

ALDIÉRIS ALVES PESQUEIRA

**Análise fotoelástica de tensões em próteses
obturadoras palatinas implantorretidas, sobre
implantes paralelos ou inclinados, associados a
diferentes tipos de sistemas de retenção**



**Araçatuba
|2012|**

Aldiéris Alves Pesqueira

Análise fotoelástica de tensões em próteses
obturadoras palatinas implantorretidas, sobre
implantes paralelos ou inclinados, associados a
diferentes tipos de sistemas de retenção

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Araçatuba, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Área de Concentração em Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Adj. Marcelo Coelho Goiato

Coorientador: Prof. Ass. Dr. Renato Salviato Fajardo

Araçatuba

2012

Catálogo na Publicação (CIP)

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

P474a

Pesqueira, Aldiéris Alves.

Análise fotoelástica de tensões em próteses obturadoras palatinas implantorretidas, sobre implantes paralelos ou inclinados, associados a diferentes tipos de sistemas de retenção / Aldiéris Alves Pesqueira. - Araçatuba : [s.n.], 2012

99 f. : il. ; tab. + 1 CD-ROM

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Odontologia de Araçatuba

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Coelho Goiato

Coorientador: Prof. Dr. Renato Salviato Fajardo

1. Implante dentário 2. Obturadores palatinos 3. Prótese maxilofacial 4. Prótese dentária fixada por implante

Black D3

CDD 617.69

Dados Curriculares**Aldiéris Alves Pesqueira**

NASCIMENTO	<i>23/02/1982 – TUPI PAULISTA – SP</i>
FILIAÇÃO	<i>Luzia Alves de Santana Pesqueira José Pesqueira</i>
2001–2006	<i>Curso de Graduação em Odontologia Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP</i>
2007	<i>Curso de Aperfeiçoamento - Fundamentos de Prótese Fixa (Teórico/Prático) Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP</i>
2007	<i>Curso de Aperfeiçoamento - Fundamentos de Prótese sobre Implante (Teórico/Prático) Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.</i>
2007–2008	<i>Especialização em Prótese Dentária Conselho Federal de Odontologia.</i>
2007–2009	<i>Curso de Pós-Graduação em Odontologia, área de concentração: Prótese Dentária, nível Mestrado Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.</i>

- 2009–2012** *Professor da disciplina de Prótese Parcial Fixa curso Técnico em Prótese Dentária – TPD*
Associação Brasileira de Odontologia – ABO Araçatuba.
- 2010–2012** *Obtenção dos créditos referentes ao Curso de Pós-Graduação em Odontologia, área de concentração: Prótese Dentária, nível Doutorado*
Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.
- 2012 - Atual** *Professor Substituto da Disciplina de Prótese Parcial Fixa.*
Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.

Dedicatória



Dedicatória

*“Não existe um caminho para a felicidade. A felicidade é o caminho
Mahatma Gandhi*

Aos meus pais, José e Luzia, que muitas vezes se doaram e renunciaram aos seus sonhos, para que eu pudesse realizar os meus. Quero dizer que essa conquista não é só minha, mas nossa. Tudo que consegui só foi possível graças ao amor, apoio e dedicação que vocês sempre tiveram por mim. Sempre me ensinaram agir com respeito, simplicidade, dignidade, honestidade e amor ao próximo. E graças à união de todos, os obstáculos foram ultrapassados, vitórias foram conquistadas e alegrias divididas.

Agradeço pela paciência e compreensão com minha ausência durante essa longa jornada.

Muitíssimo obrigado.

A minha irmã Francine, pela amizade, carinho e companheirismo de sempre; por estar sempre torcendo pelas minhas conquistas. Pelo apoio e incentivo incondicional. Obrigado!

Chega um momento em sua vida, que você sabe:

Quem é imprescindível para você,

quem nunca foi,

quem não é mais,

quem será sempre!

Charles Chaplin

*Agradecimentos
Especiais*



Agradecimentos Especiais

*"Deus nos concede, a cada dia, uma página de vida nova no livro do tempo.
Aquilo que colocarmos nela, corre por nossa conta."*

Chico Xavier

Antes de tudo, quero agradecer a **Deus**, por ter abençoado todos os dias da minha vida, por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente.

*Uns queriam um emprego melhor; outros, um emprego...
Uns queriam uma refeição mais farta; outros, apenas uma refeição...
Uns queriam uma vida mais amena; outros, apenas viver...
Uns queriam ter pais mais esclarecidos; outros, apenas ter pais...
Uns queriam ter olhos claros; outros, apenas enxergar...
Uns queriam ter voz bonita; outros apenas falar...
Uns queriam o silêncio; outros, ouvir...
Uns queriam um sapato novo; outros, ter pés...
Uns queriam um carro; outros, andar...
Uns queriam o supérfluo...
Outros, apenas o necessário..."*

Chico Xavier

“Cada pessoa que passa em nossa vida, passa sozinha, é porque cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra! Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha e não nos deixa só porque deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós. Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova de que as pessoas não se encontram por acaso.”

Charles Chaplin

Agradeço ao professor **Marcelo Coelho Goiato**, a oportunidade de tê-lo como orientador de Iniciação Científica, Mestrado e Doutorado.

Tenho muito orgulho de citá-lo como um dos responsáveis pela minha formação profissional. Agradeço pela confiança, pela amizade, conselhos e paciência. O senhor é um exemplo de simplicidade, compreensão e competência. Todos que trabalham com o senhor admiram sua dedicação e amor ao trabalho, a pesquisa com os alunos e orientados. Enfim, vai muito além do que o dever impõe. Preocupado não só com a realização do trabalho, mas principalmente com o ser humano.

Aprendemos a trabalhar em grupo, a respeitar o próximo e, principalmente, que é muito mais fácil multiplicar quando sabemos dividir.

Seus orientados sabem que sempre terão um amigo e um lugar onde encontrarão apoio e palavras de sabedoria.

Muitíssimo obrigado!!!

E que eu possa sempre contar com o privilégio da sua amizade.

“O Mestre na arte da vida faz pouca distinção entre o seu trabalho e o seu lazer, entre a sua mente e o seu corpo, entre a sua educação e a sua recreação, entre o seu amor e a sua religião. Ele dificilmente sabe distinguir um corpo do outro. Ele simplesmente persegue sua visão de excelência em tudo que faz, deixando para os outros a decisão de saber se está trabalhando ou se divertindo. Ele acha que está sempre fazendo as duas coisas simultaneamente.”

Autor desconhecido

Agradecimientos



Agradecimentos

Foram muitas as pessoas que estiveram ao meu lado durante essa caminhada. Talvez eu não consiga expressar toda a minha gratidão por meio de palavras...

“SE EU MORRER ANTES DE VOCÊ

Se eu morrer antes de você, faça-me um favor:

Chore o quanto quiser, mas não brigue comigo.

Se não quiser chorar, não chore;

Se não conseguir chorar, não se preocupe;

Se tiver vontade de rir, ria;

Se alguns amigos contarem algum fato a meu respeito, ouça e acrescente sua versão;

Se me elogiarem demais, corrija o exagero.

Se me criticarem demais, defenda-me;

Se me quiserem fazer um santo, só porque morri, mostre que eu tinha um pouco de santo, mas estava longe de ser o santo que me pintam;

Se me quiserem fazer um demônio, mostre que eu talvez tivesse um pouco de demônio, mas que a vida inteira eu tentei ser bom e amigo...

E se tiver vontade de escrever alguma coisa sobre mim, diga apenas uma frase:

-"Foi meu amigo, acreditou em mim e sempre me quis por perto!"

Aí, então derrame uma lágrima.

Eu não estarei presente para enxugá-la, mas não faz mal.

Outros amigos farão isso no meu lugar.

Gostaria de dizer para você que viva como quem sabe que vai morrer um dia, e que morra como quem soube viver direito.

Amizade só faz sentido se traz o céu para mais perto da gente, e se inaugura aqui mesmo o seu começo.

Mas, se eu morrer antes de você, acho que não vou estranhar o céu.

"Ser seu amigo, já é um pedaço dele..."

Chico Xavier

À **Faculdade de Odontologia de Araçatuba**, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, que proporcionou meu aprendizado.

O **Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq** - que me concedeu uma bolsa, durante a realização deste doutorado, fato este que muito contribuiu para a viabilização desta tese. Portanto, deixo aqui expresso meu agradecimento.

A **FAPESP**, pelo auxílio financeiro concedido para a realização deste trabalho.

A **NEODENT**, pelo apoio.

Ao meu coorientador **Renato Salviato Fajardo**, pela ajuda, disponibilidade e amizade.

À coordenadora do curso de Pós-Graduação, professora **Maria José Hitomi Nagata**, e ao vice-coordenador, professor **Celso Kooji Sonoda**, por incentivarem os alunos e acreditarem nos futuros pesquisadores.

Aos professores do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, **Adriana Cristina Zavanelli, Daniela Micheline dos Santos, Débora de Barros Barbosa, Eduardo Passos Rocha, Eduardo Piza Pellizzer, Fellippo Ramos Verri, Humberto Gennari Filho, José Eduardo Rodrigues, José Vitor Quinelli Mazaro, Karina Helga Turcio de Carvalho, Maria Cristina Rosifini Alves Rezende, Paulo Henrique dos Santos, Paulo Renato Junqueira Zuim, Renato Salviato Fajardo, Stefan Fiuza de Carvalho Dekon e Wirley Gonçalves Assunção**, por todos os ensinamentos transmitidos e pela contribuição no meu processo de aprendizado.

E, em especial ao **Prof. Humberto Gennari Filho**, que para minha alegria e honra aceitou ser banca desta tese. Tenho muito respeito e admiração pela sua ética, seu conhecimento, pela

maneira simples e humilde com que o senhor se relaciona com todos no Departamento. O senhor é o exemplo perfeito do que a palavra **Mestre** representa.

Aos professores da Disciplina de Prótese Parcial Fixa, **Adriana Cristina Zavanelli, Daniela Micheline dos Santos, José Vitor Quinelli Mazaro e Stefan Fiuza de Carvalho Dekon**, que tão bem me receberam como membro da equipe. Agradeço o apoio, o incentivo e, acima de tudo, a oportunidade de aprender com pessoas que tanto admiro.

Em especial à Professora **Adriana Cristina Zavanelli**, com quem aprendo muito. Agradeço por toda paciência, confiança, carinho e amizade. Foi um convívio sempre prazeroso e enriquecedor. Minha admiração pelo seu caráter, ética e postura. A você minha eterna gratidão.

Aos funcionários do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese: **Magda, Carlão, Eduardinho, Jânder, Ana Marcelina, Antônio e Dalete**, e ao **Marquinho** da ADFOA, pela colaboração e disponibilidade constantes.

Aos **professores, secretárias, estagiários e voluntários** do Centro Oncológico Bucal da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, pela convivência gratificante durante todo esse percurso.

Aos **bibliotecários** da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, pelo modo prestativo e eficiente com que sempre atenderam às minhas necessidades.

A **toda minha família (avôs, avós, tios, tias, primos e primas)** pelo apoio, torcida e confiança que sempre depositam em mim; pelos momentos que não estivemos juntos e souberam entender. Obrigado!

Aos meus amigos de turma de Doutorado: **Cristina, Douglas, Érika e Juliana Delben**, por terem tornado o dia a dia na pós-graduação tão prazeroso! Foi extremamente enriquecedor conhecer e conviver com cada um de vocês. E, de maneira especial, à **Ju** (Rainha da Prótese), exemplo de inteligência, elegância, simplicidade, bondade e caráter. Sou um súdito que torce pelo seu sucesso.

À professora **Daniela Micheline dos Santos**, minha amiga desde a graduação, que fez parte de todas as minhas conquistas. Graças a você, comecei a trabalhar com o Prof. Marcelo. Agradeço as horas que passou ao meu lado me ajudando, me ensinando e, acima de tudo, sendo uma amiga com quem pude contar sempre. Você é um exemplo de dedicação, empenho e solidariedade. Muito obrigado pela paciência, por sempre estar disposta a me ajudar. Obrigado por tudo!

Ao meu grande amigo **Valentim Adelino Ricardo Barão**, obrigado por todos os momentos que passamos juntos. Sempre contei com seu apoio, incentivo e amizade. Você é a pessoa mais determinada e intensa que conheço. Com muito trabalho, competência e ética foi conquistando todos os seus objetivos. Fico muito feliz em ver que alguns dos seus sonhos já se tornaram realidade e quero ter a oportunidade de estar ao seu lado, nas próximas conquistas que certamente virão. Agradeço também o carinho que sua mãe **Margarida** e sua irmã **Daniela** sempre tiveram comigo.

A minha querida amiga **Marcela Filié Haddad**, agradeço o privilégio de ser seu amigo. Sua alegria e energia contagiam a todos a sua volta. Não tem como ficar indiferente a sua presença. Obrigado por preencher meus dias com carinho e alegria. Sempre tive seu apoio incondicional (principalmente nos dias em que só a glicose podia nos salvar). Agradeço pela companhia diária, pelo ombro amigo, pela confiança, pelas viagens e pelos momentos inesquecíveis que passamos juntos. Fico honrado pela oportunidade de conviver com sua maravilhosa família. Você é um exemplo de

generosidade e bondade. Além de ser extremamente emotivakkkk...Não importa a distância ou o tempo, nossa amizade será eterna.

A minha queridíssima amiga **Aline Satie Takamiya**, muito obrigado por todos os bons e maus momentos que passamos juntos. Nunca vou me esquecer das nossas conversas, do pãozinho de manhã e da música que se repete durante meses no seu carro. Admiro sua elegância, seu profissionalismo e a forma ética e sensata com que leva sua vida. Agradeço pela confiança e pela presença constante em todas as etapas da minha vida. Sua amizade é um presente que ganhei da vida e vou levá-lo comigo para sempre.

As minhas mais que queridas amigas **Bruna Carolina Rossatti Zuccolotti, Lisiane Cristina Bannwart, Paula do Prado Ribeiro (Docinho), Simone Watanabe (Doida) e Thaís Jaqueline (Cabelo)**, pessoas muito especiais, com quem tive a honra de conviver durante a graduação e pós-graduação. Agradeço pelos maravilhosos momentos que tivemos juntos. Vocês são exemplos de determinação, força, generosidade e bondade. Mesmo tomando caminhos diferentes, nosso carinho e preocupação um com os outros, não foram abalados.

À **Aline Úrsula Rocha Fernandes e Douglas Roberto Monteiro**, amigos de todas as horas. A alegria, bondade e generosidade são características que os definem perfeitamente. Agradeço pelos conselhos, apoio e confiança. Obrigado por serem meus companheiros oficiais de viagem e por iluminar minha vida com descontração e alegria. Vocês sempre estarão em meu coração.

À **Amália Moreno**, pela ajuda em todos os momentos. Sua determinação e energia são contagiantes. Agradeço pela amizade, pelo companheirismo e pelas palavras de apoio nos momentos mais difíceis. E a **Thaís Suzuki**, parceira oficial de estágio. Sua amizade deixou tudo mais fácil e prazeroso.

À minha amiga, **Luciana Roberta Barreto de Almeida (Ladis)**, obrigado pelo apoio, por ter aberto as portas da sua casa para mim. Admiro sua bondade, simplicidade e generosidade. Tenho saudade dos nossos jantares às 23 horas, do brigadeiro com coco e dos momentos de descontração. Desejo que você, o **Matheus e seus familiares** sejam sempre muito felizes.

A “mi” querida amiga **Rosse Mary Fálcon Antenucci**, por ser um exemplo de força, determinação, dedicação e prestatividade. Sempre disposta a ajudar, não importa o dia ou hora. Sua ajuda foi imprescindível para a realização desse trabalho. Agradeço pela confiança, pelos momentos incomparáveis de muita alegria e pelo bombardeio de mensagens tarde da noite....kkkkk. Agradeço também a lhama que a trouxe do deserto do Atacama para cá, pois sua amizade deixa meus dias muito mais felizes.

