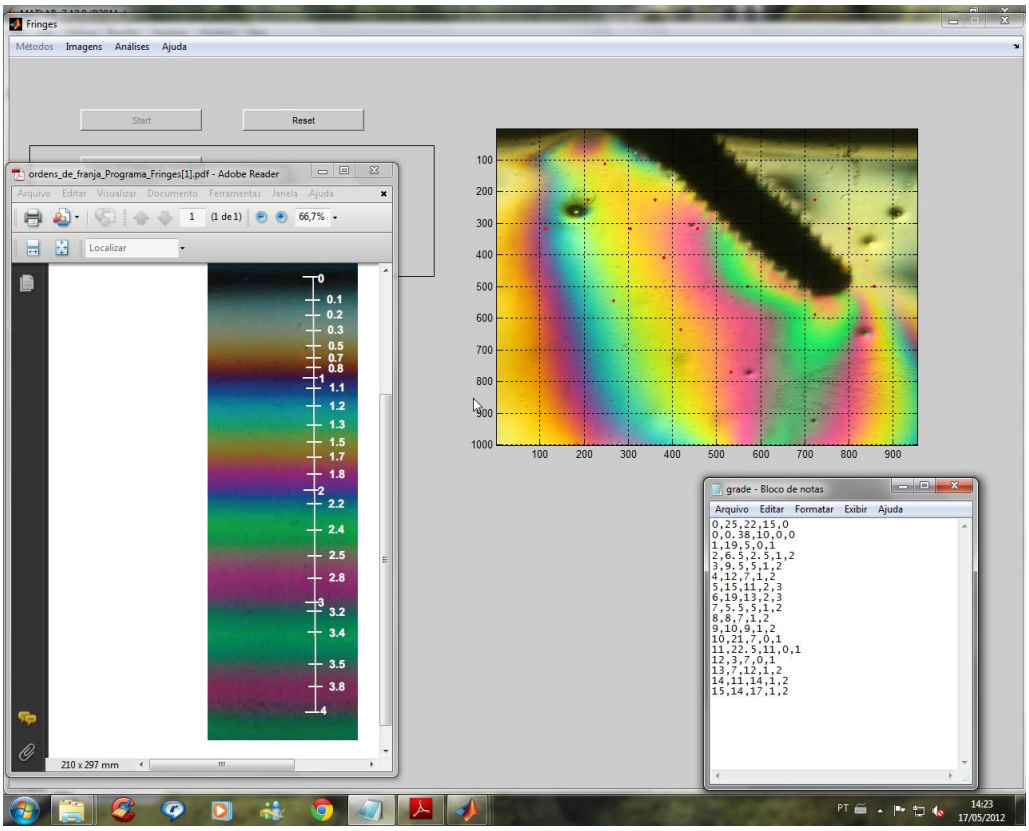

Figura 5: Programa *Fingers*, tela demonstrando a grade para determinação dos pontos analisados, com escala de cores que representam a distribuição de tensão no implante.

O programa *Fringes*® possui armazenado previamente, os valores da constante óptica dos materiais fotoelásticos a serem utilizados. No estudo, o modelo fotoelático foi confeccionado com resina Polipox GIII flexivel, que possui valor de constante óptica de 0,38 N/mm franja.

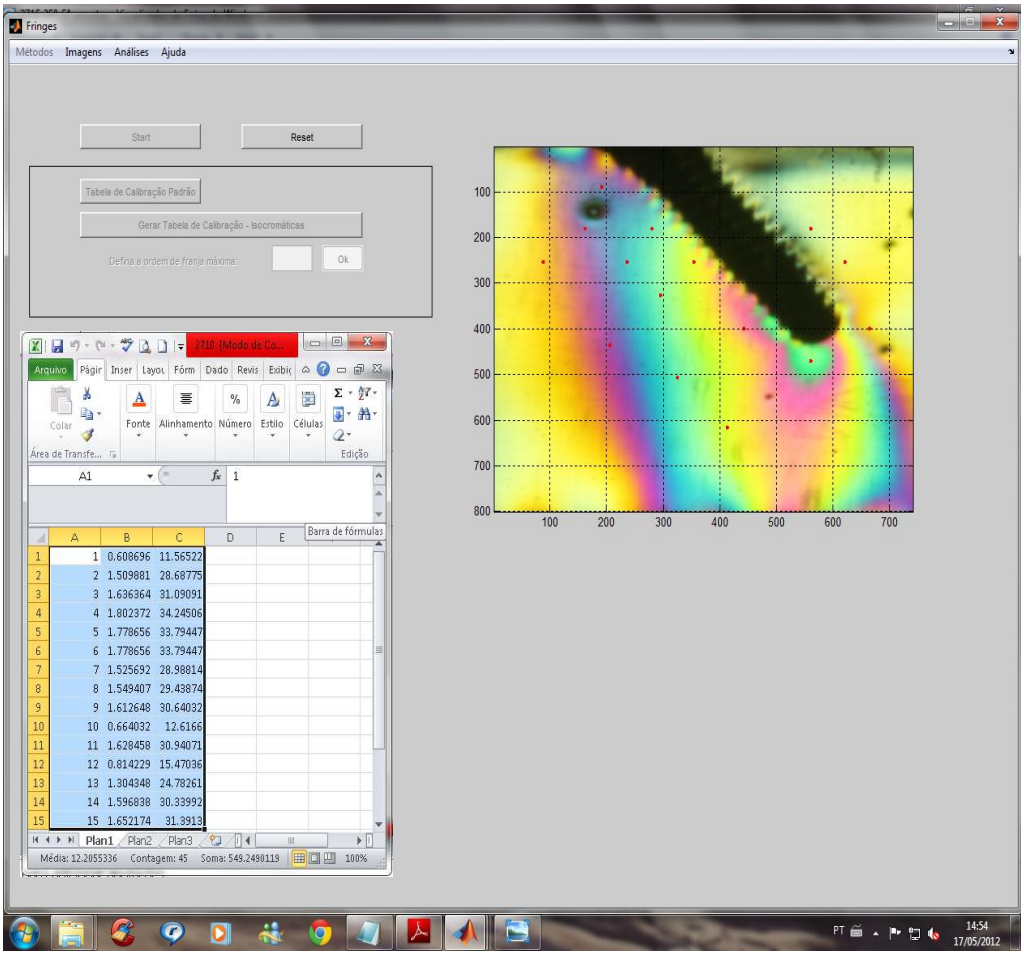

Figura 6: Tabelas com a ordem de franjas e a tensão cisalhante máxima geradas em Excel® (Microsoft, EUA).

Para as imagens fotoelásticas do grupo de implante com inclinação de 15º e 35º, foram analisados 15 pontos em cada lado, dispostos em torno do implantes representados por meio de (pontos vermelhos na Figura 6).

Estes pontos foram divididos em região cervical e apical, conforme (Figura 6), sendo que para a região cervical foram considerados 8 pontos e para a região apical 7 pontos.

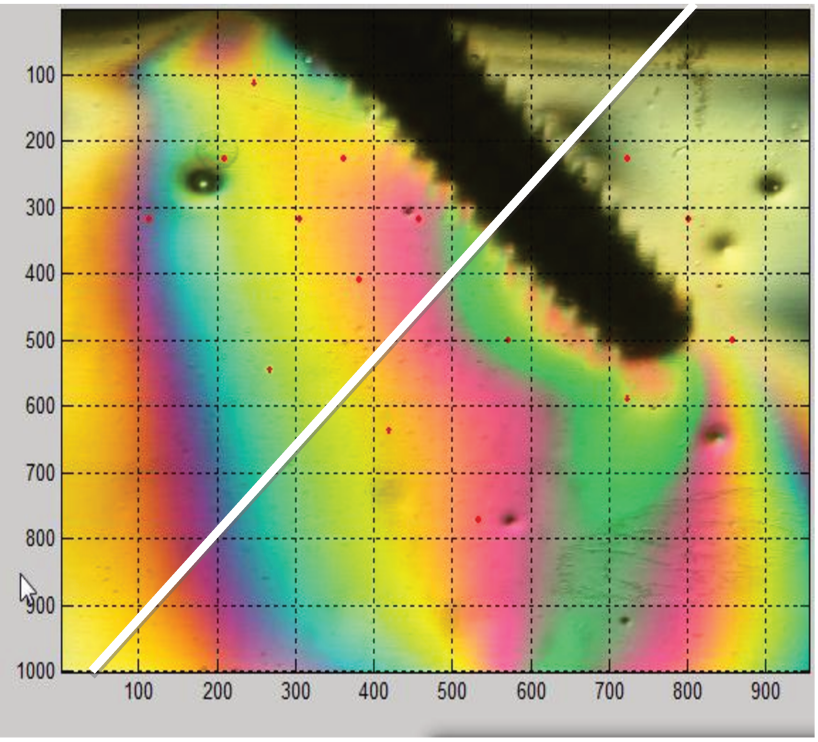

Figura 7 : observe os 15 pontos vermalhos relacionados e a divisão da imagem em regiões cervical e apical para avaliação das tensões.

Os resultados foram tabulados e separados em: tensão total sofrida pelo implante, tensão sofrida na área cervical e tensão sofrida na área apical, para angulações de 15º e 35º.

Análise qualitativa

A análise qualitativa teve como objetivo observar o local de início das origens de franjas isocromáticas nos modelos fotoelásticos, e observar a distribuição destas tensões ao longo do implante.

Para análise qualitativa, o número e a ordem das franjas indicam a intensidade de tensão a qual o implante é submetido.

As tensões são observados pelas franjas de forma isocromática sendo N=0 (preto), N=1 (vermelho azul – baixa intensidade), N=2 (vermelho verde – média intensidade), N=3 (rosa verde – alta intensidade) (Tonella *et al.,* 2011).

Esta intensidade de cores pode ser observada na (Figura 7).

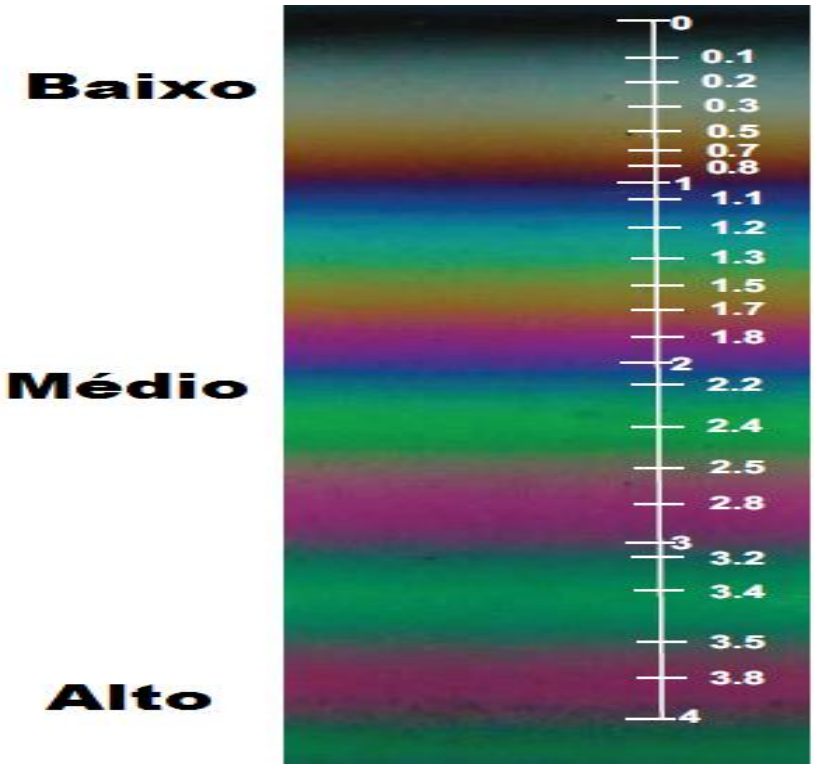

Figura 8: Intensidade de cores na ordens de franja observada no polaroscópio segundo (Ochiai *et al*., 2003).

Análise quantitativa

Para análise estatística foi utilizado a tensão total em cada implante, somando-se cada um dos 15 pontos analisados, o que compreende a área total a qual sofreu tensão.

