

Anne Caroline da Silva de Oliveira

**Influência do implante na distribuição de
tensão em próteses parciais removíveis de
extremidade livre – Estudo Fotoelástico**

Dissertação apresentada à Faculdade
de Odontologia da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do título de
Mestre em Odontologia, Área de
Concentração em Reabilitação Oral

UBERLÂNDIA

2009

Anne Caroline da Silva de Oliveira

**Influência do implante na distribuição de tensão em
próteses parciais removíveis de extremidade livre –
Estudo Fotoelástico**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do
título de Mestre em Odontologia, Área de
Concentração em Reabilitação Oral.

Orientador: Prof. Dr. Célio Jesus do Prado

Co-Orientador: Prof. Dr. Marcio Magno Costa

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marcio Magno Costa

Prof. Dra. Andréa Gomes Oliveira

Prof. Dr. Marco Antônio Moreira Rodrigues da Silva

UBERLÂNDIA

2009

Folha de Aprovação

Dedico este trabalho aos meus pais, Fátima Helena, meu maior orgulho e Carlos Alberto, que sempre supriram muito mais que minhas necessidades e nunca mediram esforços para que meus objetivos fossem alcançados.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente e acima de tudo a Deus, que permitiu e abençoou toda a minha caminhada até aqui.

Aos meus pais Fátima e Carlos que sempre me incentivaram, me apoiaram, me ouviram, estiveram do meu lado suprimindo muito mais que minhas necessidades, fazendo o possível e impossível para que meus objetivos fossem sempre alcançados. Obrigada pelas constantes orações que certamente me sustentaram até aqui.

Aos meus irmãos Marlon e Joana, alicerces nas tristezas, força e apoio nas angústias, esses estão nos bastidores fazendo minha maior torcida.

Ao meu namorado e amigo Marco Túllio, companheiro constante, sempre presente e paciente foi fundamental para que essa etapa da minha vida fosse mais tranquila e prazerosa. Agradeço também em especial à Marizete, sua mãe, que sempre me tratou com máxima paciência e amor. Agradeço também a toda sua amada família que me acolheu com tanto carinho.

Ao professor Márcio Magno Costa e Cleudmar Amaral de Araújo, que disponibilizaram todo tempo possível para a conclusão desse trabalho, sempre muito atenciosos e prontos pra atenderem minhas dúvidas, meus questionamentos com paciência, até mesmo meu choro e lamentações, sempre com muita vontade de realizar um bom trabalho, a vocês o meu sincero agradecimento por ter tornado possível a realização deste trabalho.

Aos meus demais familiares que sempre torceram por mim e vibraram com as minhas conquistas.

Aos meus amigos fisicamente distantes Lucas, Cezar, Andréia Amaral, Lisiane, Maressa e Sabrina, que ouviram com carinho e paciência as minhas lamentações, sempre prontos a me aconselhar e fazer sorrir.

Às minhas amigas de Uberlândia Ana Luiza, Renata, Vanessa e Thaís, o meu sincero agradecimento por tornar mais fácil e prazeroso meus momentos longe da minha família.

Ao amigo Breno, que com tanta paciência me ajudou no entendimento dos meus resultados e elaboração dos meus gráficos.

Aos meus demais amigos e colegas que diretamente ou indiretamente participaram dessa conquista.

A todos os meus colegas de mestrado, sempre dispostos a ajudar, foi uma turma inesquecível, destaco aqui a ajuda muito especial dos amigos Adriana Borges que esteve sempre tão próxima, ao amigo Gustavo Assis que sempre me fazia rir mesmo nos momentos de lamentação e à querida amiga Marina Naves, peça fundamental para a conclusão deste trabalho, participou ativamente do meu estudo, sem medir esforços para ver minha pesquisa concluída do início ao fim.

Ao professor Célio Jesus do Prado que me acompanha com muita atenção e disponibilidade desde a época da minha especialização o meu muito obrigada.

Aos professores Paulo Cezar Simamoto Junior, Paulo Vinicius Soares e Vanderlei Luis Gomes pelas importantes colaborações na minha qualificação que enriqueceram este trabalho e o artigo desenvolvido.