Ao **Aljomar Vechiato Filho**, por ter-me mostrado os benefícios do café, pois pra ele toda hora é hora de um cafezinho. Espero realmente que cafeína estimule o coração e aumente a capacidade de trabalho. Além de ser o defensor mais fervoroso das ilimitadas qualidades de São José do Rio Preto. Levo seu sábio conselho de seguir um passo de cada vez. E ao **Rodrigo Antonio de Medeiros**, espero que, por acompanhá-lo, eu não tenha adquirido diabetes ou obesidade pelo excesso de glicose proporcionado pelo seu vício em Milk Shake e pelos jantares em sua casa, com direito a bolo de sorvete e torta de limão. Brincadeiras à parte, fico feliz com a determinação e o entusiasmo de vocês. E torço para que alcancem seus objetivos. Obrigado pelos momentos de alegria que passamos juntos e pelo convívio maravilhoso! Pelo carinho e ajuda que sempre recebi.

Ao meu amigo **Daniel Almeida**, muito obrigado pelas conversas, pela companhia e pela ajuda em todos os momentos. Aprecio sua amizade sincera e espero contar com ela sempre.

À **Adhara Smith Nobrega, Agda Marobo Andreotti e Caroline Cantieri**, pelo carinho, pelo incentivo nos momentos necessários. Vocês trouxeram alegria, espontaneidade e beleza ao Departamento.

Aos colegas de departamento **Andressa Pascoal, Ana Paula Martini, Rodolfo Anchieta, Mayara Barbosa, Leonardo Faverani, Leonardo Torcato, Leonardo Viana, Leonardo Feresin, Graziela Galhano, Joel Santiago, Eduardo Faco, Juliana Jorge, Adrielle Mendes, Mariana Garib, Gabriela Baptista, Guilherme Arsufi, Isadora Leão e Marcela Borghi**, pelo convívio tão agradável durante estes anos.

Aos **alunos e pacientes** com quem te tive contato, meu afeto e minha sincera gratidão.

Às **demais pessoas** que contribuíram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho ou participaram da minha vida, e que, por ventura, eu tenha me esquecido de agradecer.

Epigrafe



Os sonhos não determinam o lugar onde vocês vão chegar, mas produzem a força necessária para tirá-los do lugar em que vocês estão. Sonhem com as estrelas para que vocês possam pisar pelo menos na Lua. Sonhem com a Lua para que vocês possam pisar pelo menos nos altos montes. Sonhem com os altos montes para que vocês possam ter dignidade quando atravessarem os vales das perdas e das frustrações.

Bons alunos aprendem a matemática numérica, alunos fascinantes vão além, aprendem a matemática da emoção, que não tem conta exata e que rompe a regra da lógica. Nessa matemática você só aprende a multiplicar quando aprende a dividir, só consegue ganhar quando aprende a perder, só consegue receber, quando aprende a se doar.

Augusto Cury

Resumo



Pesqueira AA. Análise fotoelástica de tensões em próteses obturadoras palatinas implantorretidas, sobre implantes paralelos ou inclinados, associados a diferentes tipos de sistemas de retenção [tese].

Araçatuba: Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista; 2012.

Resumo

Os defeitos maxilares podem reduzir drasticamente a eficiência mastigatória e a retenção das próteses destes pacientes. Logo, a associação dos implantes aos sistemas de retenção proporcionou uma nova alternativa de reabilitação para tais casos. Entretanto, a literatura é escassa em relação ao comportamento biomecânico dos diferentes sistemas de retenção em próteses obturadoras palatinas implantorretidas, principalmente em relação às tensões geradas ao implante e tecido ósseo de suporte. Desse modo, este estudo teve como propósito avaliar a distribuição de tensões, por meio do método fotoelástico, em próteses obturadoras palatinas implantorretidas, sobre implantes paralelos ou inclinados associados a diferentes tipos de sistemas de retenção. Foram confeccionados três modelos fotoelásticos a partir de um modelo maxilar experimental com comunicação buco-sinusal divididos em: modelo sem implante (SI), modelo com três implantes paralelos (IP) e modelo com dois implantes paralelos entre si (incisivo e canino) e outro inclinado (angulação distal 17°), na região de molar (II). Posteriormente, foi confeccionada uma prótese obturadora convencional (controle) e quatro próteses obturadoras palatinas implantorretidas para cada modelo com implante (IP e II) com respectivos sistemas de retenção: OR - com três O-rings individualizados, BC - barra-clip, BOC - implantes esplintados por meio de barras associados a dois O-rings posicionados no centro da barra e, BOD - implantes esplintados por meio de barras com cliques associados a dois O-rings posicionados distalmente em cantilever. O conjunto (modelo/sistema de retenção/prótese) foi posicionado em um polariscópio circular, e sobre o mesmo foi aplicada uma carga de 100N, na região de incisivo central, canino e primeiro molar (região com implantes) com o auxílio de uma Máquina de

Ensaio Universal (EMIC-DL 3000). Os resultados foram obtidos pela observação do registro fotográfico das tensões nos modelos fotoelásticos, resultante da aplicação de carga. Observou-se, em ambos os modelos fotoelásticos IP e II, maior concentração de tensão sobre o sistema BC, seguido respectivamente pelo sistema BOD, BOC, OR e obturadora convencional. E quanto à localização das tensões, independente do sistema de retenção, concentraram-se na região do ápice dos implantes. Concluiu-se que o sistema de retenção influenciou diretamente na distribuição de tensões. E que o sistema com O-ring individualizado ou posicionados no centro da barra admitem maior movimentação da peça, transmitem de modo mais adequado os esforços ao rebordo alveolar, podendo resultar numa melhor distribuição das forças provenientes da mastigação aos implantes e tecido ósseo. E que o implante inclinado apresentou um comportamento biomecânico semelhante aos implantes paralelos.

Descritores: Implante Dentário. Prótese Palatina. Prótese Maxilofacial. Prótese Dentária Fixada por Implante.

Abstract



Pesqueira AA. Photoelastic analysis of stress in implant-retained maxillary obturator dentures using parallel or tilted implants associated with different attachment systems [thesis]. Araçatuba: Araçatuba Dental School – São Paulo State University, 2012.

Abstract

Maxillary defects may drastically affect the masticatory efficiency and the retention of dentures of several patients. The use of implants associated with attachment systems brought a new alternative of oral rehabilitation in these cases. However, the biomechanical behavior of the different attachment systems used with implant-retained maxillary obturator dentures is still scarce in the literature in regards to stress generated over the implants and bone tissue. Thus, the current study used a photoelastic analysis to investigate the stress distribution in implant-retained maxillary obturator dentures over parallel or tilted implants associated with different attachment systems. A total of three photoelastic models based on an experimental maxillary model with oroantral communication were developed, and they were divided as follow: model without implants (SI), model with three parallel implants (IP) and model with two parallel implants (incisive and canine areas) and one tilted implant (distal angulation of 17 degrees) in the molar region (II). Afterwards, a conventional obturator denture (control) and four implant-retained obturator dentures for each implant model (IP and II) were fabricated. In the IP and II groups different attachment systems were used: OR – three independent O’rings, BC – bar-clip, BOC – splinted implants with bar associated with two O’rings placed in the center part of each bar, and BOD – splinted implants with bar-clip associated with two distally placed O’rings (in cantilever). The set (model/attachment system/denture) was placed in a circular polariscope, and a 100-N load was applied either in the central incisor, canine or first molar regions using an universal testing machine (EMIC DL-3000). The results were obtained based on the photographic records of the stress in the photoelastic models

resulted from the applied load. In both IP and II groups the greatest stress concentration was observed for the BC attachment system, followed by BOD, BOC, OR and conventional obturator. Regardless the attachment system, the stress was placed in the apex of the implants. It was conclude that the attachment system affected the stress distribution in implant-retained maxillary obturator denture. The O'ring associated with either independent implants or splinted implants with bar allowed greater displacement of the denture, inducing optimized stress distribution to the alveolar ridge, and resulting in a better stress distribution of masticatory loads to the implants and bone tissue. The tilted implants exhibited similar biomechanical behavior when compared to the parallel implants.

Descriptors: Dental Implantation. Palatal Obturators. Maxillofacial Prosthesis. Dental Prosthesis, Implant-Supported.

Listas e Sumário



Lista de figuras

CAPÍTULO 1

Figura 1 -	Esquema dos sistemas de retenção em implantes utilizados neste estudo.....	43
Figura 2 -	Distribuição das tensões nos modelos sem implantes (SI).....	53
Figura 3 -	Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção com três O-rings individualizados (OR).....	53
Figura 4 -	Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção com implantes esplintados por meio de barra associados a dois O-rings posicionados no centro da barra (BOC).....	54
Figura 5 -	Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção com implantes esplintados por meio de barras com cliques associados a dois O-rings posicionados distalmente em cantilever (BOD).....	54
Figura 6 -	Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção Barra-clip (BC).....	55

CAPÍTULO 2

Figura 1 -	Esquema dos sistemas de retenção em implantes utilizados neste estudo.....	62
Figura 2 -	Distribuição das tensões nos modelos sem implantes (SI).....	74
Figura 3-	Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção com três O-rings individualizados (OR).....	74
Figura 4-	Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção com implantes esplintados por meio de barra com cliques associados a dois O-rings posicionados no centro da barra (BOC).....	75
Figura 5-	Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção com implantes esplintados por meio de barras com cliques associados a dois O-rings posicionados distalmente em cantilever	

	(BOD).....	75
Figura 6-	Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção Barra-clip (BC).....	76
 Anexos		
Figura 1-	Gesso tipo IV (Durone, Dentsplay, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) e modelo maxilar com comunicação buco-sinusal.....	91
Figura 2-	A) Modelo de gesso com três pontos delimitados, na região de incisivo, canino e 1º molar superior. B) Análogos parafusados os transferentes quadrados (Neodent, Curitiba, Paraná, Brasil) inseridos com auxílio de um delineador, seguindo a inclinação de 17º para distal na região do 1º molar.....	91
Figura 3-	Análogos dos implantes e transferentes quadrados fixados com resina acrílica Duralay (Duralay Reliance Dental MFG Co Worth, IC, USA), de modo que a plataforma do análogo permaneça no mesmo nível do rebordo. A) modelo com três análogos paralelos. B) Dois análogos paralelos entre si e, outro, na região de 1º molar, inclinado 17º para distal.....	92
Figura 4-	Transferentes unidos, um ao outro, com fio dental (A) e resina acrílica Duralay (Duralay Reliance Dental, MFG Co Worth, IC, USA) (B).....	92
Figura 5-	Modelo de gesso fixado a uma placa de vidro por meio de cera rosa (Wilson, Polidental, Cotia, São Paulo, Brasil).....	93
Figura 6-	Adaptação ao redor do modelo e, sobre a placa de vidro, um tubo de PVC utilizando silicone de condensação laboratorial (Zetalabor, Zhermarck, Rovigo, Itália).....	93
Figura 7-	Isolamento do modelo com cera líquida incolor (Poliflor Reckitt Benckiser, São Paulo – SP, Brasil).....	93
Figura 8-	Obtenção do molde com os transferentes quadrados parafusados aos análogos em posição, por meio do silicone fluido (Sapeca Artesanato, Bauru, São Paulo, Brasil).....	94

Figura 9-	Molde de silicone com os transferentes posicionados.....	94
Figura 10-	Resina fotoelástica PL-2 (Vishay Measurements Group Inc. Raleigh, NC, EUA).....	95
Figura 11-	Polimerizadora de resina, utilizada para remoção de bolhas internas da resina fotoelástica.....	95
Figura 12-	Sobre os modelos padrão de gesso tipo IV, foi posicionada uma placa de acetato com espessura de 1 mm, com o auxílio de um plastificador térmico a vácuo (Plastivac – P7, Bio-Art, São Carlos, São Paulo, Brasil), que representará a fibromucosa do paciente.....	96
Figura 13-	Material utilizado para confeccionar as próteses obturadoras: A) dentes artificiais (Trilux Ruthinium, Pirassununga, São Paulo, Brasil) e B) resina termopolimerizável incolor (Vipi, Pirassununga, São Paulo, Brasil).....	96
Figura 14-	Prótese Obturadora convencional (sem implantes) finalizada.....	97
Figura 15-	Sistemas de retenção e suas respectivas próteses obturadoras finalizadas: OR - com três O-rings individualizados, BC - barra-clip, BOC - implantes esplintados por meio de barras associados a dois O-rings posicionados, no centro da barra, e, BOD - implantes esplintados por meio de barras com cliques associados a dois O-rings, posicionados distalmente em cantilever.....	98
Figura 16-	Conjunto para aplicação de carga, composto pelo polariscópio circular (Eikonal, São Paulo, São Paulo, Brasil), máquina de ensaio universal (EMIC DL-3000, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil) e máquina fotográfica digital (Nikon D-80, Nikon Corporation, Chitoda-Ku, Tokyo, Japão).....	99

Lista de tabelas

CAPÍTULO 1

Tabela 1 -	Quantidade de franjas de alta intensidade (transição verde-rosa) de acordo com o ponto (elemento) em que a carga foi aplicada.....	45
-------------------	--	-----------

CAPÍTULO 2

Tabela 1 -	Quantidade de franjas de alta intensidade (transição verde-rosa) de acordo com o ponto (elemento) em que a carga foi aplicada.....	64
-------------------	--	-----------

Sumário

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	32
2 CAPÍTULO 1.....	37
2.1 RESUMO.....	38
2.2 INTRODUÇÃO.....	40
2.3 MATERIAL E MÉTODO.....	42
2.4 RESULTADO.....	45
2.5 DISCUSSÃO.....	46
2.6 CONCLUSÃO.....	49
2.7 REFERÊNCIAS.....	50
3 CAPÍTULO 2.....	56
3.1 RESUMO.....	57
3.2 INTRODUÇÃO.....	59
3.3 MATERIAL E MÉTODO.....	61
3.4 RESULTADO.....	64
3.5 DISCUSSÃO.....	65
3.6 CONCLUSÃO.....	68
3.7 REFERÊNCIAS.....	69
ANEXOS.....	77
Anexo A - Artigo com resultado parcial aceito para publicação.....	78
Anexo B - Normas da revista selecionada para a publicação dos artigos.....	86
Anexo C - Ilustrações da fase laboratorial da metodologia experimental	91

1. Introdução Geral



1. Introdução Geral

O termo maxilectomia é usado para descrever a remoção parcial ou total da maxila, resultando em defeitos maxilares. Esses defeitos podem ser decorrentes do tratamento cirúrgico de neoplasias benignas ou malignas, malformação congênita e trauma. Os defeitos maxilares podem produzir severas alterações nas estruturas anatômicas da cavidade bucal, e, conseqüentemente, prejuízos estéticos, funcionais e, principalmente, psicológicos.

Dependendo da etiologia e extensão da deformidade, poderá envolver palato duro, mole ou ambos e ainda outras estruturas maxilares, resultando em uma comunicação buco-sinusal. Sabe-se que essas estruturas anatômicas contribuem extensamente na fonação, mastigação e deglutição, pois funcionam como área de suporte, promovem retenção e estabilidade para próteses em indivíduos edêntulos. Quando estas estruturas são removidas, parcial ou completamente, essas funções ficam comprometidas. A comunicação buco-sinusal permite a passagem de ar, líquido e alimento entre as cavidades, causando severas alterações na fala, deglutição e mastigação, reduzindo drasticamente a qualidade de vida de seus portadores. Nesse caso, duas são as alternativas: cirurgia plástica reconstrutora ou a confecção de prótese obturadora palatina.