Assim foram realizados testes (t) de Student (variáveis homogêneas) e teste de Mann Whitney (variaveis heterogêneas) no programa estatistico Bioestat 5.0 , com nível de significancia de p≥0,05, comparando tensão (carga N) sobre o *cantilever*, pilar e oclusal nos implantes com inclinações de 15 e 35graus.

Foram ainda comparados as tensões exercidas na região apical e cervical entre as angulações, utilizando tambem o teste T de Student (p=0.05) e Mann Whitney (p=0.05).

5-Resultados

Ao compararem-se as tensões totais, nos implantes com angulação de 15e 35 graus, ou seja, área total a qual o implante sofre tensão, área da região cervical e área da região apical, observa-se que em relação aos *cantilevers* estes são diferentes estatisticamente somente na área da região apical (p=0,03), sendo resultados semelhantes observado na região referente às cargas nos pilares, que também se mostram estatisticamente diferentes na região apical (p=0,02). Entretanto ao se analisar a carga oclusal, observa-se que os implantes com diferentes angulações têm resultados com diferença estatisticamente significativos em relação à região cervical (p=0,04).

Tabela 1: Tensão (N) sofrida pelos implantes com angulação 15graus e angulação 35graus, por região de *cantilever*, pilar e oclusal, divididos por área do implante.

	Média e desvio padrão			
	Tensão (N)	**Implante angulação 15°**	**Implante angulação 35°**	**p**
Cantilever	Total	485.5 ± 64.7	430.2 ± 126.7	0.36
	Cervical	274.8 ± 61.8	262.6 ± 97.1	0.8
	Apical	210.6 ± 24.5	167.6 ± 36.8	0.03
Pilar	Total	352.9 ± 60.6	326.8 ± 50.1	0.43
	Cervical	180.9 ± 55.8	181.4 ± 46.7	0.9
	Apical	172.0 ± 11.4	145.3 ± 22.4	0.02
Oclusal	Total	208.9 ± 24.8	233.0 ± 32.7	0.18
	Cervical	101.9 ± 6.2	128.9 ± 22.9	0.04 *
	Apical	106.9 ± 24.0	104.0 ± 29.0	0.8

* teste de Mann Whitney

Ao se comparar graficamente a tensão sofrida pelo implante com carga no *cantilever* na área apical dos implantes, observa-se que há maior tensão no implante com angulação de 15graus.

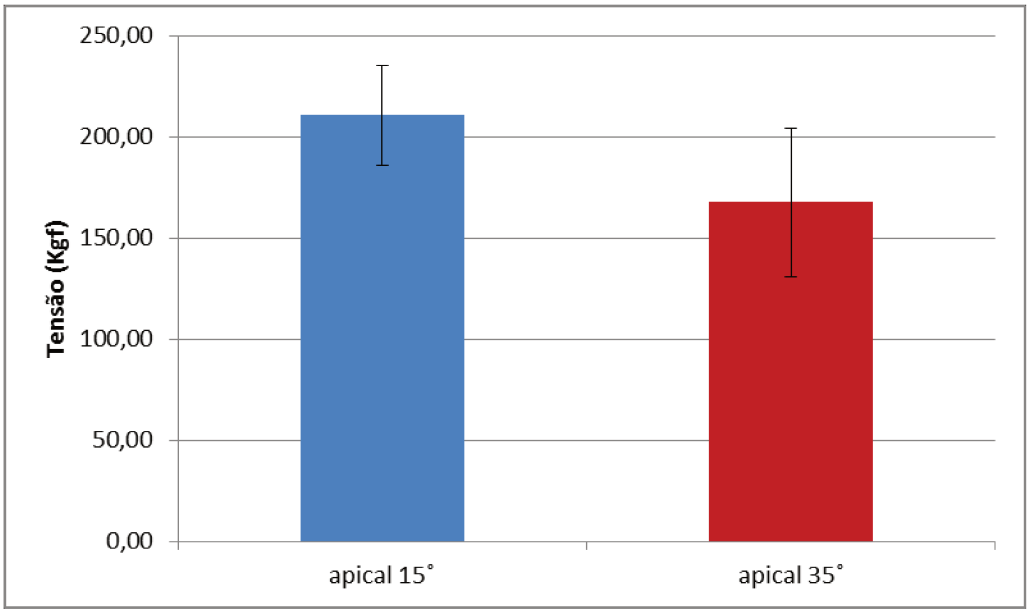

Figura 9: Comparação das tensões com carga em *cantilever* na área apical dos implantes analisados.

Ao analisarmos ainda graficamente a tensão sofrida pelo implante com carga no pilar na área apical dos implantes, observa-se que há maior tensão no implante com angulação de 15graus.

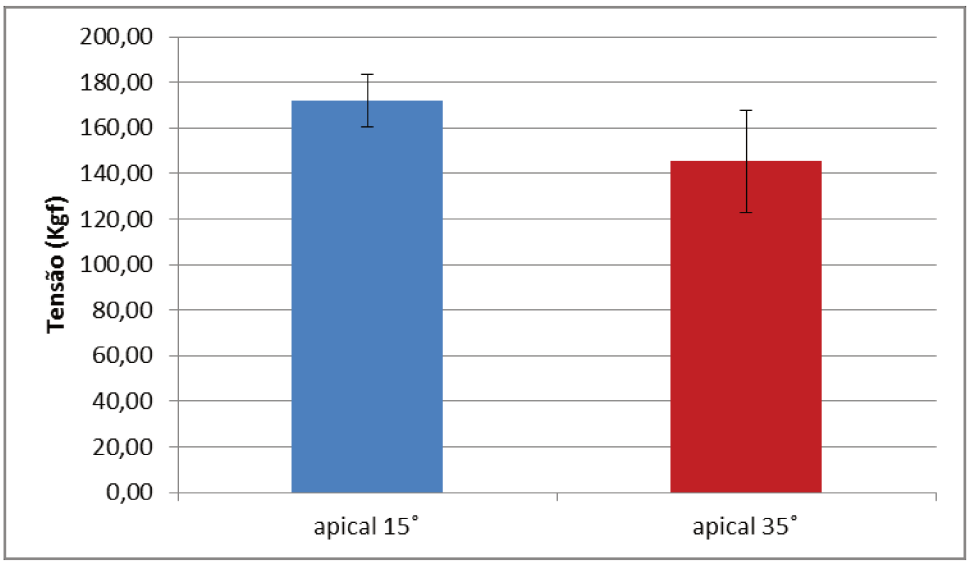

Figura 10: Comparação das tensões com carga no pilar na área apical dos implantes analisados.

Ao verificarmos graficamente a tensão sofrida pelo implante com carga oclusal na área cervical dos implantes, observa-se que há maior tensão no implante com angulação de 35graus.

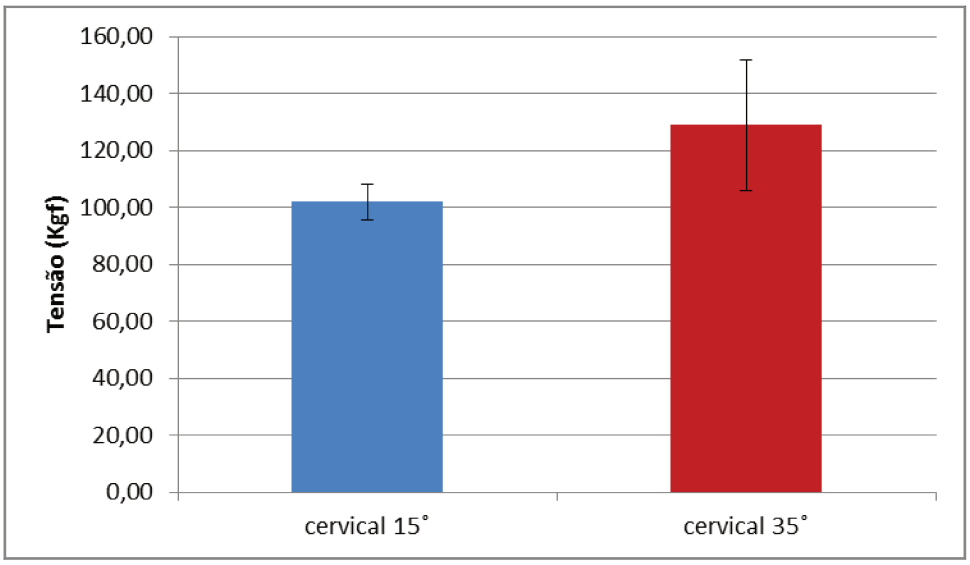

Figura 11: Comparação das tensões com carga oclusal na área cervical dos implantes analisados.

Em relação à análise qualitativa observa-se maior concentração de tensões na região apical nos implantes de 15graus, quando a carga é incidida no *cantilever*.

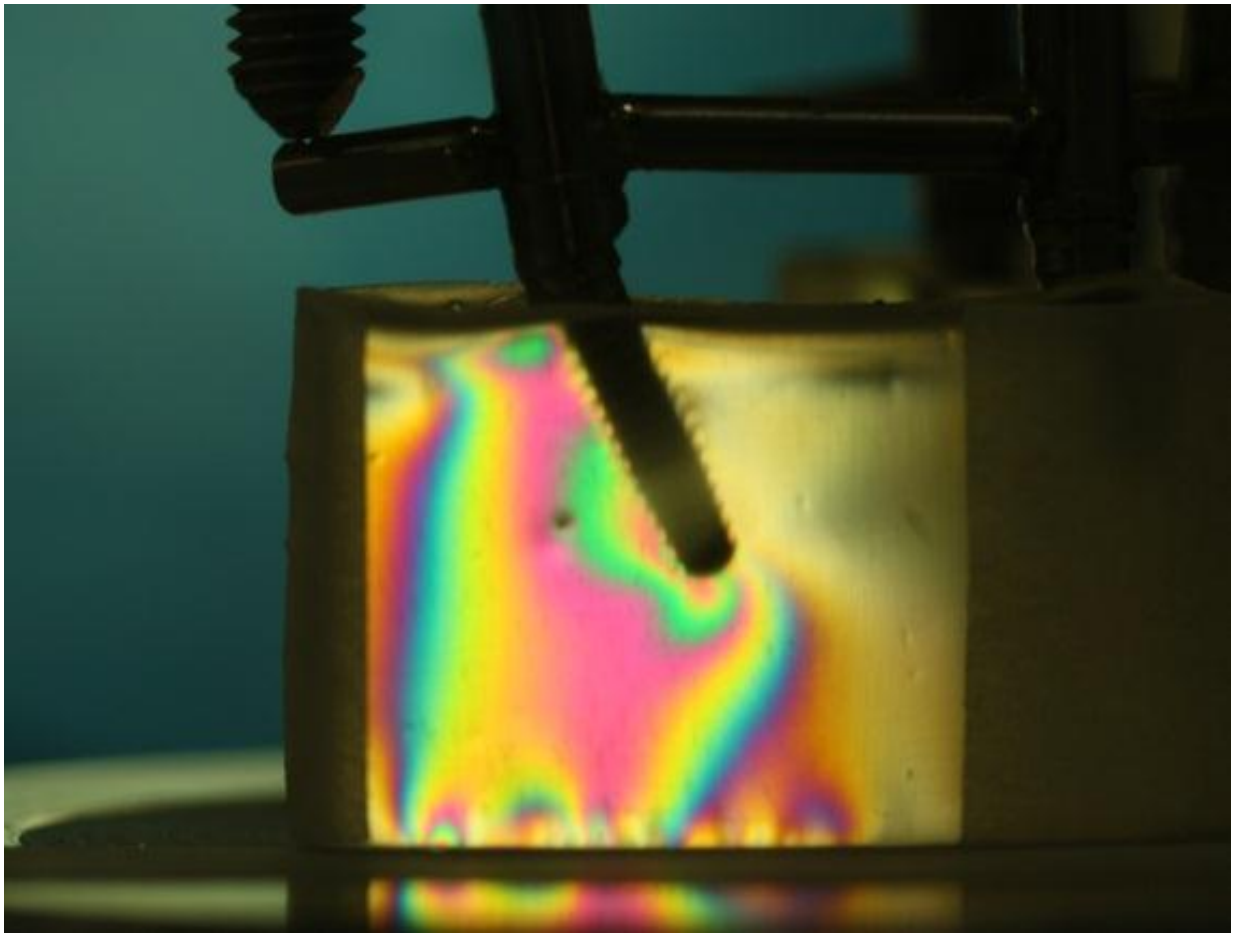

Figura 21: Distribuição de Forças (tensão) nas franjas de implantes angulados em 15˚ em *cantilever*. Observa-se pela figura que há maior tensão identificada pela cor verde na região apical.