Aos professores da Pós-graduação que sempre mostraram dedicação e amor por este programa, aprimoraram meus conhecimentos, sempre dispostos a ouvir e aconselhar, a tornar mais fácil esse caminho, o meu muito obrigada.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Vale do Rio Doce, por ter iniciado meu caminho na odontologia e por ter me dado a base para hoje eu estar aqui.

Ao Prof. Ms. Cândido Badaró, quem me deu os primeiros ensinamentos de prótese dentária e me incentivou a ir buscar mais conhecimentos em Uberlândia, muito obrigada por ter acreditado em mim.

À Universidade Federal de Uberlândia, onde eu cresci e me aprimorei como profissional, depois de passar por essa universidade e pelos mestres que estão aqui me sinto muito mais preparada para exercer uma odontologia embasada e ética, destaco o Reitor desta Universidade Prof. Dr. Alfredo Julio Fernandes Neto, a quem presto profundo agradecimento pela doação pessoal a esta instituição, pela dedicação a tornar esta Universidade cada vez melhor e mais reconhecida e pela amizade prestada durante todo esse período.

Ao Laboratório de Projetos Mecânicos (LPM) da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia e a toda sua equipe, por abrir as portas e disponibilizar de todos os equipamentos necessários à conclusão deste estudo.

À querida Abgail, sempre solícita e paciente, muito obrigada por todo apoio durante o curso.

Aos técnicos da Universidade Federal de Uberlândia, em especial ao Sr. Edivaldo e ao querido Valdico que superaram em muito as minhas expectativas pela agilidade e bom trabalho que prestam a esta instituição. Sempre muito atenciosos e prontos a me ajudar na construção de peças e equipamentos do meu trabalho.

Aos professores Jonas Batista Dantas e Paulo Cezar Simamoto Jr, que sempre contribuíram com idéias que enriqueceram meu estudo, obrigada pelo apoio e por tão prontamente me emprestarem alguns de seus equipamentos.

Aos alunos de iniciação científica Diogo Teodoro Marra e Everton que foram fundamentais em diversas etapas dessa pesquisa, muito obrigada!

A todos os amigos da família HD que mesmo nas comemorações ouviam com paciência e carinho as dificuldades que enfrentei durante a realização do meu estudo.

À empresa Titanium Fix, pela doação dos implantes e componentes que deram suporte a esse trabalho.

"Jamais te será dado um
desejo sem que te seja
outorgado o poder de torná-lo
realidade"

Richard Bach

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
3. PROPOSIÇÃO	30
4. METODOLOGIA	32
4.1. Obtenção dos modelos	34
4.2. Preparos específicos para as PPR's	36
4.3. Simulação do ligamento periodontal	38
4.4. Obtenção dos modelos de trabalho e armações metálicas para as Próteses Parciais Removíveis	40
4.5. Obtenção dos modelos fotoelásticos	41
4.6. Obtenção do hemi-arco esquerdo em resina acrílica ativada quimicamente	47
4.7. Obtenção do arco total	48
4.8. Ajuste das armações e confecção das bases	49
4.9. Transmissão das cargas	50
4.10. Análise Experimental	51
5. RESULTADOS	53
5.1. Análise descritiva dos resultados obtidos	55
5.1.1 Carregamento distribuído uniformemente	55
5.1.2 Carregamento pontual	58
5.2 Resultados por área para o carregamento distribuído	61

5.3 Resultados por área para o carregamento pontual	66
5.4 Cálculo da pseudo-energia da área do gráfico	70
5.5 Análise dos resultados	73
6. DISCUSSÃO	74
7. CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS	83

ANEXOS

ANEXO 1. Imagens do modelo A sob carregamento uniforme.

ANEXO 2. Imagens do modelo B sob carregamento uniforme.

ANEXO 3. Imagens do modelo C sob carregamento uniforme.

ANEXO 4. Imagens do modelo A sob carregamento pontual.

ANEXO 5. Imagens do modelo B sob carregamento pontual.