A reconstrução de defeitos maxilares pela cirurgia plástica ou por uma prótese obturadora depende da idade do paciente, história médica e da extensão do defeito. As cirurgias reparadoras não são indicadas em casos de lesão extensa, complexidade da reconstrução cirúrgica maxilar e incerteza do restabelecimento das funções afetadas. Além disso, tem-se o risco de recidiva e radioterapia prévia em paciente oncológico.

Quando a reconstrução plástica é contraindicada, tem-se como tratamento de escolha a prótese obturadora palatina, sendo capaz de minimizar as possíveis conseqüências da maxilectomia. A confecção de próteses obturadoras palatinas tem por finalidade vedar a comunicação existente entre as cavidades oral, nasal e orbital, permitindo o restabelecimento da fala, da mastigação, da deglutição, da estética, proporcionando, assim, melhor qualidade de vida aos pacientes.

Entretanto, a estabilidade e retenção destas próteses são dificultosas, pois, a condição óssea e da mucosa, são aspectos determinantes no planejamento de uma prótese obturadora palatina.

Sabe-se que as perdas maxilares alteram drasticamente a biomecânica das próteses obturadoras, pois o peso destas próteses e a presença de forças de alavanca aumenta as forças sobre os tecidos de suporte.

Assim, a utilização de implantes osseointegrados, como componente de sustentação de próteses orais e maxilofaciais, proporcionou uma nova alternativa de reabilitação para tais pacientes. E tem mostrado grandes vantagens, influenciando de modo positivo na autoestima e qualidade de vida do paciente, possibilitando sua reinserção em sociedade. Isso porque a associação dos implantes aos sistemas de retenção melhora a retenção e estabilidade da prótese e deixa o paciente mais seguro e confiante.

Entretanto, para se obter êxito clínico com este tipo de tratamento, é indispensável um planejamento prévio adequado às características intrínsecas de cada paciente, dos implantes e do sistema de retenção a ser selecionado. Visto que a redução do volume ósseo da maxila, após maxilectomia, pode comprometer a reabilitação protética, principalmente na área adjacente ao defeito. Uma quantidade adequada de osso disponível na maxila e a correta colocação e carregamento do implante são indispensáveis para uma reabilitação duradoura. A falta de osso pode expor a superfície do implante com consequente periimplantite, inflamação do tecido mole e possível fratura do implante.

O sucesso clínico, durante a reabilitação com implantes, é amplamente determinado pela maneira como o estresse mecânico é transferido do implante ao tecido ósseo circundante, sem gerar forças de grande magnitude, o que pode colocar em risco a longevidade do implante e da prótese.

Pesquisas sobre biomecânica de próteses implantorretidas objetivam estudar desenhos alternativos para diversas situações clínicas. Devido à indisponibilidade óssea, em regiões posteriores, uma adequada estabilidade anterior deveria ser alcançada para suportar extensões em cantilever

que se projetavam distalmente. Ainda como alternativa para rebordos atróficos de pacientes maxilectomizados tem sido indicado a instalação de implantes com inclinação distal, em áreas de maior densidade óssea, como na região de primeiros molares, para melhorar a disposição geométrica do conjunto prótese/implante.

Em relação ao sistema de retenção, diferentes tipos são comumente indicados para esse tipo de prótese, dentre os quais se encontram os encaixes esféricos, os magnéticos e as barras, associados ou não. O que os diferencia é o tipo de material, resiliência e forma dos componentes, além do tipo de associação entre encaixes e implantes. Vários fatores devem ser levados em consideração para a correta seleção dos sistemas de encaixes, como o espaço disponível, a necessidade de sustentação da prótese, o nível de retenção que se deseja obter e, principalmente, a distribuição de forças sobre a mucosa, implante e osso.

Já que a maioria dos insucessos com próteses totais implantorretidas decorre de excesso de cargas transmitidas aos implantes e sistemas de retenção. Entre as metodologias utilizadas, a fotoelasticidade vem sendo utilizada para a análise da formação de tensões induzidas por reabilitações implantorretidas a implantes e osso suporte, em estudos que simulam as condições mecânicas clínicas existentes, neste tipo de reabilitação, por tratar-se de um método de análise que permite visualização direta destas tensões. É um método já testado, viável, de relativa facilidade de construção dos modelos e de interpretação dos resultados. Este método baseia-se no fenômeno da passagem de luz polarizada, através de um modelo de configuração geométrica arbitrária e na geração de padrões coloridos que são as franjas isocromáticas. Estas franjas são observadas no polariscópio e são proporcionais ao “stress” sofrido pela parte analisada. Adicionalmente, a reprodutibilidade não afeta as propriedades físicas das estruturas envolvidas, e o ensaio pode ser repetido quantas vezes o operador desejar. O interessante dessa metodologia é que permite a visualização direta das tensões geradas sobre uma determinada estrutura, estabelecendo, dessa forma, uma correlação entre modelo fotoelástico e correspondentes situações das estruturas bucais quando estão sob tensões.

Diante disso, este estudo teve como propósito avaliar a distribuição de tensões, por meio do método fotoelástico, em próteses obturadoras palatinas implantorretidas, sobre implantes paralelos ou inclinados, associados a diferentes tipos de sistemas de retenção.

2. Capítulo I



COMPARAÇÃO DE QUATRO SISTEMAS DE RETENÇÃO UTILIZADOS EM PRÓTESE OBTURADORA PALATINA IMPLANTORRETIDA POR MEIO DO MÉTODO FOTOELÁSTICO

2.1 RESUMO

As mutilações intraorais de palato duro e mole acarretam grande perda de tecido ósseo, diminuindo drasticamente a eficiência mastigatória e a retenção das próteses destes pacientes. E o uso de próteses obturadoras palatinas implantorretidas tem melhorado essas deficiências e aumentado a qualidade de vida de seus usuários. Desse modo, este estudo teve como propósito avaliar a distribuição de tensões, por meio do método fotoelástico, em próteses obturadoras palatinas implantorretidas associadas a diferentes tipos de sistemas de retenção. Foram confeccionados dois modelos fotoelásticos, a partir de um modelo experimental de maxilar com comunicação buco-sinusal, divididos em: modelo sem implantes (SI) e modelo com três implantes paralelos (IP). Posteriormente, foi confeccionada uma prótese obturadora convencional (controle) e quatro próteses obturadoras implantorretida com diferentes sistemas de retenção: OR - com três O-rings individualizados, BC - barra-clip, BOC - implantes esplintados por meio de barras associados a dois O-rings posicionados no centro da barra e, BOD - implantes esplintados por meio de barras com cliques associados a dois O-rings posicionados distalmente em cantilever. O conjunto (modelo/sistema de retenção/prótese) foi posicionado em um polariscópio circular e, sobre ele, foi aplicada uma carga de 100N, na região de incisivo central, canino e primeiro molar (região com implantes) com o auxílio de uma Máquina de Ensaio Universal (EMIC-DL 3000). Os resultados foram obtidos pela observação do registro fotográfico das tensões, nos modelos fotoelásticos, resultante da aplicação de carga. Observou-se maior concentração de tensão sobre o sistema BC, seguido respectivamente pelo BOD, BOC, OR e obturadora convencional. Quanto à localização das tensões, independente do sistema de retenção, concentraram-se na região do ápice dos implantes. Concluiu-se que o sistema de retenção influenciou diretamente na distribuição de tensões. E que o sistema com O-ring individualizado ou

posicionado no centro da barra, admite maior movimentação da peça, transmite de modo mais adequado os esforços ao rebordo alveolar, podendo resultar numa melhor distribuição das forças provenientes da mastigação aos implantes e tecido ósseo.

PALAVRAS-CHAVE: Implante Dentário. Prótese Palatina. Prótese Maxilofacial. Prótese Dentária Fixada por Implante.

2.2 INTRODUÇÃO*

Os defeitos maxilares podem resultar em graves sequelas nas estruturas anatômicas que funcionam como área de suporte, promovendo retenção e estabilidade para próteses em indivíduos edêntulos. Quando estas estruturas são removidas, parcial ou completamente, essas funções ficam comprometidas^{1,2}. Além disso, uma comunicação buco-sinusal permite a passagem de ar, líquido e alimento entre as cavidades, causando severas alterações na fala, deglutição e mastigação, reduzindo drasticamente a qualidade de vida de seus portadores³⁻⁷.

Nesses casos, duas são as alternativas de tratamento: cirurgia plástica reconstrutora ou a confecção de prótese obturadora^{3,4}. Sendo que a escolha do tratamento depende da idade do paciente, história médica e principalmente da extensão do defeito⁸, pois, em situações de defeitos extensos, cirurgias com retalhos ou enxertos de tecidos moles ou ósseos, não apresentam bons resultados⁹⁻¹¹.

Sendo assim, a prótese obturadora palatina tornou-se um importante recurso terapêutico no processo de reabilitação do paciente, capaz de minimizar os possíveis distúrbios decorrentes da sequela cirúrgica^{1,2,11}. Tem por finalidade vedar a comunicação existente entre as cavidades oral, nasal e orbital, permitindo o restabelecimento da fala, da mastigação, da deglutição, da estética, proporcionando, assim, melhor qualidade de vida aos pacientes^{2,7,11-13}.

Entretanto, a estabilidade e retenção destas próteses são vistas como um problema, pois condições anatômicas específicas, presentes em cada caso de ressecção cirúrgica maxilar, impõem planejamentos diferenciados¹. Além disso, sabe-se que os defeitos maxilares prejudicam a biomecânica das próteses obturadoras, pois a presença de forças de alavanca aumenta drasticamente as forças sobre os tecidos de suporte durante a mastigação^{2,7,14}.

Logo, a associação dos implantes aos sistemas de retenção proporcionou uma nova alternativa de reabilitação para tais pacientes, já que melhora a retenção e estabilidade da prótese^{2,5,15-25} e deixa o paciente mais seguro e confiante^{2,5,7,8, 10,11,14}.

Todavia, deve-se levar em consideração que a maioria dos insucessos com próteses totais implantorretidas decorre de excesso de cargas transmitidas aos implantes e sistemas de retenção^{2,10}. E, entre as metodologias utilizadas, a fotoelasticidade vem sendo utilizada para a análise da formação de tensões induzidas por reabilitações implantorretidas a implantes e osso suporte, em estudos que simulam as condições mecânicas clínicas existentes, neste tipo de reabilitação, por tratar-se de um método de análise que permite visualização direta destas tensões^{1,2,10,20}. Entretanto, a literatura é escassa em relação ao comportamento biomecânico dos diferentes sistemas de retenção de próteses obturadoras palatinas implantorretidas, principalmente em relação às tensões geradas ao implante e tecido ósseo de suporte.

Desse modo, este estudo teve como propósito avaliar a distribuição de tensões, por meio do método fotoelástico, em próteses obturadoras palatinas implantorretidas, utilizando diferentes sistemas de retenção e obturadora convencional (sem implantes). A hipótese deste estudo é que a obturadora convencional seguida pelo sistema com O-ring individualizado ou associado à barra propicie os menores valores de tensão nos implantes e tecidos de suporte.

2.3 MATERIAL E MÉTODO

O modelo experimental de maxilar com comunicação buco-sinusal foi utilizado para a reprodução de dois modelos laboratoriais de gesso idênticos, confeccionados com gesso tipo IV (Durone, Dentsply Ind.Com.Ltda., Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil). Um dos modelos foi duplicado com silicone fluido (Sapeca Artesanato, Bauru, São Paulo, Brasil), obtendo, assim, a reprodução negativa do modelo de gesso laboratorial. Por meio deste molde, primeiramente, foi confeccionado o modelo fotoelástico sem implante (SI). Para isso, foi vertido, sobre o molde, resina fotoelástica PL-2 (Vishay Measurements Group Inc. Raleigh, NC, EUA), manipulada e espatulada de acordo com as instruções do fabricante. Posteriormente, esse conjunto (molde + resina fotoelástica) foi colocado em polimerizadora de resina com pressão de 40 libras para a remoção de bolhas internas. Após a polimerização da resina PL-2, o modelo foi separado cuidadosamente do molde, sendo submetido ao acabamento e polimento, o qual foi realizado com lixas d'água de granulações finas (600, 800, 1200 e 1500)^{2,10}.

Para confecção do modelo fotoelástico (IP), utilizaram-se 3 implantes de hexágono externo de 3,75 x 13mm, (Neodent, Curitiba, Paraná, Brasil), posicionados no segundo modelo laboratorial, sendo que as três perfurações foram paralelas entre si (incisivo, canino e 1º molar). Após a perfuração, os análogos dos implantes (Neodent, Curitiba, Paraná, Brasil) foram inseridos com auxílio de um paralelômetro e fixados com resina acrílica Duralay (Duralay Reliance Dental MFG Co Worth, IC, USA), de modo que a plataforma do análogo permanecesse no mesmo nível do rebordo.

Aos análogos, foram posicionados e parafusados os transferentes quadrados (Neodent, Curitiba, Paraná, Brasil). Esses transferentes foram unidos, um ao outro, com fio dental e resina acrílica Duralay. A obtenção do molde do modelo de gesso com os transferentes posicionados foi realizada conforme o método descrito anteriormente para a obtenção do modelo fotoelástico (SI).

Após o vazamento e presa final do silicone, os parafusos dos transferentes foram removidos, para permitir a remoção do modelo de gesso, obtendo-se assim a matriz de silicone com os transferentes quadrados já posicionados. A este transferente, foi adaptado e parafusado o implante. Nesse momento, foi verificado o correto assentamento dos implantes, nos transferentes quadrados, e, em seguida, o molde foi preenchido com resina fotoelástica PL-2, como já descrito anteriormente.

Os modelos laboratoriais sem e com implantes foram utilizados para confecção das próteses obturadoras. Foram confeccionadas 5 próteses, sendo uma prótese obturadora mucossuportada (sem implantes); e outras quatro próteses obturadoras, utilizando-se de sistemas de retenção em implantes: OR - com três O-rings individualizados, BC - barra-clip, BOC - implantes esplintados por meio de barras associados a dois O-rings, posicionados no centro da barra e, BOD - implantes esplintados por meio de barras com cliques associados a dois O-rings posicionados distalmente, em cantilever, conforme demonstrado na figura 1.

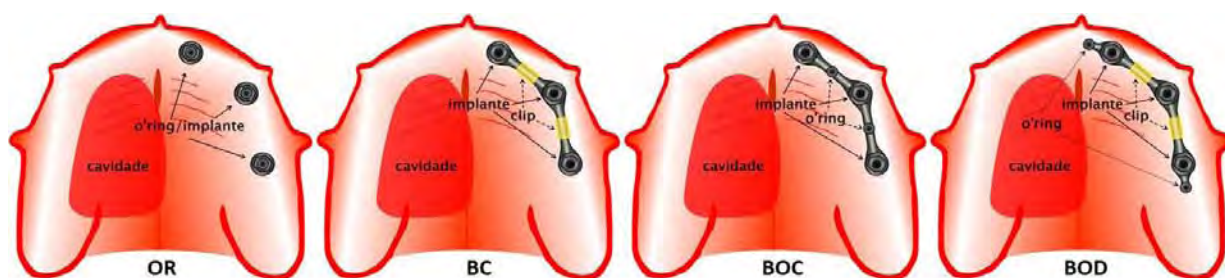


Figura 1: Esquema dos sistemas de retenção em implantes utilizados neste estudo

Foram utilizados, para confecção das próteses obturadoras, dentes artificiais com inclinação de cúspide de 20° (TriluxVipi Produtos Odontológicos, Pirassununga, São Paulo, Brasil) e resina termopolimerizável incolor (Vipi Produtos Odontológicos, Pirassununga, São Paulo, Brasil) para não influenciar nos resultados das imagens durante aplicação do método.