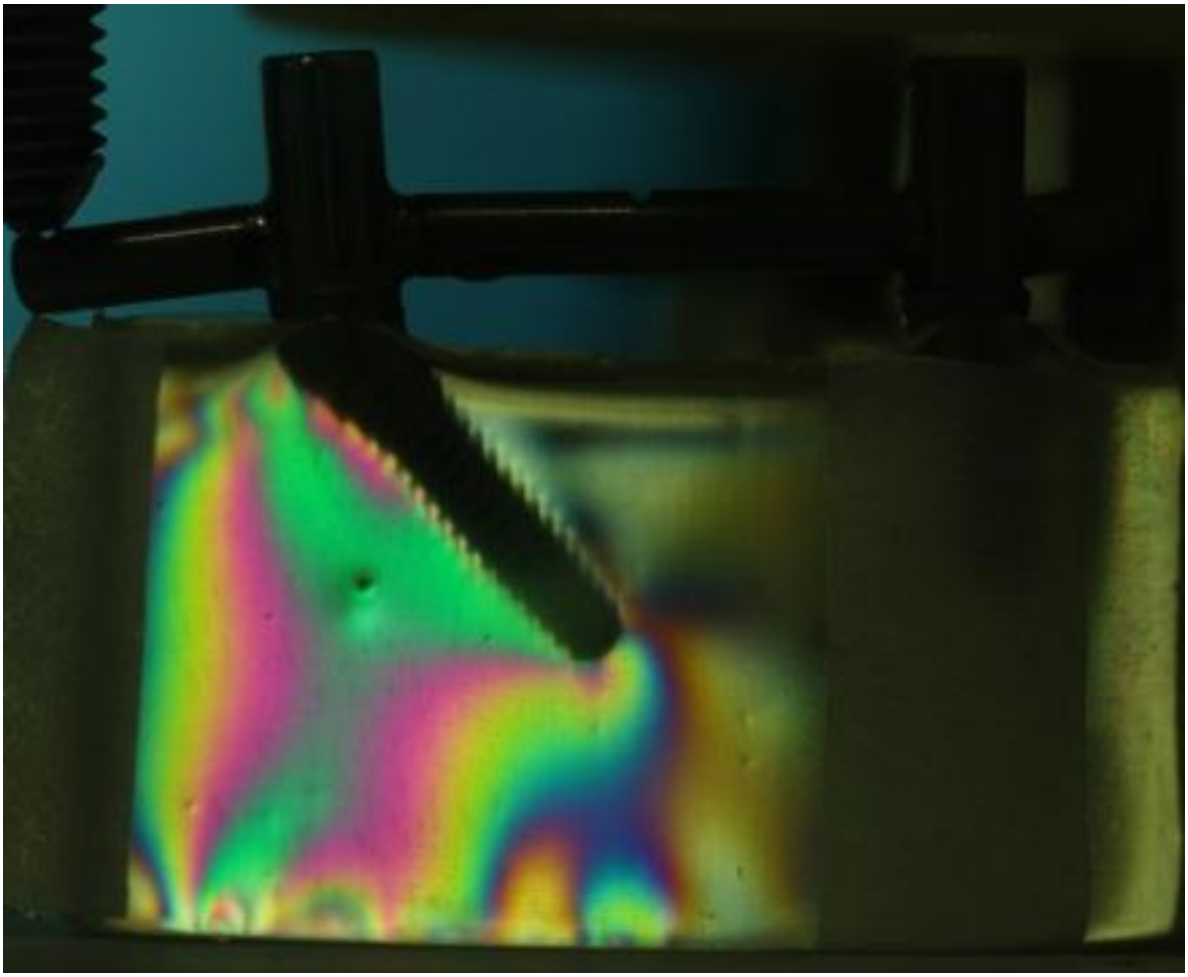

Figura 13: Distribuição de Forças (tensão) nas franjas de implantes angulados em 35˚ em *cantilever*. Observa-se pela figura que há maior distribuição das forças de tensão ao longo de todo o implante, verificado pela cor verde.

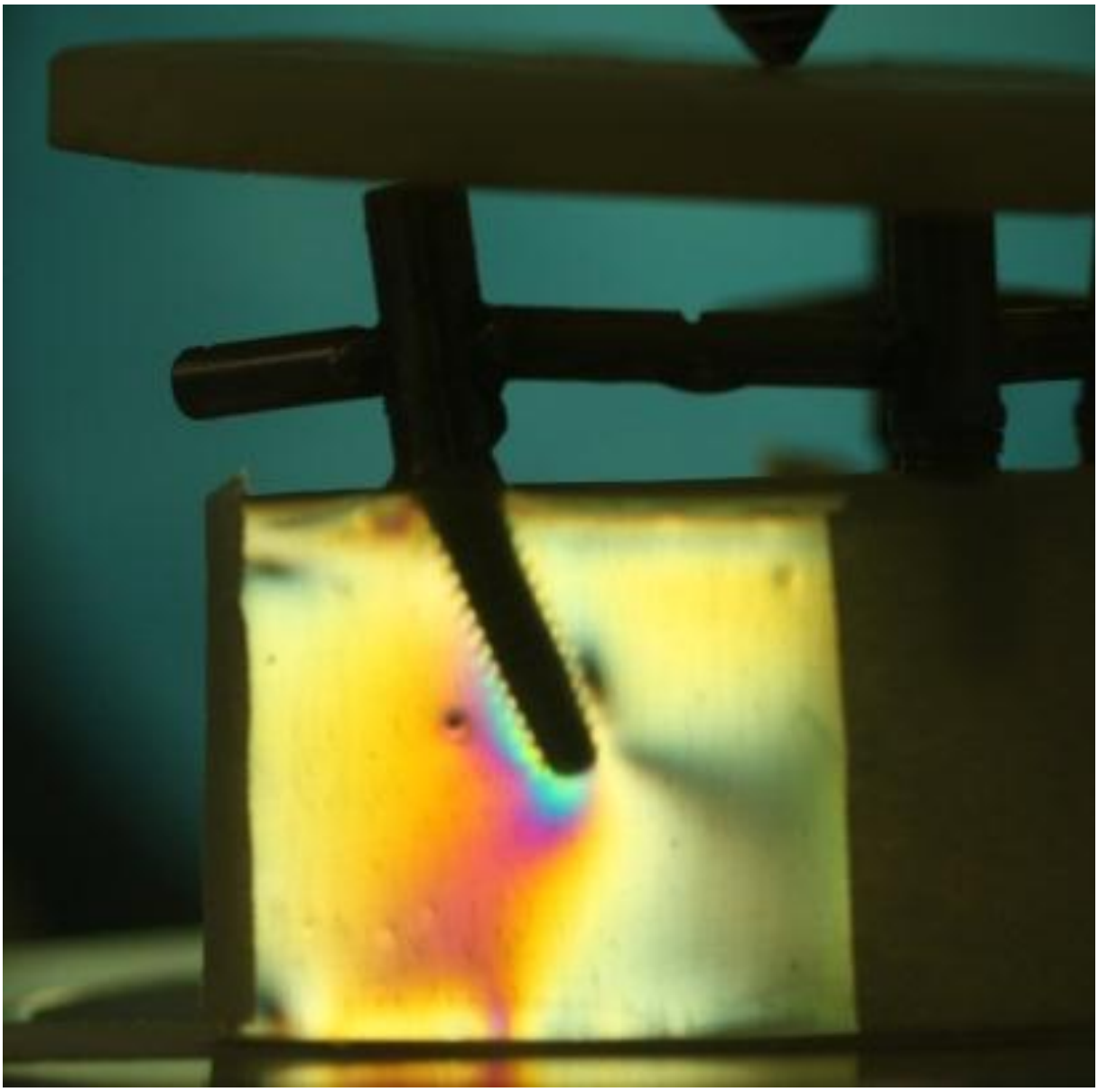

Figura 14: Distribuição de Forças (tensão) nas franjas de implantes angulados em 15graus em oclusal. Observa-se pela figura que não há grandes tensões de força ao longo do implante.

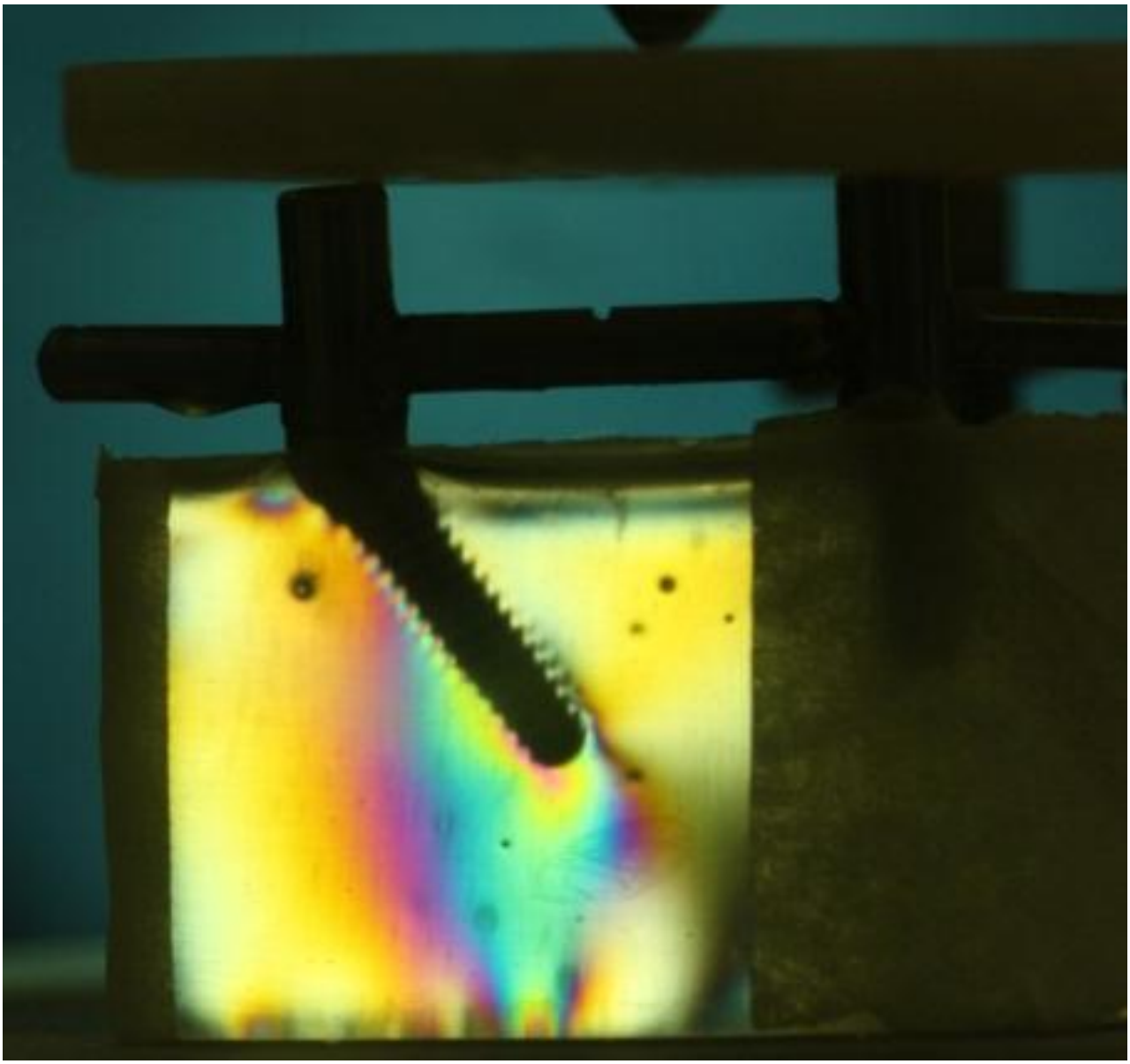

Figura 15: Distribuição de Forças (tensão) nas franjas de implantes angulados em 35graus em oclusal. Observa-se pela figura que há maior tensão na região apical (cor verde).