ANEXO 6. Imagens do modelo C sob carregamento pontual.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PPR – Prótese(s) Parcial(is) Removível(is)

PPREL – Prótese Parcial Removível de Extremidade Livre

RAAQ – Resina Acrílica Ativada Quimicamente

mm – milímetro

CoCr – Cromo Cobalto

KPa – Kilo Pascal

MA – modelo A, para prótese parcial removível classe II de Kennedy convencional, sem a presença do implante

MB – modelo B, para prótese parcial removível classe II de Kennedy com a presença do implante de 10X3,75mm sob a base do segundo molar

MC – modelo C, para prótese parcial removível classe II de Kennedy com a presença do implante de 10X5,0mm sob a base do segundo molar

N – Ordem de franja

RESUMO

Tem sido demonstrado que o posicionamento de um implante na região do segundo molar sob as bases das PPR's classe I e II de Kennedy divide de forma mais equilibrada as tensões geradas e conseqüentemente preserva os dentes pilares. Dessa forma, este trabalho teve por objetivo comparar qualitativamente e quantitativamente, por meio do método experimental da fotoelasticidade de transmissão plana, a distribuição das tensões nas estruturas de suporte das próteses parciais removíveis de extremidade livre classe II de Kennedy convencionais àquelas associadas a implantes osseointegrados com dois diferentes diâmetros. Para esta análise foram obtidos três modelos fotoelásticos, sendo o primeiro para a prótese convencional, o segundo para a PPR associada a um implante semi-cônico com 3,75 mm de diâmetro e o terceiro para a PPR associada a um implante semi-cônico com 5,00 mm de diâmetro. Após a construção e adaptação das próteses aos modelos, os mesmos foram levados ao polariscópio circular de transmissão plana para realização dos testes. Foi então aplicada uma carga do tipo peso morto de 1.300 Kgf nos três modelos fotoelásticos e obtidas as imagens com câmera digital dos modelos devidamente carregados no polariscópio para análise qualitativa e quantitativa das tensões. As imagens foram levadas a um software específico e quatorze pontos de interesse no modelo foram selecionados para quantificação das tensões. Os resultados mostraram não haver diferença nas tensões geradas sobre os dentes pilares em nenhum dos modelos. Porém as tensões provenientes do rebordo no modelo com extremidade livre foram direcionadas aos implantes nos modelos implantados. O modelo com implante de 5,0mm de diâmetro mostrou uma distribuição mais homogênea das tensões sendo mais indicado para essa técnica.

Palavras Chave: Prótese parcial removível Extremidade Livre, implante dentário, método dos elementos finitos, fotoelasticidade, análise de tensões

ABSTRACT

The removable partial prosthesis (RPP) is dispositive constructed with the objective of esthetical and functional rehabilitations of the teeth and absent tissues of patients partially edentulous. When confected for patients who lost posterior teeth uni or bilaterally, the distribution of mastigatory force is not equal, always occurring overstress in the direct pillar teeth. It have been demonstrated that the position of one dental implant in the region of second molar divide in a equanimity way the force and consequentially preserve the pillar teeth. In this way, this study objectived compare qualitatively, using the photoelastic method, the distribution of tensions and deformations in the structures of support of removable partial prosthesis with free extremity in conventional class II of Kennedy and associated with dental osseous intergraded implants with 2 different diameters. To this analyze was obtained three photoelastic models; one for conventional prosthesis, one for removable partial prosthesis associated with 3,75mm diameter implant and other for removable partial prosthesis associated with 5,00mm diameter implant. After the construction and adaptation of the prostheses in the models, an application of a statically force of 1,300kgf in the three photoelastic models obtained, was performed photography's of the models in a correct position in the polariscope for the qualitative analyze of tensions. The results demonstrated that the models with implants don't reductive the tensions in pillar teeth of RPP of free extremity and the implant of 5,00mm if diameter promoted the better distribution of tensions between teeth and implant.

KEY WORDS: Removable partial prosthesis, Photoelasticity, Tensions analyzes

"Visão sem ação é apenas um sonho, ação sem visão é um pesadelo"

Provérbio chinês

1. Introdução

A prótese dentária é uma especialidade da odontologia que objetiva reabilitar as principais funções do aparelho estomatognático por meio da substituição dos elementos dentais perdidos por elementos artificiais, melhorando as condições de saúde, conforto e auto-estima dos pacientes⁹. Dentre as várias possibilidades protéticas reabilitadoras, as próteses parciais removíveis (PPR) continuam sendo uma opção protética amplamente utilizada na reabilitação desses pacientes, devolvendo a estabilidade oclusal, diminuindo forças excessivas sobre os dentes remanescentes e minimizando possíveis migrações²⁰. No entanto, há contra-indicações relativas para o uso desta modalidade de tratamento em casos de baixa resistência à cárie e doença periodontal, xerostomia, microbiota específica alta, saliva com pequeno efeito tampão e falta de coordenação motora²⁶.