As próteses obturadoras foram adaptadas seguidamente aos modelos fotoelásticos com ou sem sistema de retenção. Cada conjunto (prótese/modelo fotoelástico com ou sem sistema de retenção) foi posicionado em um polariscópio circular. Estes foram colocados em um recipiente de

vidro contendo óleo mineral, para minimizar a refração da fonte de luz branca (Photoflood 500 WGE Lighting General Eletric, Cleverland, Ohio, USA) que incidia uniformemente sobre o recipiente com o modelo fotoelástico. A partir de então, foi iniciada a aplicação de cargas de 100 N a velocidade de 10 milímetros por segundo, na região de incisivo, canino e 1° molar do lado oposto à comunicação com auxílio de uma Máquina de Ensaio Universal (EMIC – DL 3000). As imagens foram registradas por uma máquina fotográfica digital Nikon D80 (Nikon Corporation, ChitodaKu, Tokyo, Japão); e, em seguida, transferidas para um computador e analisadas qualitativamente no programa ADOBE Photoshop CS versão 8.0.1 (Adobe Systems, San Jose, Califórnia, USA)^{2,10}.

Os registros fotográficos das amostras foram analisados para verificar a direção de propagação e intensidade das tensões, conforme a análise qualitativa. Esta análise consiste em: quanto maior o N (ordem da franja) e o número de franjas, maior a intensidade de tensão e quanto mais próximas as franjas umas das outras, maior a concentração de tensões.

Para facilitar, a análise foi dividida da seguinte maneira: de acordo com o número de franjas de alta intensidade (transição verde-rosa) e de acordo com a área de distribuição das tensões. Todas as imagens foram avaliadas por um mesmo observador.

2.4 RESULTADOS

Tabela 1- Quantidade de franjas de alta intensidade (transição verde-rosa) de acordo com o ponto (elemento) em que a carga foi aplicada.

Sistema de retenção	Ponto de aplicação de carga		
	Elemento		
	16	13	11
Convencional	0	1	1
OR	3	4	4
BOC	4	4	6
BOD	5	5	5
BC	5	6	6

Os resultados mostraram um maior número de franjas de alta tensão sobre o sistema BC, seguido respectivamente pelo sistema BOD, BOC, OR e obturadora convencional (sem implantes) (Tabela 1). Observou-se também que a associação de O-ring com barra (no centro da barra ou distal) transmitiu menor tensão ao tecido de suporte em comparação com a utilização de barra-clip isoladamente (Tabela 1).

Quanto à distribuição das tensões, as maiores concentrações para o modelo sem implantes, localizaram-se na região da crista do rebordo (Fig. 2).

Já, para o modelo com implantes, independente do sistema de retenção, observa-se que a maior concentração de tensões localizaram-se no ápice do implante, no qual a carga estava sendo aplicada (Figs 3 ,4, 5 e 6).

2.5 DISCUSSÃO

A hipótese deste estudo de que a prótese obturadora convencional, seguida pelo sistema com O-ring individualizado ou associado à barra, propicie os menores valores de tensão nos implantes e tecidos de suporte foi aceito. Visto que esses sistemas apresentaram respectivamente menores valores de tensão (Tabela 1).

Apesar da prótese obturadora sem implantes apresentar os menores valores de tensão, como pode ser observado em nossos resultados (Tabela 1 e Fig 2), sabe-se que os defeitos maxilares prejudicam a biomecânica das próteses obturadoras, diminuindo drasticamente a estabilidade e retenção destas próteses durante a mastigação^{1-7,14}.

Diante disso, a utilização das próteses obturadoras palatinas implantorretidas, para reabilitar pacientes maxilectomizados, parciais ou totais, tem sido crescente, uma vez que promove maior retenção e estabilidade da prótese, reduzindo sua movimentação^{2,5,10,11,14}. Entretanto, para se obter êxito clínico com este tipo de tratamento, é indispensável um planejamento prévio adequado às características intrínsecas de cada paciente⁸, dos implantes e do sistema de retenção a ser selecionado¹⁵⁻²⁵.

De acordo com nosso estudo, verificou-se que o sistema de retenção tem uma influência direta na distribuição das tensões no conjunto implante/tecido de suporte, ocorrendo diferentes valores de tensão para cada sistema de retenção. Sendo que o sistema BC apresentou maior valor de tensão, seguido respectivamente pelo sistema BOD, BOC e OR (Tabela 1 e Figs 3,4, 5 e 6).

O conhecimento da tensão transmitida pelo conjunto prótese/sistema de retenção/implante ao tecido ósseo é de fundamental importância para o correto funcionamento biomecânico desse sistema. O excesso de cargas, transmitidas aos implantes e sistemas de retenção, pode levar à fadiga dos sistemas de retenção e, conseqüentemente, gerar fratura nos componentes dos implantes,

sobrecarga neles e no tecido ósseo, o que também resultaria em uma possível perda da osseointegração, gerando, de uma maneira direta, instabilidade e perda de retenção das próteses^{2,10}.

Estudos^{21,23} também mostraram que o sistema de retenção barra-clip gera níveis maiores de tensão aos implantes de sustentação. Ainda, segundo os autores, a menor resiliência do clip faz com que o carregamento seja transferido para a barra e, conseqüentemente, para os implantes. Todavia, outros estudos^{26,27} mostraram que a esplintagem de implantes, por meio de uma barra, é de melhor prognóstico para as reabilitações e transmite menor tensão aos implantes, em relação a sistemas isolados, porque ameniza as forças transmitidas ao rebordo alveolar e age como suporte e retenção, uma vez que todas as unidades implantadas permanecem conectadas rigidamente durante as atividades funcionais desempenhadas pelo aparelho protético.

Ainda, de acordo com o presente estudo, o sistema O-ring apresentou a menor tensão (Tabela 1 e Fig 3), provavelmente em função da grande resiliência do sistema O-ring, aliviando desta forma, os implantes. Segundo outros trabalhos^{1,2,19,21-25}, que corroboram com nosso resultado, a menor tensão transmitida pelo sistema O-ring pode ser resultado do estresse absorvido pelo componente fêmea do sistema, que geralmente apresenta um anel de borracha, envolvido por uma cápsula metálica, que pode absorver ou distribuir, de forma mais homogênea, as forças a que forem submetidas.

Adicionalmente, verificou-se que, quando o sistema O-ring foi utilizado em associação com a barra (Fig 4) ou barra-clip (Fig 5), apresentou tensões menores, em comparação com a utilização da barra-clip isoladamente (Fig 6). Isso corrobora com outros autores^{15,19,20} que concluíram que o sistema de retenção, contendo associação de barra e O-rings distais, produziu menores valores de tensão quando comparados a outros sistemas. Estudos^{20,14,15,18-20} justificam o melhor comportamento devido à dissipação de tensão sobre a barra juntamente com a maior resiliência do sistema O-ring. Acreditamos que a maior tensão encontrada no sistema BOD em comparação ao BOC, deve-se à

extensão do cantilever proporcionar uma maior alavanca nessa região e, conseqüentemente, maior tensão. Além disso, o clip presente no centro da barra também gera maior tensão ao sistema.

É importante salientar que vários fatores devem ser levados em consideração para a correta seleção dos sistemas de encaixes, como o espaço disponível, a necessidade de sustentação da prótese, o nível de retenção que se deseja obter e, finalmente, a distribuição de tensão entre o implante e osso^{12,16}. O que os diferencia é o tipo de material, resiliência e forma dos componentes, além do tipo de associação entre encaixes, implantes e dentes remanescentes. Sendo que cada um apresenta uma biomecânica diferente^{14,21}.

Quando da utilização de implantes para pacientes maxilectomizados, o sistema com O-rings individualizados admite maior movimentação da peça, transmite de modo mais adequado os esforços ao rebordo alveolar, podendo resultar numa melhor distribuição das forças, provenientes da mastigação, aos implantes e tecido ósseo.

2.6 Conclusão

Conclui-se que:

- O sistema de retenção tem influência direta na distribuição da tensão das próteses obturadoras implantorretidas.
- A prótese obturadora convencional (sem implantes) apresentou os menores valores de tensão, seguida, respectivamente, pelos sistemas OR, BOC, BOD e BC.
- A associação de barra com O-ring (posição central ou distal da barra) apresenta melhor distribuição das tensões, em comparação com a utilização de barra-clip isoladamente.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq pela concessão de bolsa de doutorado e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo auxílio financeiro concedido para a realização deste trabalho (Processo 2010/01241-3).

2.7 REFERÊNCIAS

- 1) Ortegón SM, Martin JW, Lewin JS. A hollow delayed surgical obturator for a bilateral subtotal maxillectomy patient clinical report. *J Prosthet Dent* 2008;99:14-18.
- 2) Goiato MC, Ribeiro Pdo P, Pellizzer EP, Pesqueira AA, Haddad MF, dos Santos DM, Moreno A. Photoelastic analysis to compare implant-retained and conventional obturator dentures. *J Biomed Opt.* 2012; 17:061203.
- 3) Dilek OC, Tezulas E. A mini implant-supported obturator application in a patient with partial maxillectomy due to tumor: case report. *Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103:e6-e10.
- 4) Bagis B, Aydoğan E, Hasanreisoglu U. Rehabilitation of a congenital palatal defect with a modified technique: a case report. *Cases J.* 2008; 16:39.
- 5) Goiato MC, Delben JA, Monteiro DR, Santos DM. Retention Systems to Implant-Supported Craniofacial Prostheses. *J Craniofac Surg* 2009;20:889-91.
- 6) Bedrossian E, Brånemark PI. Systematic treatment planning protocol for patients with maxillofacial defects: avoiding living a life of seclusion and depression. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2012; 20:135-58.
- 7) Nguyen CT, Driscoll CF, Coletti DP. Reconstruction of a maxillectomy patient with an osteocutaneous flap and implant-retained fixed dental prosthesis: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2011; 105:292-5.
- 8) Turcio K, Goiato MC, Gennari-Filho H, Santos DM. Photoelastic analysis of stress distribution in oral rehabilitation. *Journal of Craniofacial Surgery* 2009; 20:8-11.
- 9) Okay DJ, Genden E, Buchbinder D, Urken M. Prosthodontic guidelines for surgical reconstruction of the maxilla: a classification system of defects. *J Prosthet Dent.* 2001; 86:352-63.

- 10) Goiato MC, Ribeiro Pdo P, Pellizzer EP, Garcia Júnior IR, Pesqueira AA, Haddad MF. Photoelastic analysis of stress distribution in different retention systems for facial prosthesis. J Craniofac Surg. 2009; 20:757-61.
- 11) Goiato MC, Pesqueira AA, Silva CR, Gennari Filho H, Santos DM. Patient satisfaction with maxillofacial prosthesis. Literature review. Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery 2009; 62:175-80.
- 12) Lethaus B, Lie N, de Beer F, Kessler P, de Baat C, Verdonck HW. Surgical and prosthetic reconsiderations in patients with maxillectomy. J Oral Rehabil. 2010; 37:138-42.
- 13) Irish J, Sandhu N, Simpson C, Wood R, Gilbert R, Gullane P, Brown D, Goldstein D, Devins G, Barker E. Quality of life in patients with maxillectomy prostheses. Head Neck. 2009; 31:813-21.
- 14) Keyf F. Obturator prostheses for hemimaxillectomy patients. J Oral Rehabil 2001;28:821-9.
- 15) Barão VA, Assunção WG, Tabata LF, de Sousa EA, Rocha EP. Effect of different mucosa thickness and resiliency on stress distribution of implant-retained overdentures-2D FEA. Comput Methods Programs Biomed. 2008; 92:213-23.
- 16) Barão VA, Assunção WG, Tabata LF, Delben JA, Gomes EA, de Sousa EA, Rocha EP. Finite element analysis to compare complete denture and implant-retained overdentures with different attachment systems. J Craniofac Surg. 2009; 20:1066-71.
- 17) Cehreli MC, Karasoy D, Kökat AM, Akça K, Eckert S. A systematic review of marginal bone loss around implants retaining or supporting overdentures. Int J Oral Maxillofac Implants. 2010; 25:266-77.
- 18) Lyons KM, Beumer J, Caputo AA. Abutment load transfer by removable partial denture obturator frameworks in different acquired maxillary defects. J Prosthet Dent 2005;4:281-8.
- 19) Ben-Ur Z, Gorfil C, Shifman A. Anterior implant-supported overdentures. Quintessence Int 1996; 27:603-06.

- 20) Celik G, Uludag B. Photoelastic stress analysis of various retention mechanisms on 3-implant-retained mandibular overdentures. *J Prosthet Dent* 2007; 97:229-35.
- 21) Kenney R, Richards MW. Photoelastic stress patterns produced by implant-retained overdentures. *J Prosthet Dent* 1998; 80:559-64.
- 22) Meniccuci G, Lorenzetti M, Pera P, Preti G. Mandibular implant-retained overdenture: finite element analysis of two anchorage systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998; 13:369-76.
- 23) Porter JA, Petropoulos VC, Brunski JB. Comparison of load distribution for implant overdenture attachments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002; 17:651-62.
- 24) Tokuhisa M, Matsushita Y, Koyano K. In vitro study of mandibular implant overdenture retained with ball, magnet, or bar attachments: comparison of load transfer and denture stability. *Int J Prosthodont* 2003; 16:128-34.
- 25) Daas M, Dubois G, Bonnet AS, Lipinski P, Rignon-Bret C. A complete finite element model of a mandibular implant-retained overdenture with two implants: Comparison between rigid and resilient attachment configurations. *Med Eng Phys*. 2008;30:218-25.
- 26) Ochiai KT, Williams BH, Hojo S, Nishimura R, Caputo AA. Photoelastic analysis of the effect of palatal support on various implant-supported overdenture designs. *J Prosthet Dent* 2004; 91:421-7.
- 27) 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; 35:766-74.



Figura 2: Distribuição das tensões nos modelos sem implantes (SI).



Figura 3: Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção com três O-rings individualizados (OR).



Figura 4: Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção com implantes esplintados por meio de barra associados a dois O-rings posicionados no centro da barra (BOC).



Figura 5: Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção com implantes esplintados por meio de barras com cliques associados a dois O-rings posicionados distalmente em cantilever (BOD).



Figura 6: Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção Barra-clip (BC).

3. Capítulo III



**ANÁLISE FOTOELÁSTICA DE TENSÕES EM PRÓTESES OBTURADORAS PALATINAS
IMPLANTORRETIDAS, SOBRE IMPLANTES PARALELOS E INCLINADOS ASSOCIADOS A DIFERENTES
TIPOS DE SISTEMAS DE RETENÇÃO**

3.1 RESUMO

Como alternativa para rebordos atróficos de pacientes maxilectomizados, tem sido indicada a instalação de implantes com inclinação distal, em áreas de maior densidade óssea, para melhorar a disposição geométrica do conjunto prótese/implante. Desse modo, este estudo teve como propósito avaliar a distribuição de tensões, por meio do método fotoelástico, em próteses obturadoras palatinas implantorretidas, sobre implantes paralelos ou inclinados, associadas a diferentes tipos de sistemas de retenção. Foram confeccionados dois modelos fotoelásticos, a partir de um modelo experimental de maxilar com comunicação buco-sinusal, divididos em: modelo sem implante (SI) e modelo com dois implantes paralelos entre si (incisivo e canino) e outro inclinado (angulação distal 17°), na região de molar (II). Posteriormente, foi confeccionada uma prótese obturadora convencional (controle) e quatro próteses obturadoras implantorretida com diferentes sistemas de retenção: OR - com três O-rings individualizados, BC - barra-clip, BOC - implantes esplintados por meio de barras associados a dois O-rings posicionados no centro da barra e, BOD - implantes esplintados por meio de barras com cliques associados a dois O-rings posicionados distalmente em cantilever. O conjunto (modelo/sistema de retenção/prótese) foi posicionado em um polariscópio circular e, sobre ele foi aplicada uma carga de 100N, na região de incisivo central, canino e primeiro molar (região com implantes) com o auxílio de uma Máquina de Ensaio Universal (EMIC-DL 3000). Os resultados foram obtidos pela observação do registro fotográfico das tensões, nos modelos fotoelásticos, resultante da aplicação de carga. Observa-se um maior número de franjas de alta tensão sobre o sistema BC, seguido respectivamente pelo sistema BOD, BOC, OR e obturadora convencional (sem implantes). Conclui-se que o sistema de retenção tem uma influência direta na distribuição da tensão das próteses obturadoras implantorretidas. E que o implante inclinado apresentou um comportamento biomecânico semelhante aos implantes paralelos.