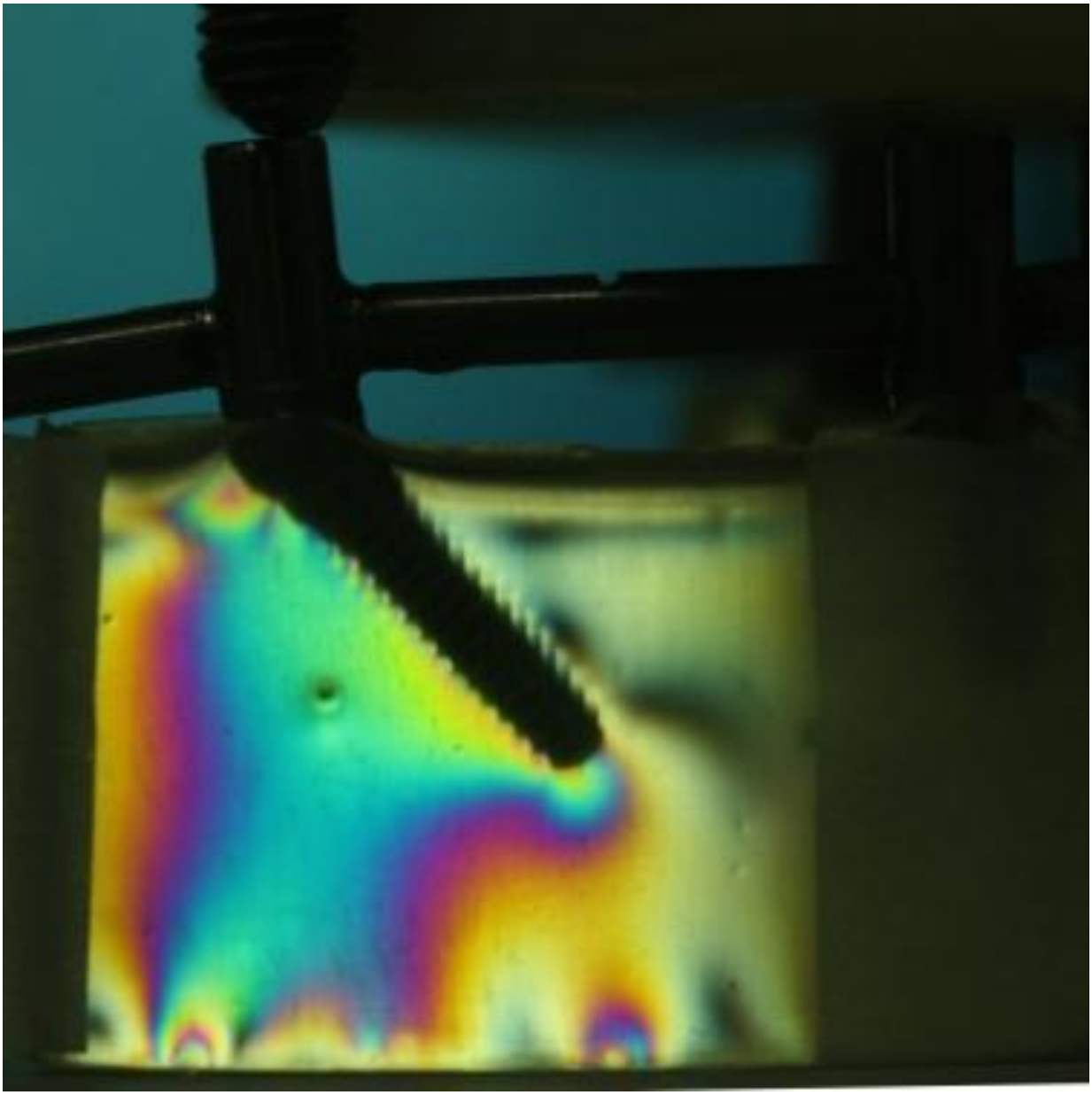

Figura 16: Distribuição de Forças (tensão) nas franjas de implantes angulados em 35graus em pilar. Observa-se pela figura que há distribuição das forças de tensão ao longo do implante.

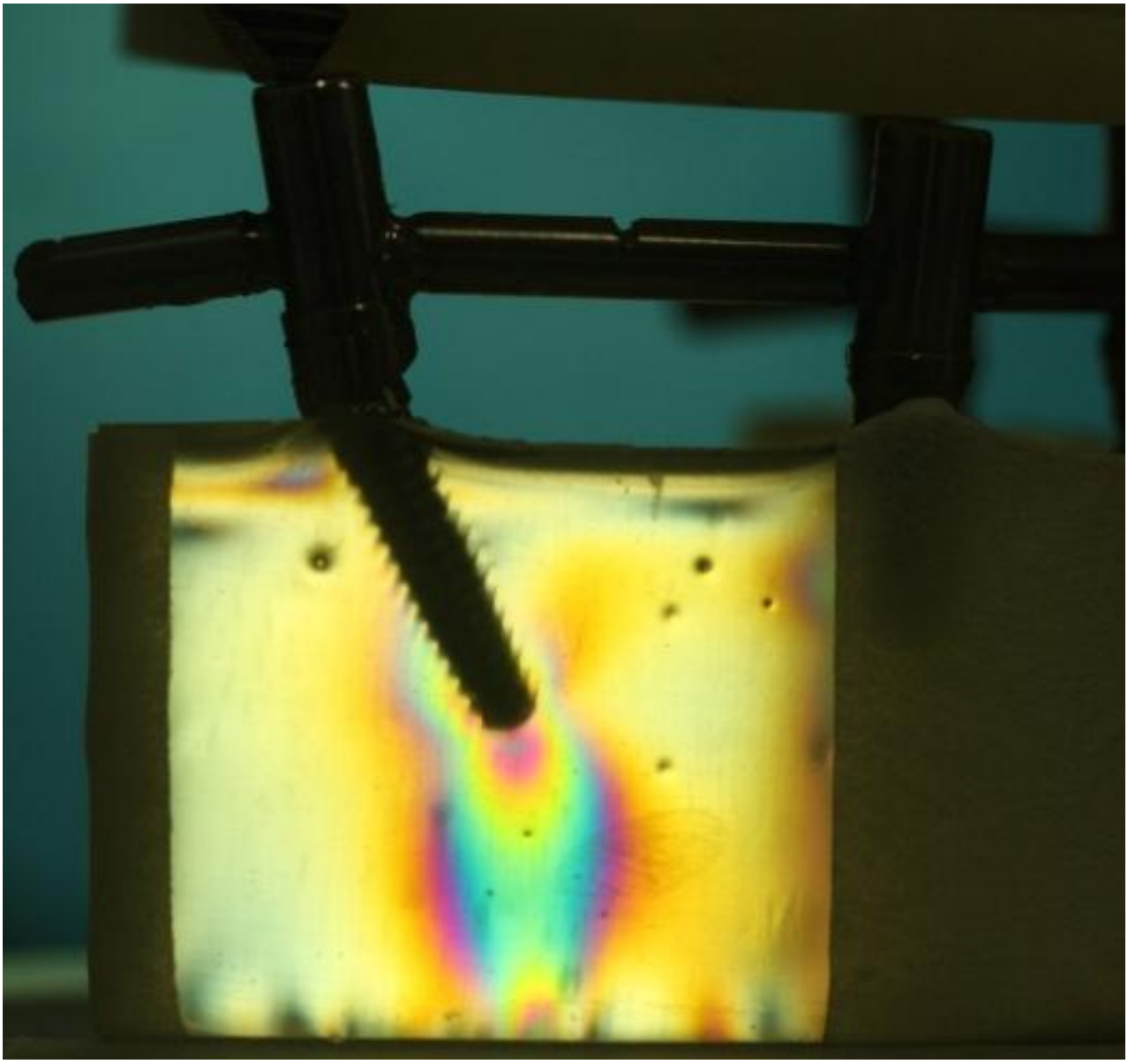

Figura 17: Distribuição de Forças (tensão) nas franjas de implantes angulados em 15graus em pilar. Observa-se pela figura que há maior concentração de forças na região apical.

Ao compararmos as tensões nas áreas cervicais e apicais de cada implante observa-se que com carga no *cantilever* há diferença estatística em ambas as angulações dos implantes analisados (p= 0,03 - Implante angulação 15graus e p= 0,04 - Implante angulação 35˚). Entretanto ao se comparar as tensões com carga no pilar e oclusal não se observa diferença estatística significativa nos grupos analisados.

Tabela 2- Tensão (N) sofrida pelos implantes com angulação 15graus e angulação 35graus, com carga no *cantilever*, pilar e oclusal, separando-se por região cervical e apical de cada implante.

	Média e desvio padrão				
	Tensão (N)	**Implante angulação 15˚**	**p**	**Implante angulação 35˚**	**p**
Cantilever	cervical	274.8 ± 61.8	0.03	262.6 ± 97.1	0.04
	apical	210.6 ± 24.5		167.6 ± 36.8	
Pilar	cervical	180.9 ± 55.8	0.8*	181.4 ± 46.7	0.11
	apical	172.0 ± 11.4		145.3 ± 22.4	
Oclusal	cervical	101.9 ± 6.2	0.6*	128.9 ± 22.9	0.12
	apical	106.9 ± 24.0		104.0 ± 29.0	

*teste Mann Whitney

Estas diferenças de tensão são observadas quando comparamos graficamente os pontos de tensão em cada região do implante, tanto no implante com angulação de 15graus quando o implante com angulação de 35graus, demonstrando a maior força de tensão na região cervical.

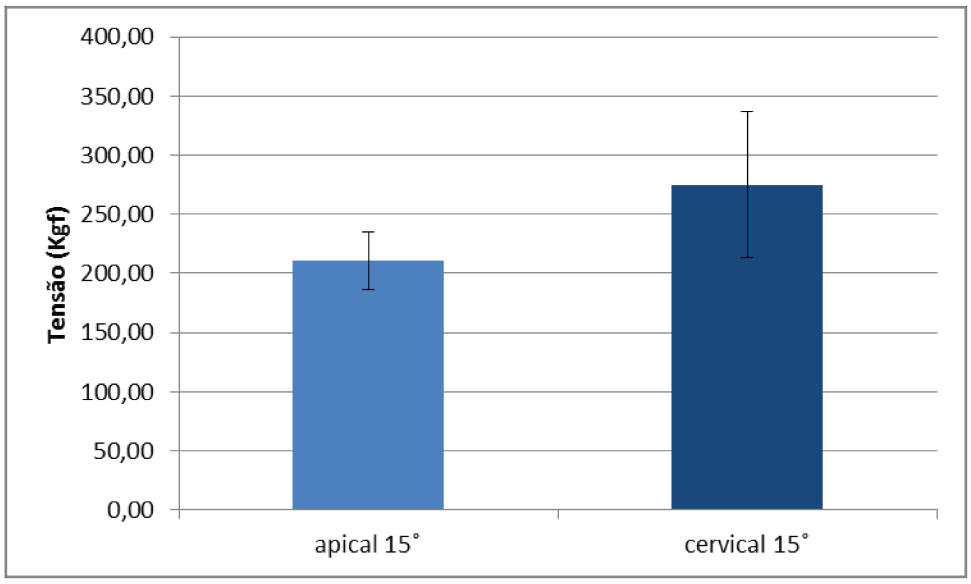

Figura 18: Comparação das tensões com carga em *cantilever* entre as áreas apical e cervical dos implantes analisados (15º).