Durante o planejamento das PPR's, a observação de fatores como a quantidade, qualidade e a distribuição dos dentes remanescentes são fundamentais para o adequado funcionamento desses aparelhos. Quando se trata da reabilitação protética de arcos que apresentam extremidade livre o planejamento é ainda mais complexo por envolver diferentes estruturas de suporte, dente e rebordo residual, que apresentam comportamento biomecânico diferente¹⁰. Obter um equilíbrio funcional satisfatório para uma prótese que possui uma parte assentada em tecido dental e uma sobre tecido mucoso constitui uma situação difícil e instigante que requer do profissional um conhecimento não só específico, mas amplo das diversas especialidades odontológicas se tornando um dos maiores desafios para os cirurgiões-dentistas há muitos anos^{30,36}.

Atualmente, o arco inferior sem suporte distal inferior ainda tem grande representatividade. Curtis et al. (1992)¹⁶ avaliaram que 40% dos arcos inferiores que recebem prótese parcial removível são do tipo classe I de Kennedy e 33% desses arcos do tipo classe II, totalizando aproximadamente 70% de extremos livres para esse arco. Segundo Carlsson, Hededard e Koivumma (1961)¹² o principal problema dessas situações, é o duplo suporte realizado pelo conjunto

fibromucosa-ossoalveolar e dentes. A pressão da sela sobre a fibromucosa causa um deslocamento que varia de 0,4 a 2,0mm, dependendo da compressibilidade da fibromucosa, já a pressão que recai sobre os dentes gera um deslocamento de 0,1mm⁵. Esse conjunto cria um sistema de alavancas que pode causar danos ao periodonto, já que o mesmo suporta com tranqüilidade forças axiais, porém forças laterais podem levar à sua destruição⁴⁰. Estes fatores justificam a constante preocupação entre os profissionais com o controle das forças que recairão sobre o dente pilar e rebordo alveolar residual subjacente em pacientes portadores de PPR com extensão distal uni ou bilateral.

O uso de PPR para solucionar espaços edêntulos deve levar em consideração o comportamento biomecânico desse aparelho, a fim de restabelecer a função sem causar efeitos deletérios ao sistema³. Uma esperada complicação no tratamento com esses aparelhos é a reabsorção do rebordo alveolar da extremidade livre, com conseqüente aumento das tensões sobre os dentes pilares diretos. Por essa razão, este aparelho deve passar por adequado planejamento e rigoroso controle posterior, com manutenções periódicas que propiciem harmonia entre a prótese e sistema biológico³.

Na tentativa de solucionar essa problemática, implantes distais têm sido posicionados para melhor distribuição dessas cargas e melhor transferência dos esforços decorrentes da oclusão para os tecidos de suporte. Os princípios da osseointegração desenvolvidos por Bränemark (1983)⁷ possibilitam índices elevados de sucesso na reabilitação com próteses fixas e removíveis, totais ou parciais. A previsibilidade de sucesso e aceitação desses implantes durante vários anos tem aumentado as alternativas de tratamento que podem ser oferecidas ao paciente.

Diferentemente dos dentes, os implantes osseointegrados não possuem ligamento periodontal, logo, a transmissão das cargas se dá diretamente ao tecido ósseo de ancoragem⁷. Por essa razão, a união entre dentes naturais e implantes deve ser

devidamente avaliada. Apesar de algumas publicações de acompanhamento longitudinal não demonstrarem prejuízos aos dentes ou aos implantes, os problemas mais temidos são: ruptura da junção cimentada para dentes e perda óssea marginal para implantes, podendo levar ao fracasso do mesmo. O único risco sabidamente comprovado destas uniões é a possibilidade de intrusão do dente natural ocorrida tanto em situações de união com encaixe semi-rígido quanto em coroas telescópicas.