PALAVRAS-CHAVE: Implante Dentário. Prótese Palatina. Prótese Maxilofacial. Prótese Dentária Fixada por Implante.

3.2 INTRODUÇÃO*

A reabilitação de um paciente com defeitos maxilares é um grande desafio para o protesista¹. Estes defeitos podem ser decorrentes do tratamento cirúrgico de neoplasias benignas ou malignas, malformação congênita e trauma²⁻⁷, e normalmente, resultam em comunicação buco-sinusal⁸. Isto compromete a reabilitação protética e resulta inevitavelmente em problemas de mastigação, fonação, deglutição, além de distúrbios estéticos e, principalmente, psicológicos^{1,2,6,9,-12}.

A prótese obturadora é frequentemente a escolha de tratamento, por causa da complexidade da reconstrução cirúrgica maxilar e incerteza do restabelecimento das funções afetadas^{7,12}. Diversos estudos^{1-4,6,7,13-18} têm confirmado a eficácia destas próteses, em termos de pronúncia, função mastigatória, deglutição e estética. No entanto, sabe-se que devido à quantidade limitada de osso maxilar restante da maxilectomia, a estabilidade e retenção destas próteses são mais difíceis. Dessa forma, a combinação de implantes e próteses obturadoras mostrou-se extremamente benéfica^{4,6,7}.

Contudo, é indispensável uma quantidade adequada de osso disponível, na maxila, para correta colocação e carregamento do implante para obter uma reabilitação duradoura^{2,7}. E, como alternativa para rebordos atrofizados de pacientes maxilectomizados, tem sido indicada a instalação de implantes com inclinação distal, em áreas de maior densidade óssea, como na região de primeiros molares, para melhorar a disposição geométrica do conjunto prótese/implante. Sem a utilização desta técnica, estas regiões receberiam implantes mais curtos ou necessitariam de enxertia, aumentando a complexidade, o tempo e o custo do tratamento¹⁹⁻²¹.

E, aliados aos implantes, diferentes tipos de sistema de retenção são comumente indicados, para melhorar a retenção e a estabilidade de overdentures^{7,11,12,22-24}, dentre os quais se encontram os encaixes esféricos, os magnéticos e as barras, associados ou não^{7-9,12,22,24}. Vários fatores devem ser levados em consideração para a correta seleção dos sistemas de encaixes, como o espaço disponível,

*Este artigo foi formatado seguindo as normas do *Journal of Biomedical Optics*.

à necessidade de sustentação da prótese, o nível de retenção que se deseja obter, e, finalmente, a distribuição de forças sobre a mucosa, implante e osso^{12,23}.

A literatura odontológica tem mostrado muitos trabalhos que abordam a distribuição de forças com a finalidade de recolher melhores subsídios para o planejamento de overdentures^{7,12,22-24}. Sendo que o método da fotoelasticidade tem sido utilizado na odontologia e demonstra uma observação direta da distribuição de tensão nas estruturas, baseadas na habilidade de certos materiais transparentes, em exibir padrões coloridos, chamados de franjas isocromáticas, quando tensionado e observados sob uma luz polarizada^{7,12,25}.

Desse modo, este estudo teve como propósito avaliar a distribuição de tensões, por meio do método fotoelástico, em próteses obturadoras palatinas implantorretidas, sobre dois implantes paralelos entre si (incisivo e canino) e um inclinado (angulação distal de 17° na região do primeiro molar), utilizando diferentes sistemas de retenção e obturadora convencional (sem implantes). A hipótese deste estudo é que o sistema com três O-rings, individualizados, propicie os menores valores de tensão nos implantes e tecidos de suporte. E que, independente do sistema de retenção, a maior tensão ocorrerá no implante inclinado.

3.3 MATERIAL E MÉTODO

O modelo experimental de maxilar superior com comunicação buco-sinusal foi utilizado para a reprodução de dois modelos laboratoriais de gesso idênticos, confeccionados com gesso tipo IV (Durone, Dentsply Ind.Com.Ltda., Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil). Um dos modelos foi duplicado com silicone fluido (Sapeca Artesanato, Bauru, São Paulo, Brasil), obtendo, assim, a reprodução negativa do modelo de gesso laboratorial. Por meio deste molde, primeiramente, foi confeccionado o modelo fotoelástico I (sem implante). Para isso, foi vertido sobre o molde resina fotoelástica PL-2 (Vishay Measurements Group Inc. Raleigh, NC, EUA), manipulada e espatulada de acordo com as instruções do fabricante. Posteriormente, esse conjunto (molde + resina fotoelástica) foi colocado em polimerizadora de resina com pressão de 40 libras para a remoção de bolhas internas. Após a polimerização da resina PL-2, o modelo foi separado, cuidadosamente do molde, submetido ao acabamento e polimento, o qual foi realizado com lixas d'água de granulações finas (600, 800, 1200 e 1500)^{7,12}.

Para confecção do modelo fotoelástico II, utilizaram-se 3 implantes posicionados, no segundo modelo laboratorial; destes, dois foram inseridos paralelos entre si (incisivo e canino), com auxílio de um paralelômetro e, o outro, na região de 1º molar, foi inclinado 17º para distal. Para determinar esta inclinação no modelo de gesso, foi traçado, com marcador para retro projetor (Pilot Pen Brasil, São Paulo, SP, Brasil) em papel adesivo transparente (Plastific Comércio Plastificação Ltda, Belo Horizonte, MG, Brasil), uma reta com inclinação de 17º para a região distal, com auxílio de transferidor e régua. Na região vestibular do modelo de gesso, esse papel adesivo foi colado para orientar, de modo adequado, a perfuração do modelo de gesso nessa região. Após a perfuração, os análogos dos implantes de 3,75 x 13mm, (Neodent, Curitiba, Paraná, Brasil) foram inseridos e fixados com resina acrílica Duralay (Duralay Reliance Dental MFG Co Worth, IC, USA), de modo que a plataforma do análogo permanecesse no mesmo nível do rebordo.

Aos análogos foram posicionados e parafusados os transferentes quadrados (Neodent, Curitiba, Paraná, Brasil). Esses transferentes foram unidos, um ao outro, com fio dental e resina acrílica Duralay. A obtenção do molde do modelo de gesso com os transferentes posicionados foi realizada conforme o método descrito anteriormente para a obtenção do modelo fotoelástico I.

Após o vazamento e presa final do silicone, os parafusos dos transferentes quadrados foram removidos, para permitir a remoção do modelo de gesso, obtendo-se assim a matriz de silicone com os transferentes já posicionados. A este transferente foi adaptado e parafusado o implante em titânio, com hexágono externo, de 3,75 x 13mm (Neodent, Curitiba, Paraná, Brasil). Nesse momento, foi verificado o correto assentamento dos implantes nos transferentes e, em seguida, o molde foi preenchido com resina fotoelástica PL-2, como já descrito anteriormente.

Os modelos laboratoriais, sem e com implantes, foram utilizados para confecção das próteses obturadoras. Foram confeccionadas 5 próteses, sendo uma prótese obturadora mucossuportada (sem implantes); e outras quatro próteses obturadoras, utilizando-se de sistemas de retenção em implantes: OR - com três O-rings individualizados, BC - barra-clip, BOC - implantes esplintados por meio de barras associados a dois O-rings posicionados, no centro da barra, e, BOD - implantes esplintados por meio de barras associados a dois O-rings, posicionados distalmente em cantilever, conforme demonstrado na figura 1.

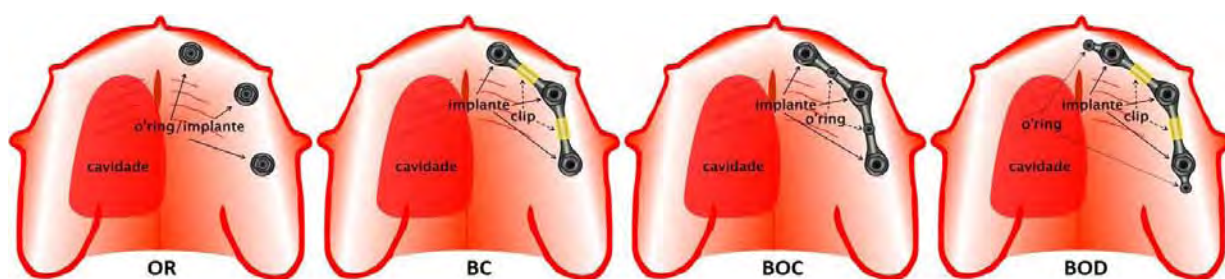


Figura 1: Esquema dos sistemas de retenção em implantes utilizados neste estudo

Foram utilizados para confecção das próteses obturadoras dentes artificiais com inclinação de cúspide de 20° (TriluxVipi Produtos Odontológicos, Pirassununga, São Paulo, Brasil.) e resina

termopolimerizável incolor (Vipi Produtos Odontológicos, Pirassununga, São Paulo, Brasil.) para não influenciar, nos resultados das imagens, durante aplicação do método.

As próteses obturadoras foram adaptadas seguidamente aos modelos fotoelásticos com ou sem sistema de retenção. Cada conjunto (prótese/modelo fotoelástico com ou sem sistema de retenção) foi posicionado em um polariscópio circular. Estes foram colocados em um recipiente de vidro, contendo óleo mineral, para minimizar a refração da fonte de luz branca (Photoflood 500 WGE Lighting General Eletric, Cleverland, Ohio, USA) que incidia uniformemente sobre o recipiente com o modelo fotoelástico. A partir de então, foi iniciada a aplicação de cargas de 100 N a velocidade de 10 milímetros por segundo, na região de incisivo, canino e 1° molar, do lado oposto à comunicação com auxílio de uma Máquina de Ensaio Universal (EMIC – DL 3000). As imagens foram registradas por uma máquina fotográfica digital Nikon D80 (Nikon Corporation, ChitodaKu, Tokyo, Japão); e, em seguida, transferidas para um computador e analisadas qualitativamente no programa ADOBE Photoshop CS versão 8.0.1 (Adobe Systems, San Jose, Califórnia, USA)^{7,12}.

Os registros fotográficos das amostras foram analisados para verificar a direção de propagação e intensidade das tensões, conforme a análise qualitativa. Esta análise consiste em: quanto maior o N (ordem da franja) e o número de franjas, maior a intensidade de tensão e, quanto mais próximas às franjas umas das outras, maior a concentração de tensões.

Para facilitar, a análise foi dividida da seguinte maneira: de acordo com o número de franjas de alta intensidade (transição verde-rosa) e de acordo com a área de distribuição das tensões. Todas as imagens foram avaliadas por um mesmo observador.

3.4 RESULTADOS

Tabela 1- Quantidade de franjas de alta intensidade (transição verde-rosa) de acordo com o ponto (elemento) em que a carga foi aplicada.

Sistema de retenção	Ponto de aplicação de carga		
	Elemento		
	16	13	11
Convencional	0	1	1
OR	4	4	6
BOC	5	5	5
BOD	6	6	7
BC	8	8	7

Os resultados mostraram maior número de franjas de alta tensão sobre o sistema BC, seguido respectivamente pelo sistema BOD, BOC, OR e obturadora convencional (sem implantes) (Tabela 1).

Quanto à distribuição das tensões, as maiores concentrações para o modelo sem implantes (SI) localizaram-se na região da crista do rebordo (Fig. 2).

Já, para o modelo com implantes, independente do sistema de retenção, observa-se que estas tensões localizaram-se no ápice do implante no qual a carga estava sendo aplicada. Sendo que, em todos os sistemas de retenção, a maior concentração de tensão ocorreu, no ápice do implante da região anterior, durante a aplicação de carga no elemento 11 (Figs 3, 4, 5 e 6).

Observou-se também que a quantidade e distribuição de tensão, no implante inclinado, foram similares aos implantes paralelos (Tabela 1 e Figs 3, 4, 5 e 6).

3.5 DISCUSSÃO

A hipótese de que o sistema com três o-rings individualizados propicie os menores valores de tensão e que a maior tensão ocorrerá no implante inclinado foi aceita parcialmente. Visto que a tensão foi semelhante entre os implantes paralelos e inclinados.

Sabe-se que a prótese obturadora é a opção mais utilizada para conseguir uma reabilitação bem sucedida, após maxilectomia, restaurando pronúncia, a função mastigatória, a deglutição e estética^{1-4,6,7,12-18}. E conforme descrito na tabela 1, a prótese obturadora convencional (sem implantes) apresentou os menores valores de tensão.

No entanto, a retenção e, conseqüentemente, a função destas próteses pode ser prejudicada pela extensão e natureza do defeito, altura e espessura do rebordo residual^{1,2,9-12}. Assim, a associação de implantes osseointegrados e sistema de retenção é utilizado, nesses casos, para proporcionar maior retenção, melhorar o suporte e a estabilidade da obturadora^{4,6-7,12}.

De acordo com os resultados correntes, pode-se constatar que o sistema de retenção influenciou diretamente no número e na distribuição da tensão, o que corrobora com outros estudos^{7,11,12,22-24} que têm destacado que esses sistemas exerceriam um papel importante na distribuição de esforços ao redor das fixações.

No presente estudo, verificou-se que entre as obturadoras implantorretidas, o sistema de retenção OR apresentou o menor número de franjas de alta tensão, seguido pelos BOC, BOD. Já o sistema BC apresentou o maior número de franjas de alta tensão (Tabela 1).

Resultados estes que corroboram com outros estudos^{7,12,26-31} que também avaliaram overdentures implantorretidas, e constataram que o sistema de retenção O-ring transfere menor tensão aos implantes, quando comparado com sistema barra-clip. Ainda, segundo os autores, isto pode ser resultado do estresse absorvido pelo componente fêmea do sistema, que geralmente

apresenta um anel de borracha, envolvido por uma cápsula metálica, que pode absorver ou distribuir, de forma mais homogênea, as forças a que forem submetidas.

Observou-se também que, nos grupos em que dois O-rings foram associados à barra (no centro ou em cantilever), apresentaram valores de tensão menores que o sistema barra-clip, usado isoladamente.

Resultados semelhantes foram encontrados por Bem-Ur et al.³², Celik e Uludag²⁵ e Barão et al.²², que observaram menores valores de tensões, no sistema barra-clip, associado a attachments resilientes distais quando comparado com o sistema barra-clip. E, para os autores, a associação de distais ao sistema barra-clip cria uma linha de fulcro, nessa porção mais distal, fazendo com que a prótese rotacione antero-posteriormente, ao redor desse fulcro, e, devido ao módulo de elasticidade da matriz resiliente do sistema bola, a magnitude da tensão nos implantes é reduzida.

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Goiato et al.⁷, que verificaram a distribuição de tensão, através do método fotoelástico, sobre diferentes tipos de sistemas de retenção em implantes (O-ring, barra-clip e barra com O-ring em cantilever distal) em próteses obturadoras maxilares. Concluíram que a utilização do sistema de associação entre barra e O-rings distais favoreceu a distribuição das tensões.