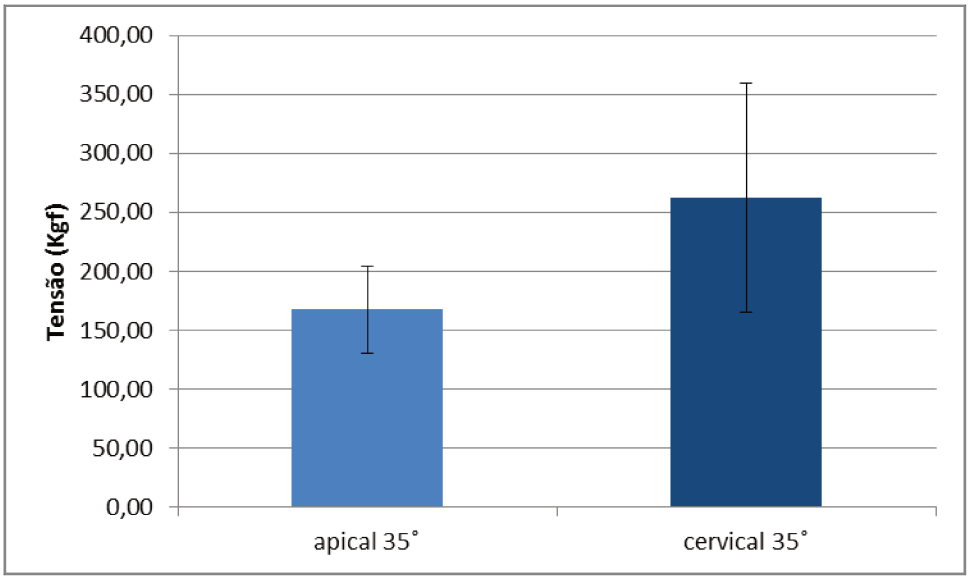

Figura 19: Comparação das tensões com carga em *cantilever* entre as áreas apical e cervical dos implantes analisados (35º).

6 – Discussão

Neste estudo, foi avaliada a distribuição de tensões ao redor de implantes após carregamento axial na região do *cantilever*, pilar e oclusal de um modelo fotoelástico de arcada de maxila atrófica edentula.

Métodos analíticos (elemento finito) e experimentais (extensometria e fotoelasticidade) podem ser aplicados para a avaliação das tensões presentes nos modelos. A extensometria embora forneça valores de tensão comparáveis quantitativamente, apenas coleta dados na área das superfícies as quais os sensores estão aderidos e ainda, os receptores são sensíveis à temperatura (Abduo *et al.,* 2010). Já a técnica da fotoelasticidade permite a análise das tensões por todo o modelo fotoelástico, fornecendo a localização das concentrações das tensões, sendo também indicada para sistemas e carregamentos complexos (Guichet *et al.,*2000;Araújo *et at.,*2006; Barbosa *et al.,*2007a; Barbosa *et al*.,2007b). O método da fotoelasticidade tem sido amplamente aplicado em odontologia por permitir a observação direta da distribuição de tensões em estruturas devido à capacidade de alguns materiais incolores gerarem padrões coloridos conhecidos como franjas isocromáticas durante o carregamento com luz polarizada (Markarian *et al.,*2007; Goiato *et al*.,2009a ; Goiato *et al.,*2009b). Uma limitação desta técnica é a reprodutibilidade das características físicas dos tecidos peri-implantar, pois o modelo fotoelástico possui propriedades homogêneas e isotrópicas, enquanto o osso, possui variações no modulo de elasticidade conforme a região (White *et al.,*1994; Freitas Júnior *et al*., 2007; Begg *et al*., 2009; Abduo *et al.,* 2010).

Autores observaram concentração de tensão elevada na parte oposta da carga ao nível cervical em todos os modelos com carga oblíqua (Tonella *et al.,* 2011). Isso indica uma área de compressão, observado usando fotoelasticidade. Entretanto, clinicamente, o osso é mais forte sob cargas de compressão, menor sob cargas de tração, e muito fraco em cargas de cisalhamento (Çehreli *et al.,* 2004).

Através de estudos bidimensionais de implantes em resina fotoelástico com inclinação vestíbulo palatal e vertical (Martin *et al*., 2001) observaram maior concentração de forças na região palatal em implantes inclinados, concluindo que a concentração de forças nesta região poderiam levar a fenestração ou deiscência das tabuas ósseas palato-vestibular, o que pode precipitar irritação da mucosa, diminuição do apoio e potencial falha do implante. Esta

observação é encontrada no presente estudo, visto que concentrações de forças foram estatisticamente significativas quando forças foram incididas no pilar sem cantilever com maior concentração na região apical em implantes com angulação de 15 graus. No entanto quando a incidência de força foi aplicada na oclusal houve redução considerável de tensões ao longo do implante com angulação de 15 graus demonstrando que quando a força é incidida na região oclusal as forças são distribuídas em todos os implantes.

No presente trabalho diferença estatisticamente significante de tensões na região cervical em relação à região apical em ambas as angulações dos implantes foram observadas estando de acordo com a literatura onde a braço de alavanca da altura da coroa está relacionada à mecânica de braço de alavanca (Gelb *et al*., 1993).

Entretanto autores observaram que cargas oclusais transferidas ao longo eixo do implante não são consideravelmente afetadas pelo comprimento da coroa, visto que as forças incidentes na cavidade oral não são verdadeiramente axiais. Uma vez que a direção de carga é fora do eixo com um vector significativo lateral, e um braço de momento é criado e que aumenta a concentração de tensões na região cervical do implante (Clelland *et al*., 1993, Meijer *et al*., 1992), no presente trabalho esta diferença foi observado quando cargas foram incididas no *cantilever* em ambas as angulações (15 e 35 graus), sendo que estas tiveram maior concentração na região apical do que na região cervical.

Para implantes dentários, os estudos de análise de elemento finito relataram que implantes inclinados unitários aumentam a tensão ósseo peri-implantar em comparação às tensões observadas em torno de implantes verticais (Bevilacqua *et al*., 2010), isto foi observado no presente estudo quando forças foram incididas na região do *cantilever* e pilar.

Entretanto devido a inúmeros pacientes que não possuem quantidade nem qualidade óssea suficiente para instalações de implantes verticais e em número suficiente tendo como uma das alternativas o uso de implantes inclinados, principalmente porque alguns autores (Malo *et al.,* 2005) relatam taxa de sobrevivência de 97,9%, em implantes angulados e não observaram diferença na perda óssea marginal quando compararam implantes angulados de implantes axiais esta modalidade de tratamento deve ser considerado.

A redução do comprimento associado ao *cantilever* com o desenho de prótese fixa envolvendo implantes inclinados provavelmente tem um papel chave na redução das tensões peri-implante em torno dos implantes (Zampelis *et al*., 2008). Numa analise 3D de elemento

finito realizado por (Rubo *et al.,* 2010) estes demonstraram que o aumento na tensão sobre os implantes foi proporcional aos comprimentos de *cantilever*, o que favorece o uso de implantes inclinados visto que os mesmos diminuem o tamanho do mesmo.

Assim quanto maior a inclinação do implante menor seu cantilever e maior a distribuição de forças, o que possibilitaria ao paciente sua reabilitação com mais elementos dentários, favorecendo a qualidade mastigatória (Bevilacqua *et al.,* 2010).

No presente estudo quando se compara as tensões totais (área total a qual o implante sofre stress) tanto em angulações de 15 graus quanto de 35 graus, verificou-se que não houve diferença estatística significante, entretanto quando a incidência de força é aplicada no cantilever, no pilar e na oclusal, os implantes de inclinação de 35 graus, estes apresentaram maior tensão. Entretanto mostraram maior distribuição de tensão, quando se compara cargas em *cantilever* e pilar na região apical.

Quando forças foram aplicadas pela oclusal, houve uma diminuição considerável de tensões em ambos os grupos (15 e 35 graus) estando de acordo com o estudo de elemento finito onde implantes distais inclinados, com consequente redução dos *cantilevers* posteriores, resultaram em valores de tensão diminuído para todas as variáveis analisadas (0, 15, 30 e 45 graus). De acordo com a literatura os dados apresentam bons resultados em curto prazo para implantes inclinados sobre reabilitação fixa na maxila edêntula, no entanto estudos a longo prazo são necessários(Bevilacqua *et al.,* 2010).

7 – Conclusão

A maior inclinação (35 graus) resultou em maiores concentrações de tensão na área cervical sob carregamento oclusal, já a menor inclinação (15 graus) concentrou mais tensão na área apical para carregamentos no cantilever e no pilar distal.

Referências

1- Pi Urgell J, Revilla Gutiérrez V, Gay Escoda CG. Rehabilitation of atrophic maxilla: a review of 101 zygomatic implants. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2008; 13(6):E363-70.

2- Malo P, Rangert B, Nobre M, et al: All-on-4 immediate-function concept with Brånemark system implants for completely edentulous maxillae: A 1-year retrospective study. Clin Implant Dent Relat Res 2005; 7:Suppl 88 –94.

3- Scortecci G. Immediate function of cortically anchored disc design implants without bone augmentation in moderately to severely resorbed completely edentulous maxillae. Oral Implant.1999; 25:70-79.

4- Aparício C, Perales P, Rangert B. Tilted implants as na alternative to maxillary sinus grafting: A clinical, radiologic and Periotest study. Clin Implant Dent Relat Res. 2001;3(1):39-49.

5- Carl E. Misch, Hom-Lay Wang, Craig M. Misch, Mohamed Sharawy, Jack Lemons, Kenneth W. M. Judy. Rationale for the application of immediate load in implant dentistry: Part I.Implant Dentistry 2004; 13, 207-217.

6- Schnitzler C, Mesquita J. Bone marrow composition and bone microarchitecture and turnover in blacks and whites. J Bone Miner Res 1998; 13: 1300–1307.

7- Almog DM, Sanchez R. Correlation between planned prosthetic and residual bone trajectories in dental implants. J Prosthet Dent 1999;81:562-567.

8- Naina Talwar, Pooran Chand, Balendra Pratap Singh, Jitendra Rao, U. S. Pal, Hari Ram. Evaluation of the Efficacy of a Prosthodontic Stent in Determining the Position of Dental Implants.J Prosthodont. 2012 Jan;21(1):42-7.

9- Mattsson T, Köndell PA, Gynther GW, Fredholm U, Bolin A. Implant treatment without bone grafting in severely resorbed edentulous maxillae. J Oral Maxillofac Surg. 1999 Mar;57(3):281-7.

10- Leonard Krekmanov: Placement of posterior mandibular and maxillary implants in patients with severe bone deficiency: A clinical report of procedure. Int J Oral Maxillofac Implants. 2000 Sep-Oct;15(5):722-30.

11- Krekmanov L, Kahn M, Rangert B, Lindström H. Tilting of Posterior Mandibular and Maxillary Implants for Improved Prosthesis Support. Int J Oral Maxillofac Implants. 2000 May-Jun;15(3):405-14.

12- Block MS, Haggerty CJ, Fisher GR. Nongrafting implant options for restoration of the edentulous maxilla. J Oral Maxillofac Surg. 2009;67(4):872-81.

13- Alvarez ED, Strohaecker TR. Equipamento de baixo custo para análise de tensões. Revista Física Aplicada e Instrumentação. 1998; 13:345 – 359.

14- Al-Harbi SA, Verrett RG. Fabrication of stable surgical template using staged tooth extraction for immediate implant placementJ Prosthet Dent. 2005 Oct;94(4):394-7.

15- Cabianca M. Combination syndrome: treatment with dental implants. Implant Dent. 2003;12(4):300-5.

16- Absu AT. Estudo da distribuição das tensões na mandíbula humana usando fotoelasticidade tridimensional. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia e Departamento de Engenharia Mecânica, Uberlândia. 1994;74.

17- Doyle JF, Phillips JW. Manual on experimental stress analysis. Society for experimental mechanics. 1978; Quinta Edição.

18- Rosen A, Gynther G: Implant treatment without bone grafting in edentulous severely resorbed maxillas: A long-term follow-up study. J Oral Maxillofac Surg 2007; 65:1010,

19- Cawood J I, Howell R A. A classification of the edentulous jaw. Int J Oral Maxillofac Surg 1988: 17:232- 6.

20- Simion M, Misitano U, Gionso L, Salvato A. Treatment of dehiscences and fenestrations around dental implants using resorbable and nonresorbable membranes associated with bone autografts: a comparative clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants 1997; 12:159-67.

21- Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark PI, Jemt T. Long-term follow-up study os osseointegrated implants in the treatment os totally edentulous jaws. Int J Oral Maxillofac Implants. 1990;5(4):347-59.

22- Alkan I, Sertgoz A, Ekici B. Influence of occlusal forces on stress distribution in preloaded dental implant screws. J Prosthetic Dent. 2004; 91(4):319-25.

23- Albrektsson T, Zarb GA. Determinants of correct clinical reporting. Int J Prosthodont. 1998; 11(5):517-21.