Quanto à inclinação do implante da região do primeiro molar (angulação distal de 17°), não foi observado um maior número de franjas, nesse implante, em comparação com os implantes axiais (paralelos)(Tabela 1). Sendo que a distribuição da tensão foi similar em todos os implantes (independente do sistema de retenção), localizados na região do ápice do implante (Figs 3, 4, 5 e 6).

Vários estudos³³⁻³⁹ têm discutido os possíveis efeitos prejudiciais da utilização de implantes angulados na biomecânica das próteses. E demonstraram que, quanto maior a angulação do implante, maior o valor de tensão. O que não corrobora com nossos resultados que mostraram que a

inclinação do implante não teve um efeito negativo sobre a distribuição de carga, quando ela é uma parte de suporte da prótese.

De acordo com estudo de Koutouzis e Wennstro⁴⁰, foram comparados os níveis ósseos, em próteses implantossuportadas, durante 5 anos com implantes axiais e inclinados, e concluíram que a inclinação do implante não tinha efeito de perda óssea periimplantar.

Além disso, a literatura sobre implantes inclinados mostra que estes são instalados em combinação com implantes axiais, permitem a reabilitação com diferentes opções de prótese, com altas taxas de sucesso, mínimas complicações e alta satisfação dos pacientes. Pode ser considerada uma técnica previsível, com um excelente prognóstico a curto e médio prazo¹⁹⁻²¹.

Quando houver a necessidade da instalação de implantes inclinados, na região posterior da maxila, de acordo com este estudo, pode-se obter sucesso para as próteses implantorretidas.

3.6 CONCLUSÃO

Conclui-se que:

- O sistema com três o’rings individualizados propiciou os menores valores de tensão, nos implantes e tecidos de suporte, alcançando o melhor resultado biomecânico das próteses obturadoras palatinas implantorretidas.
- O implante inclinado apresentou um comportamento biomecânico semelhante aos implantes paralelos, dentro das condições do experimento.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq pela concessão de bolsa de doutorado e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo auxílio financeiro concedido para a realização deste trabalho (Processo 2010/01241-3).

3.7 REFERÊNCIAS

- 1) Bedrossian E, Brånemark PI. Systematic treatment planning protocol for patients with maxillofacial defects: avoiding living a life of seclusion and depression. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2012; 20:135-58.
- 2) Keyf F. Obturator prostheses for hemimaxillectomy patients. *J Oral Rehabil* 2001; 28:821-9.
- 3) Dilek OC, Tezulas E. A mini implant-supported obturator application in a patient with partial maxillectomy due to tumor: case report. *Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007; 103:e6-e10.
- 4) Kreissl ME, Heydecke G, Metzger MC, Schoen R. Zygoma implant-supported prosthetic rehabilitation after partial maxillectomy using surgical navigation: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2007; 97:121-8.
- 5) Goiato MC, Vedovatto E, Mazaro JVQ, Hamata MM, Gennari HF, Falcón RM, Santos DM. Técnicas de confección de prótesis faciales. *Revista Cubana de Estomatología* 2009; 46:1-12.
- 6) Nguyen CT, Driscoll CF, Coletti DP. Reconstruction of a maxillectomy patient with an osteocutaneous flap and implant-retained fixed dental prosthesis: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2011; 105:292-5.
- 7) Goiato MC, Ribeiro Pdo P, Pellizzer EP, Pesqueira AA, Haddad MF, dos Santos DM, Moreno A. Photoelastic analysis to compare implant-retained and conventional obturator dentures. *J Biomed Opt.* 2012; 17:061203.
- 8) Lyons KM, Beumer J, Caputo AA. Abutment load transfer by removable partial denture obturator frameworks in different acquired maxillary defects. *J Prosthet Dent* 2005; 94:281-8.

- 9) Ortegon SM, Martin JW, Lewin JS. A hollow delayed surgical obturator for a bilateral subtotal maxillectomy patient clinical report. *J Prosthet Dent* 2008; 99:14-18.
- 10) Bagis B, Aydoğan E, Hasanreisoglu U. Rehabilitation of a congenital palatal defect with a modified technique: a case report. *Cases J.* 2008; 16:39.
- 11) Goiato MC, Delben JA, Monteiro DR, Santos DM. Retention Systems to Implant-Supported Craniofacial Prostheses. *J Craniofac Surg* 2009; 20:889-91.
- 12) Goiato MC, Ribeiro Pdo P, Pellizzer EP, Garcia Júnior IR, Pesqueira AA, Haddad MF. Photoelastic analysis of stress distribution in different retention systems for facial prosthesis. *J Craniofac Surg.* 2009; 20:757-61.
- 13) Kornblith AB, Zlotolow IM, Gooen J, Huryn JM, Lerner T, Strong EW, et al. Quality of life of maxillectomy patients using an obturator prosthesis. *Head Neck* 1996; 18:323-34.
- 14) Rogers SN, Lowe D, McNally D, Brown JS, Vaughan ED. Health-related quality of life after maxillectomy: a comparison between prosthetic obturation and free flap. *J Oral Maxillofac Surg* 2003; 61:174-81.
- 15) Landes CA. Zygoma implant-supported midfacial prosthetic rehabilitation: a 4-year follow-up study including assessment of quality of life. *Clin Oral Implants Res* 2005; 16:313-25.
- 16) Irish J, Sandhu N, Simpson C, Wood R, Gilbert R, Gullane P, Brown D, Goldstein D, Devins G, Barker E. Quality of life in patients with maxillectomy prostheses. *Head Neck.* 2009; 31:813-21.
- 17) Lethaus B, Lie N, de Beer F, Kessler P, de Baat C, Verdonck HW. Surgical and prosthetic reconsiderations in patients with maxillectomy. *J Oral Rehabil.* 2010; 37:138-42.
- 18) Goiato MC, Pesqueira AA, Silva CR, Gennari Filho H, Santos DM. Patient satisfaction with maxillofacial prosthesis. Literature review. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* 2009; 62:175-180.

- 19) Del Fabbro M, Bellini CM, Romeo D, Francetti L. Tilted Implants for the Rehabilitation of Edentulous Jaws: A Systematic Review. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010; May 13. doi: 10.1111/j.1708-8208.2010.00288.x. [Epub ahead of print].
- 20) Penarrocha-Oltra D, Candel-Marti E, Ata-Ali J, Peñarrocha M. Rehabilitation of the atrophic maxilla with tilted implants: review of the literature. *J Oral Implantol*. 2011 Nov 28. [Epub ahead of print].
- 21) Ata-Ali J, Peñarrocha-Oltra D, Candel-Marti E, Peñarrocha-Diago M. Oral rehabilitation with tilted dental implants: a metaanalysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012;17:e582-7.
- 22) Barão VA, Assunção WG, Tabata LF, de Sousa EA, Rocha EP. Effect of different mucosa thickness and resiliency on stress distribution of implant-retained overdentures-2D FEA. *Comput Methods Programs Biomed*. 2008; 92:213-23.
- 23) Barão VA, Assunção WG, Tabata LF, Delben JA, Gomes EA, de Sousa EA, Rocha EP. Finite element analysis to compare complete denture and implant-retained overdentures with different attachment systems. *J Craniofac Surg*. 2009; 20:1066-71.
- 24) Cehreli MC, Karasoy D, Kökat AM, Akça K, Eckert S. A systematic review of marginal bone loss around implants retaining or supporting overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010; 25:266-77.
- 25) Celik G, Uludag B. Photoelastic stress analysis of various retention mechanisms on 3-implant-retained mandibular overdentures. *J Prosthet Dent* 2007; 97:229-35.
- 26) Meijer HJA, Kuiper JH, Starmans FJM, Bosman F. Stress distribution around dental implants: influence on superstructure, length of implants, and height of mandible. *J Prosthet Dent* 1992; 68:96-102.
- 27) Kenney R, Richards MW. Photoelastic stress patterns produced by implant-retained overdentures. *J Prosthet Dent* 1998; 80:559-64.

- 28) Meniccuci G, Lorenzetti M, Pera P, Preti G. Mandibular implant-retained overdenture: finite element analysis of two anchorage systems. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1998; 13:369-76.
- 29) Porter JA, Petropoulos VC, Brunski JB. Comparison of load distribution for implant overdenture attachments. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2002; 17:651-62
- 30) Tokuhisa M, Matsushita Y, Koyano K. In vitro study of mandibular implant overdenture retained with ball, magnet, or bar attachments: comparison of load transfer and denture stability. *Int J Prosthodont* 2003; 16:128-34.
- 31) Daas M, Dubois G, Bonnet AS, Lipinski P, Rignon-Bret C. A complete finite element model of a mandibular implant-retained overdenture with two implants: Comparison between rigid and resilient attachment configurations. *Med Eng Phys.* 2008; 30:218-25.
- 32) Ben-Ur Z, Gorfil C, Shifman A. Anterior implant-supported overdentures. *Quintessence Int* 1996; 27:603-06.
- 33) Weinberg LA. *Atlas of Tooth- and Implant-Supported Prosthodontics*. Chicago, IL: Quintessence, 2003.
- 34) 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; 16:117–22.
- 35) Las Casas EB, Ferreira PC, Cimini CA Jr, et al. Comparative 3D finite element stress analysis of straight and angled wedge-shaped implant designs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008; 23:215–25.
- 36) Bellini CM, Romeo D, Galbusera F, et al. A finite element analysis of tilted versus non-tilted implant configurations in the edentulous maxilla. *Int J Prosthodont* 2009; 22:155–7.
- 37) Cruz M, Wassall T, Toledo EM, et al. Finite element stress analysis of dental prostheses supported by straight and angled implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009; 24:391–403.

- 38) Graves S, Mahler BA, Javid B, Armellini D, Jensen OT. Maxillary all-on-four therapy using angled implants: a 16-month clinical study of 1110 implants in 276 jaws. *Dent Clin North Am.* 2011; 55:779-94.
- 39) Pellizzer EP, Falcón-Antenucci RM, de Carvalho PS, Sánchez DM, Rinaldi GA, de Aguirre CC, Goiato MC. Influence of Implant Angulation With Different Crowns on Stress Distribution. *J Craniofac Surg.* 2011; 22:434-7.
- 40) Koutouzis T, Wennström JL. Bone level changes at axial- and non-axial-positioned implants supporting fixed partial dentures. A 5-year retrospective longitudinal study. *Clin Oral Implants Res* 2007; 18:585–90.



Figura 2: Distribuição das tensões nos modelos sem implantes (SI).



Figura 3: Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção com três O-rings individualizados (OR).



Figura 4: Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção com implantes esplintados por meio de barra associados a dois O-rings posicionados no centro da barra (BOC).

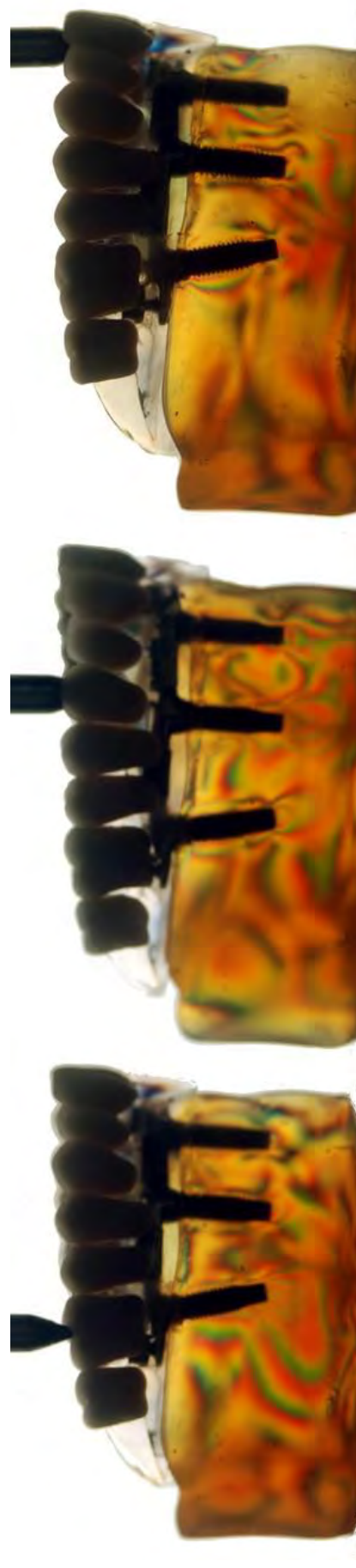


Figura 5: Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção com implantes esplintados por meio de barras com cliques associados a dois O-rings posicionados distalmente em cantilever (BOD).



Figura 6: Distribuição das tensões nos modelos com sistema de retenção Barra-clip (BC).

Anexos



Anexos

ANEXO A – Artigo com resultados parciais foi aceito para publicação no Journal of Biomedical Optics

Stress analysis in oral obturator prostheses: Imaging Photoelastic

Abstract

Maxillary defects resulting from cancer, trauma and congenital malformation affect the chewing efficiency and retention of dentures in these patients. The use of implant-retained palatal obturator dentures has improved the self-esteem and quality of life of several subjects. This study aimed to evaluate the stress distribution of implant-retained palatal obturator dentures with different attachment systems by using the photoelastic analysis images. Two photoelastic models of the maxilla with oral-sinus-nasal communication were fabricated. One model received three implants on the left side of the alveolar ridge (incisive, canine and first molar regions) and the other did not receive implants. Afterwards, a conventional palatal obturator denture (control) and two implant-retained palatal obturator dentures with different attachment systems (o'ring; bar-clip) were constructed. Models were placed in a circular polariscope and a 100-N axial load was applied in three different regions (incisive, canine and first molar regions) by using a universal testing machine. The results were photographed and analyzed qualitatively using a software (AdobePhotoshop). The bar-clip system exhibited the highest stress concentration followed by the o'ring system and conventional denture (control). Images generated by the photoelastic method help in the oral rehabilitator planning.

Key Words: Dental implant, maxillectomy, photoelasticity

Introduction

The term maxillectomy is used to describe the partial or total maxilla removal¹ due to pathologies treatments or trauma, resulting in maxillary defects². These defects may lead to changes on speech, swallow and mastication, decreasing drastically the life quality of its users. The obturator prosthesis is frequently the choice of treatment because of the complexity of maxillary surgical reconstruction and uncertainty about restoration of the affected functions^{1,2,3,4}.

However, it is known that the stability and retention of maxillofacial obturator prostheses are a challenge for most patients, and it varies according to the defect size and configuration and remaining contour of palate and soft tissues^{3,5}. In order to solve this problem, the using of osseointegrated implants as sustentation components of prostheses provided a new rehabilitation alternative for those patients. Besides, several attachment systems associated with implants are frequently indicated for this kind of prosthesis, such as ball systems, magnet and bars, and it is also possible to associate them with one another^{6,7}.

Several studies regarding stress distribution aim to provide information for planning of dental prosthesis^{6,8}. Photoelasticity method, through images, has been widely applied in dentistry and allows a direct observation of stress distribution on structures, based on the ability of certain colorless materials to exhibit color standards named isochromatic fringes when they are loaded and observed through a polarized light^{8,9}.

Based on the above considerations, the aim of this study was to assess the stress distribution on implant-retained palatal obturator prostheses associated with different attachment systems and on conventional obturator (without implants). The hypothesis of this study, by analyzing the images, is that the system with three individualized O´rings provides the lowest stress on the implants and support tissues.

Materials and Methods

An experimental maxillary model with oros-sinus-nasal communication was used to reproduce 2 similar laboratorial models confectioned with type IV dental stone (Durone; Dentsply Ind Com Ltd, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brazil). One of the laboratory models was duplicated with fluid silicon, in order to obtain the negative impression of the laboratorial stone model. Through this impression, the photoelastic model I was obtained (without implant).