24- Astrand P, Nord PG, Brånemark PI. - Titanium implants and onlay bone graft to the atrophic edentolous maxilla: a 3-year longitudinal study. Int J Oral Maxillofac Surg. 1996 Feb;25(1):25-9.

25- Bakaeen LG, Winkler S, Neff PA. The effect of implant diameter, restoration design, and occlusal table variations on screw loosening of posterior single-tooth implants restorations. J Oral Impl. 2001; 27(2):63-72.

26- Balfour A, O'Brien GR. Comparative study of antirotational single tooth abutment. J Prosthet Dent. 1995; 73(1):36-43.

27- Bidez MW, Mish CE. Force transfer in implant dentistry: basic concepts and principles. Oral Implant. 1992; 18(3): 264-74.

28- Da Costa CE, Pelegrine AA, Lopes FM, Guimarães CPD, Sendyk CL, Sendyk WR. Avaliação comparativa fotoelástica de diferentes desenhos de implantes submetidos a carga de compressão. Implant News. 2007; 4(4):377-382.

29- Deines DN, Erikc JD, Coob CM, Bowleis CQ, Johnson CM. Photoelastic stress analysis of natural teeth and three osseointegrated implants designs. Int J Periodontics Restorative Dent, 1993; 13(6):540-9.

30- Duyck J, Naert I, Van OH, Ronold HJ, Vander JS, Ellingsen JE. The influence of static and dynamic loading on marginal bone reactions around osseointegrated implants: an animal experimental study. Clin Oral Implants Res.2001; 12(3):207-218.

31- Farzad P, Anderson L, Gunnarsson S, Johansson B. - Rehabilitation of severely resorbed maxillae with zygomatic implants: An evaluation of implant stability, tissue conditions, and patients' opinion before and after treatment. Int J Oral Maxillofac Implants. 2006;21:399-404.

32- Hoshaw SJ, Brunski JB, Cochhran GVB. Mechanical loading of Branemark implants affects interfacial bone modeling and remodeling. Int J Oral Maxillofac Implants. 1994; 9(3):345-60.

33- Kinomoto Y, Torri M. Photoelastic stress patterns by implant-retained overdentures. J Prosthet Den.1998; 80(5):559-564.

34- Lekholm U, Wannors K, Isaksson S, Adielsson B. - Oral implants in combination with bone grafts. A 3-year retrospective multicenter study using Branemark implant system. Int J Oral Maxillofac Sur. 1999;28:181-187.

35- Mich, CE. Contemporary Implant Dentistry. Densidade óssea: um determinante-chave para o sucesso clínico. St Louis: Mosby-Year Book Inc. 2006; Capitulo 9:137.

36- Papavasiliou G, Kamposiora P, Bayne SC, Felton DA. Three-dimensional finite element compared to a butt joint interface in implant design. Clinical Oral Implants Res. 1997; 4(8):290-298.

37- Rawachdeh M, Telfah H. - Secondar alveolar bone grafting: the dilemma of donor site selection and morbidity. British J Oral Maxillofac Surg. 2008;46:665-670.

38- Sorni M, Guarinós J, Garcia O, Peñarrocha M. - Implant rehabilitation of the atrophic upper jaw: a review of the literature since 1999. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2005 Apr 1;10 Suppl 1:E45-56.

39- Sorni M, Guarinós J, Peñarrocha M. - Implants in anatomical buttresses of the upper jaw. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2005 Mar-Apr;10(2);163-8.

40- Ueda C, Markarian RA, Sendyk CL, Lagana DC. Photoelastic analysis of stress distribution on parallel and angle implants after installation of fixed prostheses. Pesq Odontol Bras, 2004; 18(1):45-52.

41- Ujigawa K, Kato Y, Kizu Y, Tonogi M, Yamane G.-Y. - Three-dimensional finite elemental analysis of zygomatic implants in craniofacial structures. Int J Oral Maxillofac Surg. 2007; 36: 620–625

42- Vollmer D, Meyer U, Joos U, Vegh A, Piffko J. - Experimental and Finite Element Study of a human mandible. J Craniomaxillofac Surg. 2000; 28: 91-96.

43- Wannfors K, Johansson B, Hallman M, Strandkvist T. - A prospective randomized study of 1- and 2-stage sinus inlay bone grafts: 1-year follow-up. Int J Oral Maxillofac Implants. 2000 Sep-Oct;15:625-32.

44- Widmark G, Andersson B, Carlsson GE, Lindvall AM, Ivanoff CJ. - Rehabilitation of patients with or without bone grafts: A 3- to 5-year follow-up clinical report. Int J Oral Maxillofac Implants 2001;16:73-79.

45- Wiltfang J, Schulte-Mosgau S, Nkenke E, Thorwarth M, Neukam FW, Schlegel KA. - Onlay augmentation versus sinuslift procedure in the tratment os the serverely resorbed maxilla: a 5-year comparative longitudinal study. Int J Oral Maxillofac Surg. 2005 Dec;34(8):885-9.Epub. Jun 22.

46- Calandriello R, Massimiliano T: Simplified treatment of atrophic posterior via immediate/early function and tilted implants: A prospective 1-year clinical study. Clin Implant Dent Relat Res.2005; 7(suppl 1).

47- Tem Bruggenkate CM, Oosterbeek HS, Krekeler G, et al: The placement of angled implants in the edentulous maxillae for the use of overdentures. J Pros Dent 1991; 66:807.

48- Tem Bruggenkate CM, Sutter F, Oosterbeek HS, et al: Indications for angled implants. J Pros Dent 1992; 67:85.

49- Celletti R, Pameijer CH, Bracchett G, et al: Histologic evaluation of osseointegrated implants restored in nonaxial functional occlusion with preangled abutments. Int J Periodontics Restorative Dent 1995; 15:563.

50- Krekmanov L: Placement of posterior mandibular and maxillary implants in patients with severe bone deficiency: A clinical report of procedure. Int J Oral Maxillofac Implants 2000; 15:722.

51- Mattsson T, Köndell PA, Gynther GW, et al: Implant treatment without bone grafting in severely resorbed edentulous maxillae. J Oral Maxillofac Surg 1999; 57:281.

52- Aparacio C, Perales P, Rangert B, et al: Tilted implants as na alternative to maxillary sinus grafting: A clinical, radiologic and Periotest study. Clin Implant Relat Res 2001; 3:39.

53- Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, et al: The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success. Int J Oral Maxillofac Implants, 1986; 1:11.

54- Malo P, Rangert B, Nobre M, et al: All-on-4 immediate-function concept with Brånemark system implants for completely edentulous maxillae: A 1-year retrospective study. Clin Implant Dent Relat Res, 2005; 7(suppl 1):S88.

55- Malo P, Nobre Mde A, Petersson U, et al: A pilot study of complete edentulous rehabilitation with immediate function using a new implant design: Case series. Clin Implant Dent Relat Res, 2006; 8:223.

56- Rosen A, Gynther G: Implant treatment without bone grafting in edentulous severely resorbed maxillas: A long-term follow- up study. J Oral Maxillofac Surg, 2007; 65:1010.

57- Testori T, Del Fabbro M, Capelli M, et al: Immediate oclusal loading and tilted implants for the rehabilitation of the atrophic edentulous maxilla: 1-Year interim results of a multicenter prospective study. Clin Oral Implant Res, 2008; 19:227.

58- Stephen M. Parel, William R. Phillips; A risk assessment treatment planning protocol for the four implant immediately loaded maxilla: preliminar findings; J Prosthet Dent 2011;106:359-366.

59- Tonella BP, Pellizzer EP, Falcon Antenucci RM, Ferraço R, Almeida DAF. Photoelastic Analysis of Biomechanical Behavior of Single and Multiple Fixed Partial Prostheses with Different Prosthetic Connections. The Journal of Craniofacial Surgery. 2011; 22(6):2060-2063.

60- Ochiai KT, Ozawa S, Caputo AA, Nishimura RD. Photoelastic stress analysis of implant-tooth connected prostheses with segmented and nonsegmented abutments. J Prosthet Dent 2003; 89:495-502.

61- Bevilacqua M, Tiziano T, Menini M, Pera F, Mossolov A, Drago C, Pera P. The influence of cantilever length and implant inclination on stress distribution in maxillary implant supported fixed dentures. J Prosthet Dent 2010; 105: 5-13.

62- Zampelis A, Rangert B, Heijl L. Tilting of splinted implants for improved prosthodontic support: a two-dimensional finite element analysis. J Prosthet Dent 2007; 97(6 Suppl):S35-43.

63- Rubo JH, Capello Souza EA. Finite elemento analysis of stress on dental implant prosthesis. Clin Implant Dent Relat Res 2010; 12:105-13.

64- Gelb DA, Lazzara RJ. Hierarchy of objectives in implant placement to maximize esthetics: use of pre-angulated abutments. Int J Periodont Rest Dent 1993; 13:277-87.

65- Clelland NL, Gilat A, McGlumphy EA, Brantley WA. A photoelastic and strain gauges analysis of angled abutments for an implant system. Int J Oral Maxillofac Implants 1993; 8:541-8.

66- Meijer HJA, Kuiper JH, Starmans FJM, Bosman F. Stress distribution around dental implants: Influence of superstructure, length of implants, and height of mandible. J Prosthet Dent 1992; 68:96-102.

67- Goiato MC, Ribeiro PP, Pellizzer EP, et al. Photoelastic analysis of stress distribution in different retention systems for facial prosthesis. J Craniofac Surg 2009; 20:757-761.(a)

68- Markarian RA, Ueda C, Sendyk CL, et al. Stress distribution after installation of fixed frameworks with marginal gaps over angled and parallel implants: a photoelastic analysis. J Prosthodont 2007; 16:117-122.

69- Goiato MC, Tonella BP, Ribeiro PP, et al. Methods used for assessing stresses in buccomaxillary prostheses photoelasticity, finite elemento and extensometry. J Craniofac Surg 2009; 20:561-564.(b).

70- Abduo J, Bennani V, Waddell N, Lyons K, Swain M. Assessing the fit of implant fixed prostheses: a critical review. Int J Oral Maxillofac Implants. 2010; 25: 506-515.

71- Araújo CA. Fotoelasticidade de transmissão plana. Uberlândia; UFU; 2006.

72- Barbosa GAS, Bernardes SR, Mattos MGC, Neto AJF, Neves FD et al. Estudo comparativo dos métodos de avaliação do ajuste vertical na interface pilar/implante. Cienc Odontol Bras. 2007; 10 (1): 84-89. (a)

73- Barbosa GAS, Simamoto-Júnior PC, Fernandes-Neto AJ, Mattos MGC, Neves FD. Prosthetic laboratory influence on the vertical misfit at the implant/UCLA abutment interface. Braz Dent J. 2007; 18 (2): 139-143. (b)

74- Begg T, Geerts GAVM, Gryzagoridis J. Stress patterns around distal angled implants in the all-on-four concept configuration. Int J Oral Maxillofac Implants. 2009; 24: 663-671.

75- Freitas-Júnior AC, Rocha EP, Assunção WG, Santos PH. Bioengenharia aplicada á odontologia: método dos elementos finitos vesus fotoelasticidade. ImplantNews. 2007; 4(5): 469-76.

76- White SN, Caputo AA, Anderkvist T. Effect of cantilever length on the stress transfer by implant-supported prostheses. J Prosthet Dent. 1994; 71: 493-9.

77- Markarian RA, Ueda C, Sendyk CL, Laganá DC, Souza RM. Stress distribution after installation of fixed framework with marginal gaps over angled and parallel implants. J Prosthodont. 2007; 16: 117-122.

78- Guichet et al. Passivity of fit and marginal opening in screw- or cemented-retained implant fixed partial denture designs. Int J Oral Maxillofac Implants. 2002; 15: 239-249.

79- Çehreli M, Duyck J, De Cooman M, Puers R, Naert I. Implant design and interface force transfer: a photoelastic and strain-gauge analysis. Clin Oral Implants Res. 2004; 15:249–257.

80- Tonella et al., Photoelastic Analysis of Cemented or Screwed Implant-Supported Prostheses With Different Prosthetic Connections Journal of Oral Implantology 2011; Vol. XXXVII:401-410

81- Duarte LR, Filho HN, Francischone CE, et al: The establishment of a protocol for the total rehabilitation of atrophic maxillae employing four zygomatic fixtures in an immediate loading system – A 30 month clinical and radiographic follow-up. Clin Implant Dent Relat Res 2007; 9:186-96.

82- Brånemark P-I, Grondahl K, Ohrnell L, et al: Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: Technique and long-term results. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg 2004; 38(2):70-85.

83- Aparicio C, Ouazzani W, Garcia R, et al: A prospective clinical study on titanium implants in the zygomatic arch for prosthetic rehabilitation of the atrophic edentulous maxilla with a follow- up of 6 months to 5 years. Clin Implant Dent Relat Res 2006; 8:114-22.

Apêndice

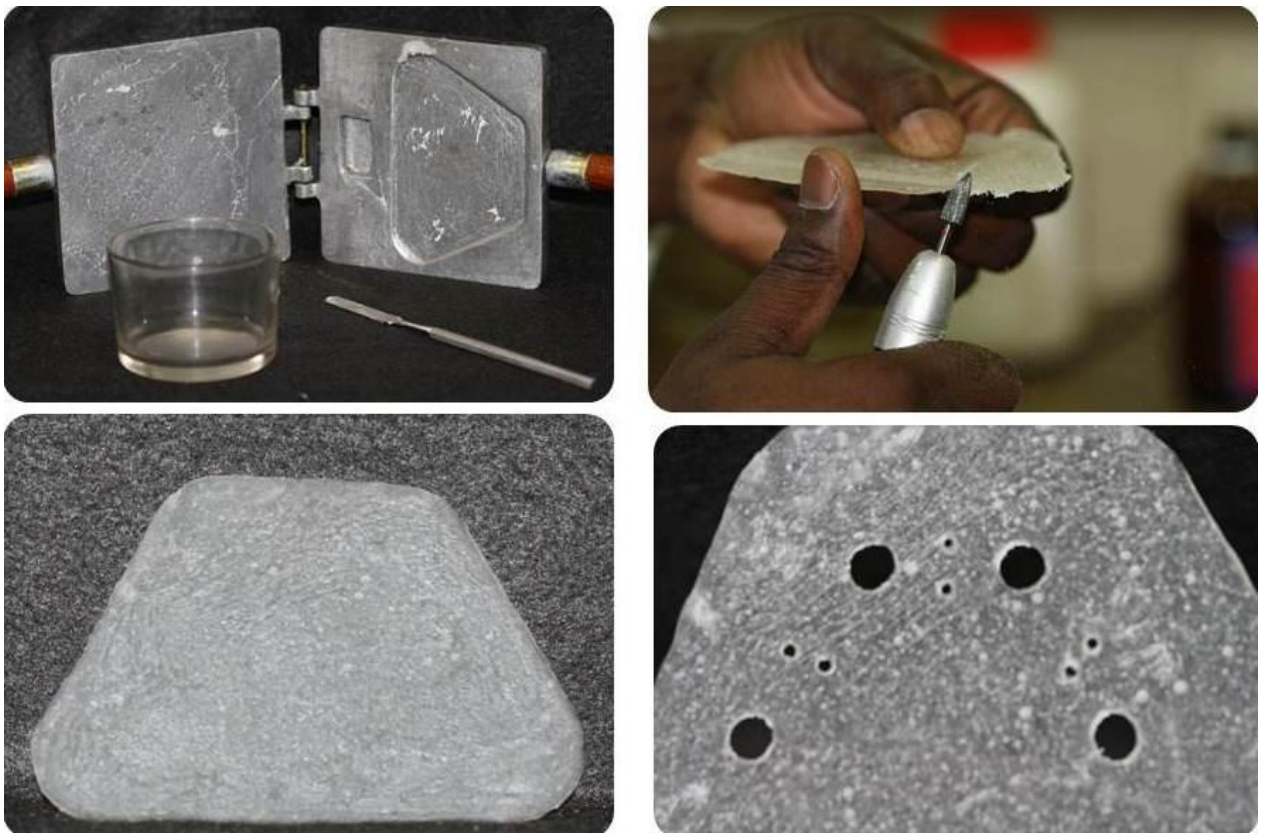

Figura 1: confecção de placa de resina acrílica para transferência da barra metálica com implantes.

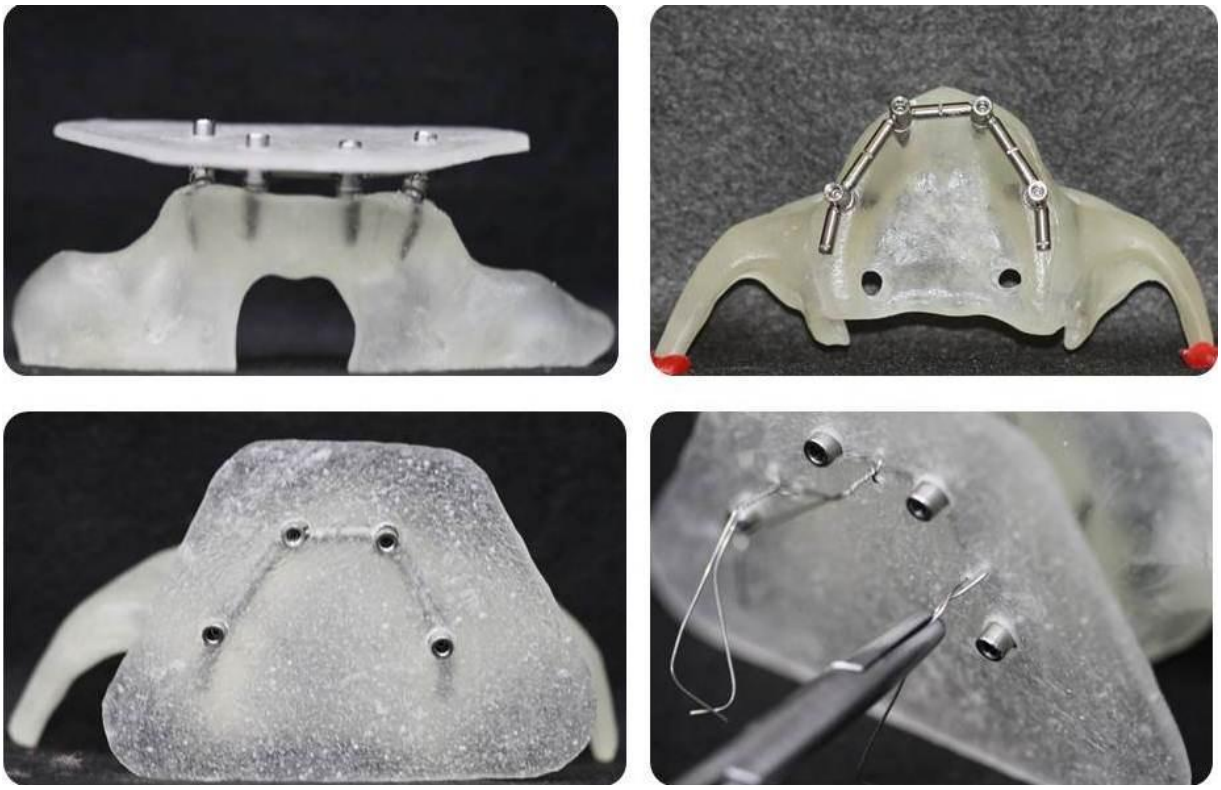

Figura 2: Fixação da placa com auxilio de fios de aço flexivel.

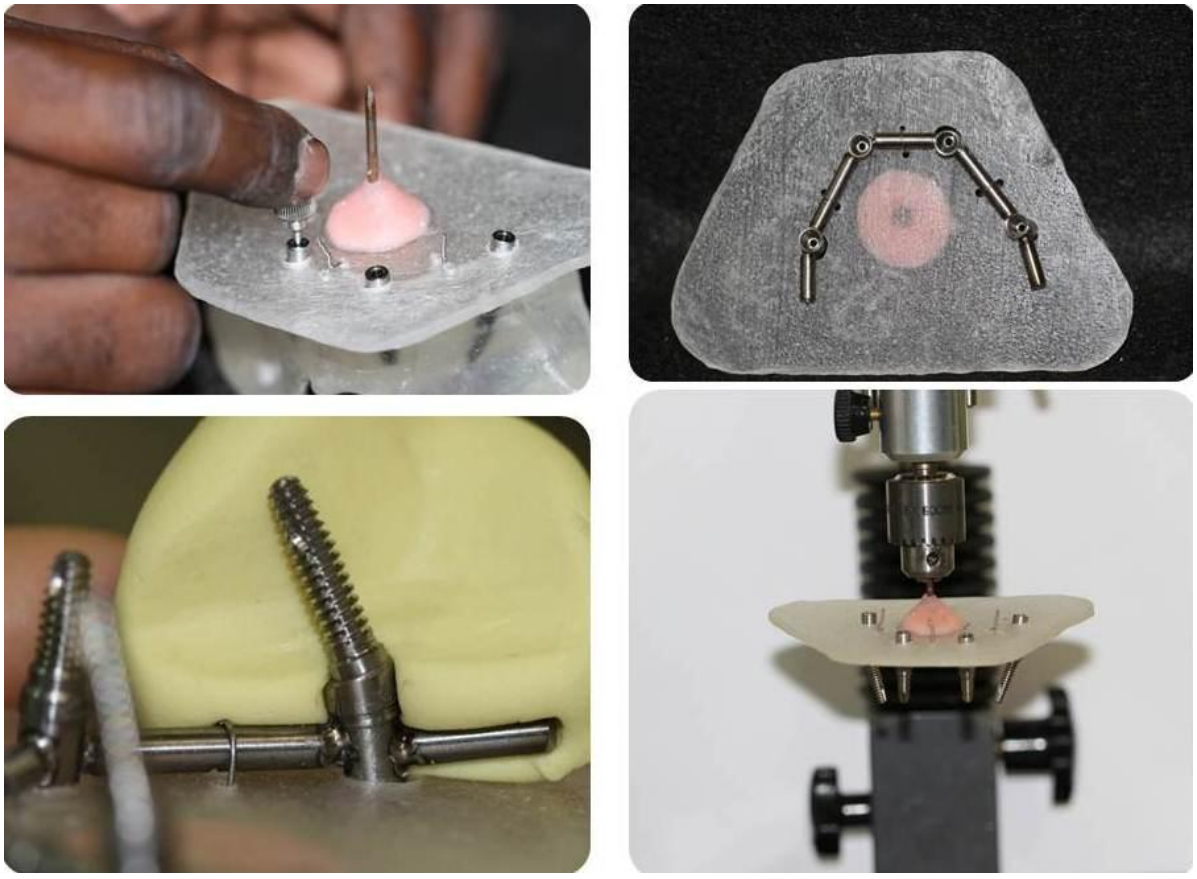

Figura 3 moldagem e transferencia para o delineador.