The photoelastic model II was confectioned by placing 3 implants in the second model, which was perforated in the regions of upper incisive, canine and first molar using a parallelometer. After perforation, the implants analogues with 3.75 x 13mm and 4.1 mm platforms (Neodent, Curitiba, Paraná, Brazil) were inserted and fixed with Duralay acrylic resin (Duralay Reliance Dental MFG Co Worth, IC, USA), so that the analogue platform remains at the same level of the alveolar ridge.

The photoelastic resin PL-2 laboratory models, with and without implants, were used to fabricate the obturator prosthesis. Three prostheses were fabricated. One mucous-supported obturator prosthesis (without implants), whereas the other 2 obturator prostheses were associated with attachment system: O'ring and bar-clip. The obturator prostheses were fabricated with artificial teeth with cusp inclination of 20 degrees (TriluxVipi Produtos Odontológicos, Pirassununga, São Paulo, Brazil.) and colorless heat-polymerized resin(Vipi Produtos Odontológicos, Pirassununga, São Paulo, Brazil.) to not influence on the results of the method applied in the study.

The three obturator prostheses were adapted to the photoelastic models with and without an attachment system. Each assembly (prosthesis/photoelastic model with and without attachment system) was positioned in a circular polariscope into a glass with mineral oil, to minimize the refraction of white light (Photoflood 500 WGE Lighting General Eletric, Cleverland, Ohio, USA) that uniformly focuses on the recipient with the photoelastic model. Thus, a load of 100N at 10 mm/s was applied in the region of incisive, canine and first molar on the opposite side of the communication.

The images were recorded by a digital camera Nikon D80 (Nikon Corporation, ChitodaKu, Tokyo, Japan); and transferred to a computer for qualitative analysis by the software ADOBE

Photoshop CS version 8.0.1 (Adobe Systems, San Jose, Califórnia, USA). Photograph records of all models were qualitatively analyzed to verify the direction and intensity of stress based on other studies^{10,11}. In this sense, the higher the fringes order (N) and fringes number are, the greater the stress intensity is. Additionally, the closer the fringes are among each other, the higher the stress concentration is.

The analysis was divided according to the number of fringes with high intensity (green-pink transition) and to the stress distribution area. All images were evaluated by the same person.

Results

Based on the images, it was possible to observe a greater number of high stress fringes on the bar-clip system, followed by the O´ring system and conventional obturator (without implants), respectively. (Table 1)

Regarding stress distribution in the model without implants, the fringes were located on the region of alveolar ridge crest (Figure 1). In the models with implants, regardless attachment system, the photoelastic fringes were observed at the apical region of the implants (Figures 2 and 3).

Discussion

The hypothesis that the system with three individualized O´rings provides the lowest stress on the implants and support tissues was accepted, since this system exhibited lowest stress values. The palatal obturator prostheses aim to seal the communication among the oral, nasal and orbital cavities, allowing the restoration of the speech, mastication, swallow and aesthetics, what provides a better quality of life to the patients^{4,5}. And according to the results, the conventional obturator prosthesis (without implants) exhibit low stress values (Table 1 and figure 1).

However, the stability and retention of these prostheses have been a problem for the prosthodontists and the patients^{3,4,12}, because specific anatomic conditions in each case of maxillary surgical resection demand distinctive planning, since the extension and location of surgical resection, as well as the mucosa and bone condition, are determinant aspects for the planning, in order to reach a medium retention in a palatal obturator prosthesis.

So, the using of implant-retained palatal obturator prostheses to rehabilitate partial or total maxillectomized patients, has been growing, since it provides higher retention and stability of the prostheses, reducing their moving, what can lead to lower stress on bone support^{2,3,4,5,7,13}. In our study, the O´ring attachment system for the implant-retained obturator prostheses exhibited lower stress values by comparing it with the bar-clip system. (Table 1 and figure 2).

These results corroborate with some studies^{14,15,16} which consider that the O´ring attachment system (figure 2) transfers less stress to the implants in comparison to the bar-clip system (figure 3), because the O´ring system reduced stress and provided great stability. According to the authors it can result from stress absorption by the female component of the system, which generally presents a rubber ring into a metallic capsule that may absorb or homogenously distribute the stress they are submitted to.

Most of the failures related to total implant-retained prostheses happen due to the excess of stress transmitted to the implants and attachment systems. The systems fatigue may cause fracture on the implants components, overload them and the bone tissue, what would also result in a possible loss of osseointegration, generating prostheses instability and loss retention^{2,5,7}. The photoelasticity method analysed through images aims to support the selection of the better retention method with dental implants to reach the correct rehabilitation planning for these patients with oronasal communication.

Conclusion

- The photoelastic method is efficient for a better oral rehabilitation planning.

- The system with three individualized O’rings provided the lower values of stress in the implants and support tissues, reaching, this way, the biomechanical success of the implant-retained palatal obturator prostheses.

Acknowledgement

This investigation was supported by a research grant from Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

References

1. Ortegon SM, Martin JW, Lewin JS. A hollow delayed surgical obturator for a bilateral subtotal maxillectomy patient clinical report. J Prosthet Dent 2008; 99:14-8.
2. Dilek OC, Tezulas E. A mini implant-supported obturator application in a patient with partial maxillectomy due to tumor: case report. Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007; 103:e6-e10.
3. Bagis B, Aydogan E, Hasanreisoglu U. Rehabilitation of a congenital palatal defect with a modified technique: a case report. Cases Journal 2008, 1: 39.
4. Goiato MC, Fernandes AÚR, dos Santos DM, Barão VAR. Positioning Magnets on a Multiple/Sectional Maxillofacial Prosthesis. J Contemp Dent Pract 2007; 7:101-07.
5. do Prado Ribeiro P, Goiato MC, Pellizzer EP, Pesqueira AA, Haddad MF, Alves-Rezende MC, dos Santos DM. Photoelastic stress analysis of different attachment systems on implant-retained and conventional palatal obturator prostheses. J Craniofac Surg. 2011; 22:523-6.
6. Celik G, Uludag B. Photoelastic stress analysis of various retention mechanisms on 3-implant-retained mandibular overdentures. J Prosthet Dent 2007; 97: 229-35.
7. Goiato MC, Delben JA, Monteiro DR, Santos DM. Retention Systems to Implant-Supported Craniofacial Prostheses. J Craniofac Surg 2009; 20:889-91.

8. Markarian RA, Ueda C; Sendyk CL, Laganá DC, Souza RM. Stress distribution after installation of fixed frameworks with marginal gaps over angled and parallel implants: a photoelastic analysis. *J Prosthodont* 2007; 16:117-22.
9. Turcio K, Goiato MC, GennariFilho H, Santos DM. Photoelastic analysis of stress distribution in oral rehabilitation. *Journal of Craniofacial Surgery* 2009; 20:8-11.
10. Caputo AA. Stress analysis. Seminário de Biomateriais, Science Section. Abstracts. Los Angeles: UCLA School of Dentistry, Oct. 1993.
11. French AA, Bowles CQ, Parham PL, Eick JD, Killoy WJ, Cobb CM. Comparison of periimplant stresses transmitted by four commercially available osseointegrated implants. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1989; 9: 221-30.
12. Lyons KM, Beumer J, Caputo AA. Abutment load transfer by removable partial denture obturator frameworks in different acquired maxillary defects. *J Prosthet Dent* 2005; 94:281-8.
13. Oh W, Roumanas E. Dental implant-assisted prosthetic rehabilitation of a patient with a bilateral maxillectomy defect secondary to mucormycosis. *J Prosthet Dent* 2006; 96: 88-95.
14. Kenney R, Richards MW. Photoelastic stress patterns produced by implant-retained overdentures. *J Prosthet Dent* 1998; 80:559-64.
15. Tokuhisa M, Matsushita Y, Koyano K. In vitro study of mandibular implant overdenture retained with ball,magnet, or bar attachments: comparison of load transfer and denture stability. *Int J Prosthodont* 2003; 16:128-34.
16. Coelho Goiato M, do Prado Ribeiro P, Piza Pellizzer E, Alves Pesqueira A, Filiè Haddad M, Micheline dos Santos D, Moreno A. Photoelastic analysis to compare implant-retained and conventional obturator dentures *J Biomed Opt.* 2012; 17:061203.

Table

Table 1: Number of photoelastic fringes according to the crowns in which the load was applied.

Attachment system	Axial load		
	Crown		
	16	13	11
Conventional	0	1	1
O'ring	3	4	4
Bar clip	5	6	6

Figure 1: Model without implants

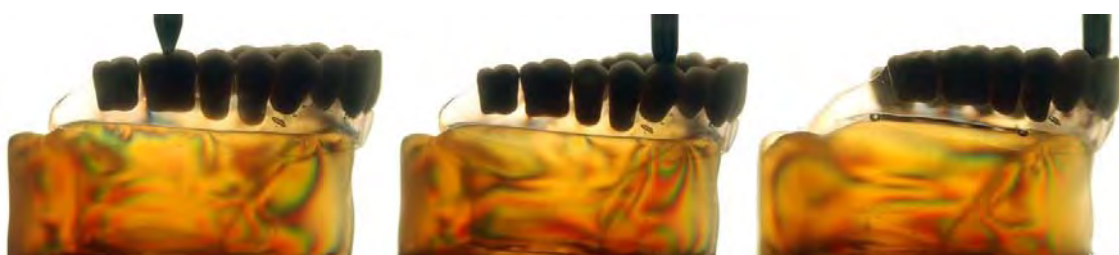


Figure 2: O'ring



Figure 3: Bar clip



ANEXO B: Normas da revista selecionada para a publicação dos artigos**Capítulos I e II: JOURNAL OF BIOMEDICAL OPTICS****Prepare a Manuscript**

Manuscripts should be submitted in English, and the presentation should be as succinct as comprehension will permit. Manuscripts are reviewed and refereed. Those accepted for publication are edited for conformance to the journal's style. Metric units should be used unless to do so is not feasible or would result in a serious loss of clarity.

For peer review, manuscripts should be submitted with the figures/tables and their captions incorporated into the same file as the manuscript text. However, upon acceptance, authors will be required to submit individual figure files and a properly formatted manuscript for use in production.

Authors are required to include a separate cover letter with their submission explaining the significance and novelty of the work, the problem that is being addressed, and why the manuscript belongs in this journal.

Conference authors who are interested in submitting a proceedings manuscript to the journal should read the journal policies for submission guidelines.

English-Language Editing Services: Authors (particularly non-native English speakers) who would like assistance in improving the quality of English in their manuscripts prior to submission may wish to consider using an English-language editing service. Several commercial vendors provide such services, and can be easily discovered via an Internet search.

For details of manuscript preparation, see the topics below.

Acceptable File Formats**Components of a Manuscript****Color Figures**

Multimedia

The following file formats are accepted:

Text: Microsoft Word and LaTeX/REVTeX. Templates or style files are not currently available for either file type. Formatting will be handled by the production process after conversion to XML and should not be the focus of significant author effort. If possible, use macros to "tag" the main structural elements of the article (e.g., title, headings, etc.).

Figures: TIFF, PostScript, EPS, or PDF (minimum 300 dpi resolution). See additional requirements below.

Multimedia: QuickTime nonstreaming video (.qt or .mov), or MPEG (.mpg). See additional requirements below.

Manuscripts must conform to the following requirements:

Title page: List the paper title; the name(s) of the author(s); and the affiliation, complete mailing address, phone number, fax number, and E-mail address (if available) of each author. List sponsorship information in an acknowledgment section at the end of the paper.

Abstract: (200 words maximum) It should be a summary of the paper and not an introduction. Because the abstract may be used in abstracting journals, it should be self-contained (i.e., no numerical references) and substantive in nature, presenting concisely the objectives, methodology used, results obtained, and their significance. For further guidelines, please read the brief article titled "How to Write an Abstract (PDF)," by Philip Koopman. (Courtesy of Philip Koopman, Carnegie Mellon University.)

Subject terms or keywords: A maximum of eight are required. Keywords are not required for JEI.

Text: Type manuscript double-spaced, in a single column, using a readable font size (for example, 12-point type).

Equations: Create equations using MathType or Equation Editor 3.0. If using Word 2007, do NOT use the more easily accessible Microsoft Math Editor. When equations built with Microsoft's Editor are back-saved to the .doc format, they are converted to low-resolution graphics and will not be usable for composition. To use MathType or the old Equation Editor 3.0, you will need to select Object on the Text section of the Insert tab and then select MathType/Equation Editor in the drop-down menu.

References: References to published literature must be typed double-spaced and numbered consecutively in the order of their citation in the text. Private communications or unpublished reports should be treated as references. [Click here](#) for sample book, journal, and Internet references.

Footnotes: Use textual footnotes only when necessary to present important documentary or explanatory material whose inclusion in the text would be distracting.

Figures: must be submitted electronically in PS, EPS, TIFF, or PDF format. We cannot accept application files, i.e., Corel Draw, Microsoft Word, etc. Number all figures in the order that they appear in the text. All figure parts must be labeled (a), (b), etc. It is important that these instructions be followed precisely for the graphics files to be utilized in the journal production process.

Figure and table captions: Type double-spaced after the references to be typeset with the manuscript.

Biographies and photographs: Bios and photos of authors are printed with each accepted paper. Send a brief professional biography not to exceed 150 words and a head-and-shoulders photograph in TIFF, EPS, PostScript, or PDF format. Both black-and-white and color photos are acceptable. The size of the photo in the journal will be 1 and 1/16ths inches wide by 1 and 5/16ths inches high; we will resize the photo if necessary, but please try to prepare a photo as close to this size as possible. Make sure that the resolution is at least 300 dpi. JBO does not print author biographies or photographs.

Multimedia: Video and audio files are accepted. Please refer to the multimedia guidelines below for specific submission guidelines and requirements.

Color Figures

Color printing: Authors or their sponsors must bear the cost of color printing. The cost is \$600 for the first color figure and \$300 for each additional color figure. Authors who would like figures printed in color must complete and return a Color Authorization Form (PDF) upon acceptance of their manuscript.

Color online only: All figures submitted electronically in color will be published in color online without charge, provided the figures are submitted in the proper format. Authors who wish to have color figures published in the print journal will incur color printing charges. Figures must be submitted electronically in TIFF, PostScript, or EPS. (We cannot accept JPEG, GIF, or any other file formats for

production of figures.) Authors should submit a single color version of the figure. The black-and-white figure for print will be derived from the color file submitted by the author. Authors who choose to submit color figures are responsible for ensuring that the captions and descriptions in the text are suitable for both the color online and black-and-white print versions of the journal, and that the figure itself will be readable in both versions. Figures must be prepared according to the journal guidelines.

Multimedia Guidelines

Multimedia files must be submitted as an integral part of the paper. Supplemental multimedia material is not accepted.

Video Submissions:

Acceptable file formats include:

QuickTime nonstreaming video (.qt or .mov)

MPEG (.mpg)

The acceptable file formats outlined above are playable using standard media players such as QuickTime and Windows Media Player. Media players should be used to check file properties and image/sound quality prior to submission.

A recommended maximum size for each video file is 10-12 MB.

Video files should be labeled as videos and numbered in the order in which they are referred to in the text, e.g., Video 1, Video 2, etc. The media file type (QuickTime or MPEG) and file size should be included in parentheses at the end of the caption; e.g., (MPEG, 2.5 MB). Videos should either be associated with a figure or submitted as a stand-alone still image, allowing for some static representation of the multimedia file.

If videos are included as part of an existing figure, they should be described and identified within the figure caption. For example:

Fig. 1 Confocal microscopic images of red blood cells in (a) an isotonic buffer (Video 1) and (b) a hypertonic buffer (Video 2) in three different viewing projections (Video 1, MPEG, 3.1 MB; Video 2, MPEG, 4.2 MB).

Stand-alone videos should be accompanied by a representative still image. A caption describing the content of the video file is required, similar to a typical figure caption. For example:

Video 1 Photodynamic therapy response of the targeted region (QuickTime, 5 MB).

Video and Audio Paper Introductions (JNP Only)

After your paper has been accepted to the Journal of Nanophotonics, we invite you to record a video or audio introduction to your paper as part of the SPIE Journals Podcast series. JNP-related podcasts can also be found on iTunes.

Video introductions to your paper can be recorded using your computer's built-in video camera or an auxiliary digital recording device. Video introductions should include a cursory overview of the research presented, including visual illustrations and/or animations. Video introductions should be kept to a maximum of 3 minutes in duration.

If video recording equipment is not available to you, we encourage you to create a digital audio recording of the abstract of your paper as an alternative. If you need audio recording software, please follow these instructions (PDF) to use the open-source recording software from Audacity. Podcast recordings should be saved in one of the following file formats:

Video:

QuickTime nonstreaming video (.qt or .mov)

MPEG (.mpg)

Audio:

WAV (.wav)

AIFF (.aif)

MP3 (.mp3)

WMA (.wma)

Audio and video introductions should be compressed to <15 MB and sent to journals@spie.org after acceptance. Files larger than 15 MB will need to make special arrangements for file transfer.

ANEXO C – Ilustrações da fase laboratorial da metodologia experimental

Figura 1: Gesso tipo IV (Durone, Dentsplay, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) e modelo maxilar com comunicação buco-sinusal.

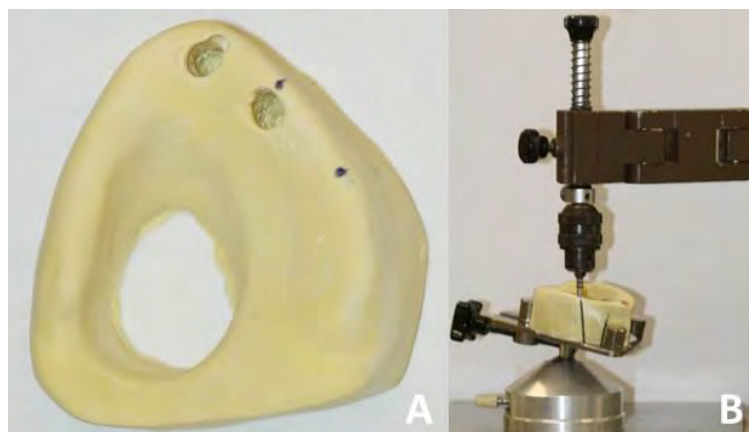


Figura 2: A) Modelo de gesso com três pontos delimitados, na região de incisivo, canino e 1° molar superior. B) Análogos parafusados os transferentes quadrados (Neodent, Curitiba, Paraná, Brasil) inseridos com auxílio de um delineador, seguindo a inclinação de 17° para distal na região do 1° molar.

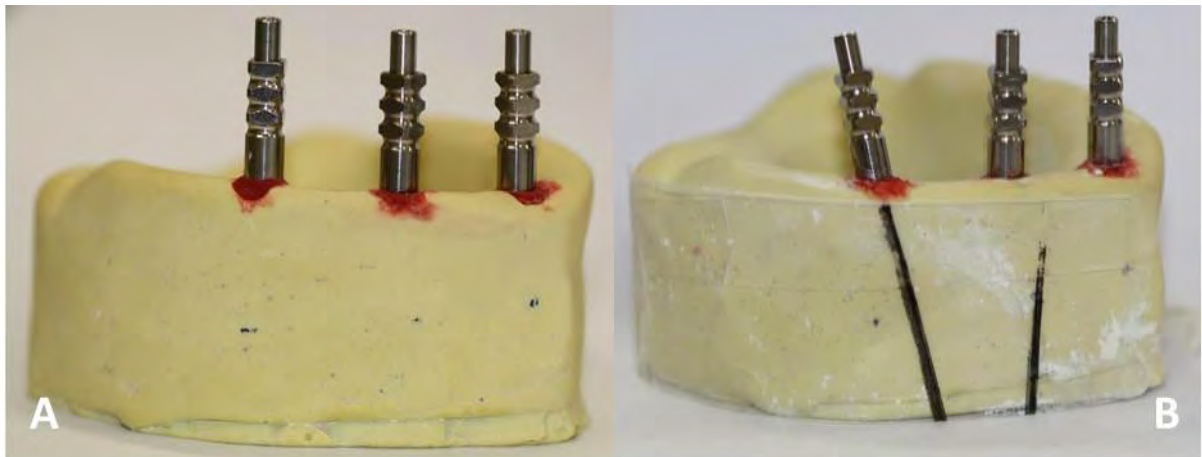


Figura 3: Análogos dos implantes e transferentes quadrados fixados com resina acrílica Duralay (Duralay Reliance Dental MFG Co Worth, IC, USA), de modo que a plataforma do análogo permaneça no mesmo nível do rebordo. A) modelo com três análogos paralelos. B) Dois análogos paralelos entre si e, outro, na região de 1º molar, inclinado 17º para distal.

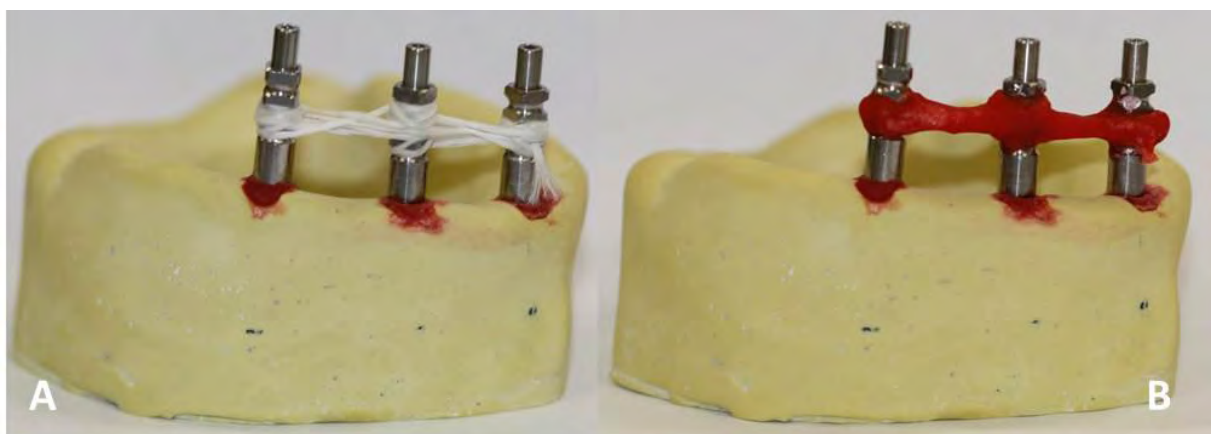


Figura 4: Transferentes unidos, um ao outro, com fio dental (A) e resina acrílica Duralay (Duralay Reliance Dental, MFG Co Worth, IC, USA) (B).

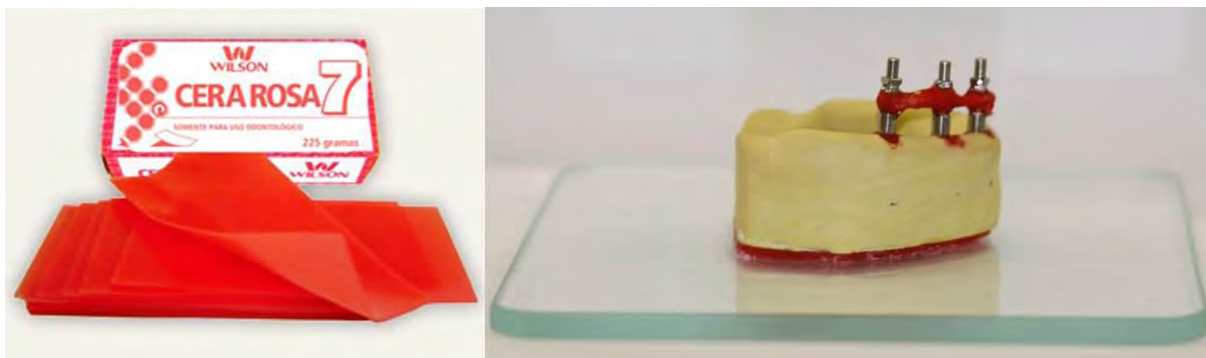


Figura 5: Modelo de gesso fixado a uma placa de vidro por meio de cera rosa (Wilson, Polidental, Cotia, São Paulo, Brasil).



Figura 6: Adaptação ao redor do modelo e, sobre a placa de vidro, um tubo de PVC utilizando silicone de condensação laboratorial (Zetalabor, Zhermarck, Rovigo, Itália).



Figura 7: Isolamento do modelo com cera líquida incolor (Poliflor Reckitt Benckiser, São Paulo – SP, Brasil).



Figura 8: Obtenção do molde com os transferentes quadrados parafusados aos análogos em posição, por meio do silicone fluido (Sapeca Artesanato, Bauru, São Paulo, Brasil).

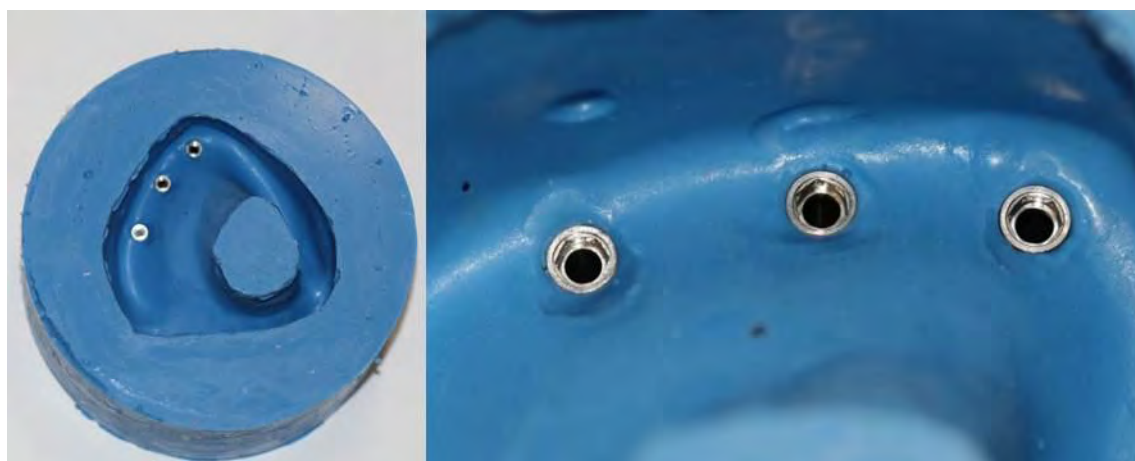


Figura 9: Molde de silicone com os transferentes posicionados.



Figura 10: Resina fotoelástica PL-2 (Vishay Measurements Group Inc. Raleigh, NC, EUA).



Figura 11: Polimerizadora de resina, utilizada para remoção de bolhas internas da resina fotoelástica.



Figura 12: Sobre os modelos padrão de gesso tipo IV, foi posicionada uma placa de acetato com espessura de 1 mm, com o auxílio de um plastificador térmico a vácuo (Plastivac – P7, Bio-Art, São Carlos, São Paulo, Brasil), que representará a fibromucosa do paciente.



Figura 13: Material utilizado para confeccionar as próteses obturadoras: A) dentes artificiais (Trilux Ruthinium, Pirassununga, São Paulo, Brasil) e B) resina termopolimerizável incolor (Vipi, Pirassununga, São Paulo, Brasil).



Figura 14: Prótese Obturadora convencional (sem implantes) finalizada.

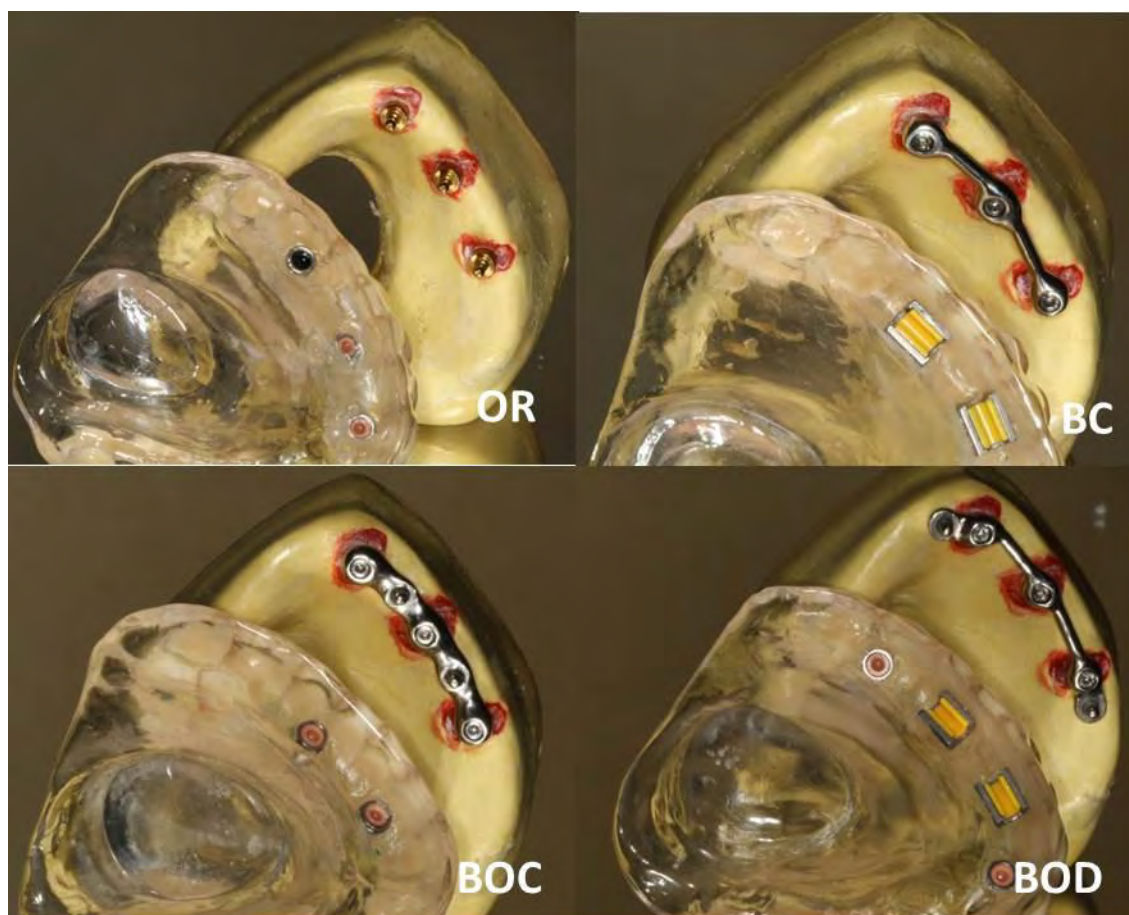


Figura 15: Sistemas de retenção e suas respectivas próteses obturadoras finalizadas: OR - com três O-rings individualizados, BC - barra-clip, BOC - implantes esplintados por meio de barras com cliques associados a dois O-rings posicionados, no centro da barra, e, BOD - implantes esplintados por meio de barras com cliques associados a dois O-rings, posicionados distalmente em cantilever



Figura 16: Conjunto para aplicação de carga composto pelo polariscópio circular (Eikonol, São Paulo, São Paulo, Brasil), máquina de ensaio universal (EMIC DL-3000, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil) e máquina fotográfica digital (Nikon D-80, Nikon Corporation, Chitoda-Ku, Tokyo, Japão).