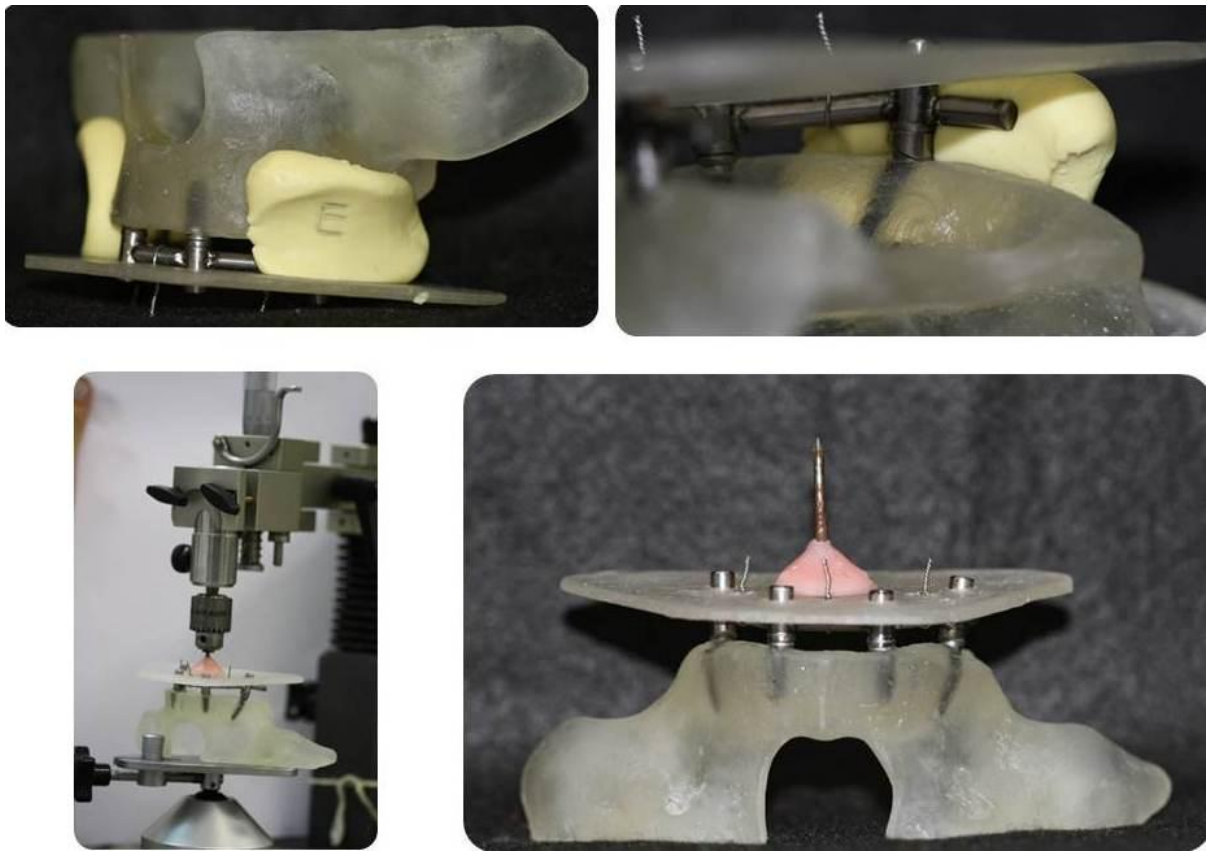

Figura 4: obtenção do posicionamento correto dos implantes

Figura 5: Obtenção do molde de silicone de borracha.

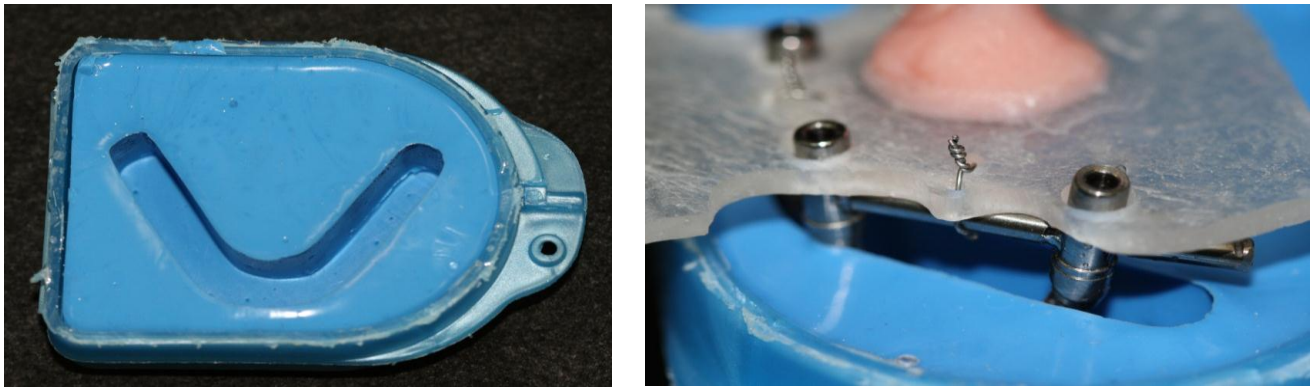

Figura 6: vazamento de resina fotoelástico com implantes em posição.

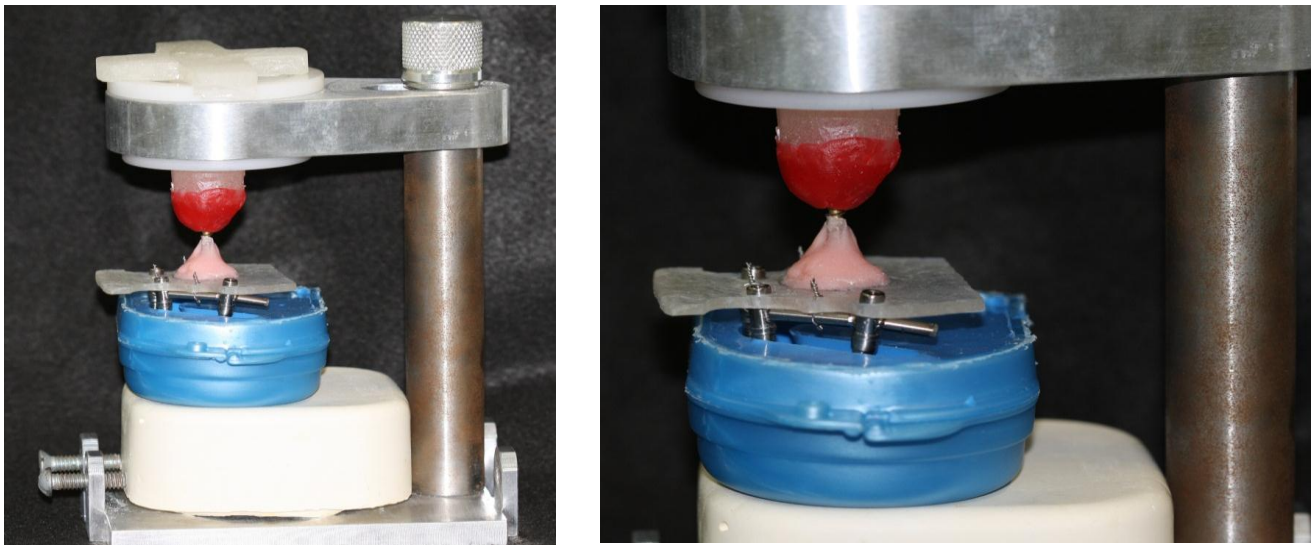

Figura 7: posicionamento do modelo num suporte metálico, para ser levada a pressão com objetivo de eliminação de bolhas.

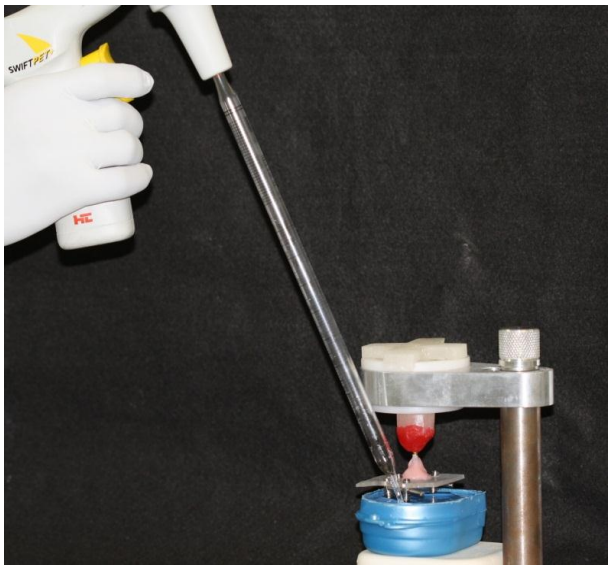
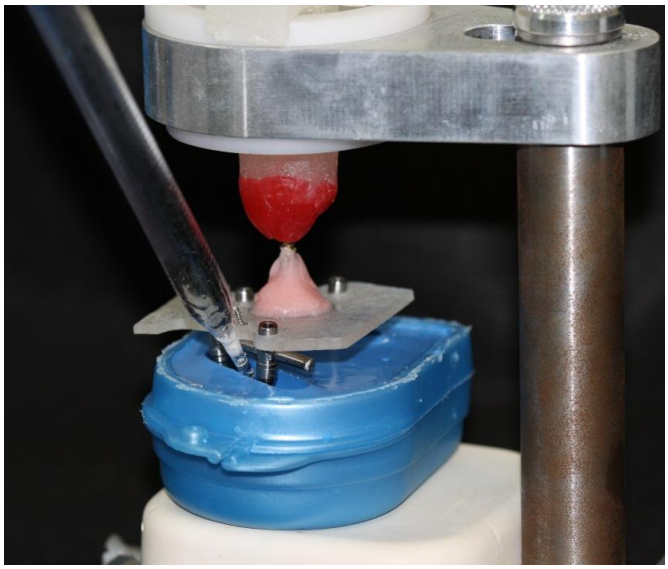
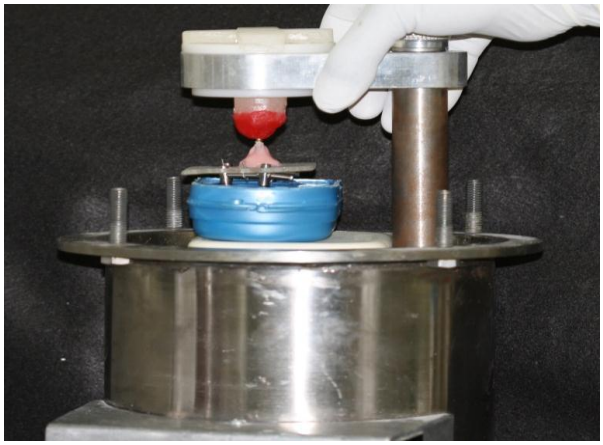
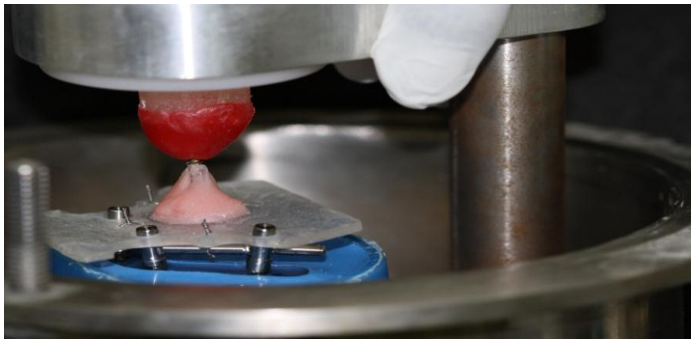
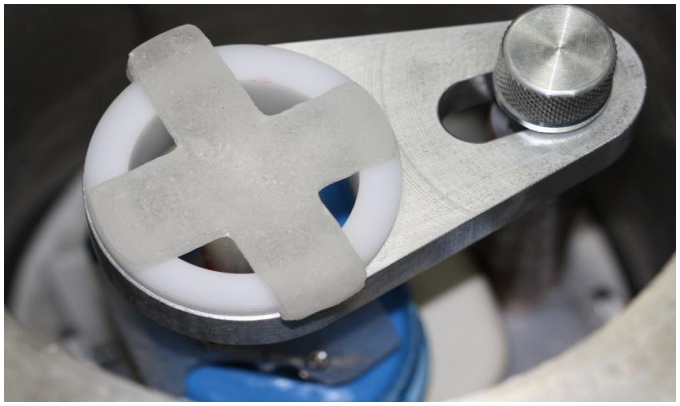
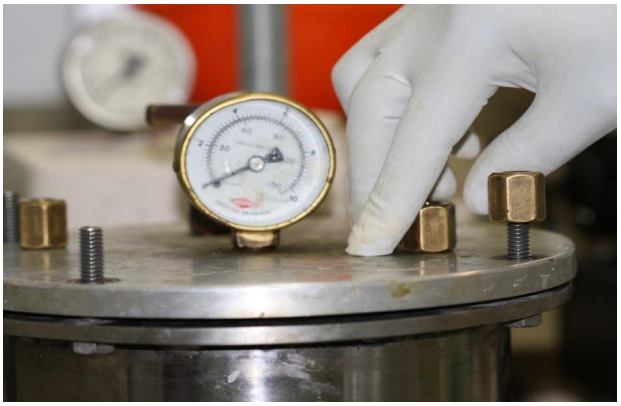

Figura 8: Modelo levado a pressão.

Figura 9: Processo final e obtenção do modelo de estudo.

Figura 10: corpos de prova