Budtz-Jørgensen (1996)⁸ realizou uma revisão de literatura onde apresentou opções de tratamento para pacientes parcialmente edêntulos. O autor afirmou que as PPR convencionais ou associadas a implantes podem ser recomendadas para pacientes classe I ou II de Kennedy, que esperam um tratamento menos oneroso. As próteses fixas ou mesmo removíveis sobre implantes têm substituído próteses muco-suportadas com significativa melhora na qualidade de vida de muitos pacientes nos últimos anos¹. Porém, em algumas situações como: a ausência de osso, a necessidade de procedimentos reconstrutivos extensos e até mesmo a condição econômica do paciente têm impossibilitado ou dificultado a reabilitação com implantes¹⁹, mesmo com o avanço das técnicas cirúrgicas e com o surgimento de novos biomateriais⁴.

São muitos os fatores a ser considerados ao se optar por realizar próteses fixas ou removíveis dento-implanto suportadas. Próteses removíveis necessitam de menor quantidade de implantes instalados, permitem melhor higienização e, correção de defeitos no rebordo decorrentes de traumas, reabsorção óssea ou cirurgias pela base acrílica das próteses removíveis⁹. Deve-se considerar o uso dos implantes em localizações específicas para servirem de auxílio na estabilização dos dentes remanescentes através de PPR's dentoimplantos suportadas²².

Para pacientes totalmente desdentados os benefícios dos implantes osseointegrados parecem estar bem sedimentados, porém a reabilitação de arcos parcialmente dentados onde há a correlação prótese-dente-implante, ainda

consiste em desafios clínicos e abre oportunidades para novas pesquisas³⁰. Ainda são poucos os trabalhos que demonstram como se comportam as estruturas de suporte desses implantes e da prótese removível por ele suportada frente às cargas a eles impostas e sua transferência aos tecidos periimplantares.

"Nenhuma soma de experiências é suficiente para provar que estamos certos, mas basta uma para provar o contrário"

Albert Einstein

2. Revisão de Literatura

Cardoso et al. (1988)¹¹ observaram a transmissão de forças às estruturas de suporte em prótese parcial removível de extremidade livre (PPREL) através da fotoelasticidade. Para tal criaram 10 modelos fotoelásticos classe II de Kennedy e suas respectivas PPR's foram confeccionadas. Aplicaram três tipos de carga: carga uniformemente distribuída, carga concentrada nos dentes artificiais e carga concentrada no último dente artificial. Variaram no estudo as extensões das selas e o número de dentes. Como resultado, os autores encontraram que uma PPREL montada até segundo pré-molar não é suficiente para distribuir as forças mastigatórias e que a presença do segundo molar aumenta consideravelmente o braço de potência, o que causa sobrecarga no rebordo e nos dentes suporte. Concluíram que o ideal seria uma PPR com a presença de no máximo até o primeiro molar, e as selas deveriam abranger a maior área possível assentando-se sobre toda a área chapeável do rebordo alveolar.

Ganz (1991)²¹, em seu relato clínico, ressaltou que, na ausência de osso para a colocação de implantes na região posterior e posteriormente reabilitação com uma prótese fixa, o uso de implantes para suportar uma PPR, combinando dentes naturais e encaixes, aparenta ser uma boa opção de tratamento. Conforme o autor, como vantagens dessa combinação têm-se o controle de tensão nos dispositivos e suportes naturais, o controle de placa do conjunto, a estética, e a melhora no prognóstico dos dentes naturais remanescentes. Como desvantagem destacou o fato de ser removível, o que nem sempre é bem aceito pelo paciente, o maior tempo de duração e custo laboratorial devido à complexidade do desenho da prótese.

Keltjens et al (1993)²⁶ colocaram dois implantes osseointegrados na região mais distal do rebordo em um paciente parcialmente desdentado classe I de Kennedy na tentativa de solucionar a constante reabsorção óssea existente sob a base da extremidade livre de PPR. Os autores citaram que o principal objetivo da colocação desses implantes era a estabilização das próteses no sentido vertical. Salientaram ainda, que esses implantes podem prevenir a reabsorção óssea sob a

base das próteses parciais removíveis de extremidade livre (PPREL), diminuir a tensão sobre os dentes suporte, promover retenção adicional para as próteses reduzindo o número de grampos necessários, fornecendo melhor conforto para o paciente. Os autores acreditam que implantes mais curto e estreito que os usados nas próteses parciais fixas (PPF) podem ser usados com sucesso em PPREL.

Langer et al (1993)³¹ sugeriram o uso de implantes de maior diâmetro como alternativa para a reabilitação de pacientes com situações especiais de tecido ósseo. Citaram pouca altura ou áreas de sobrecarga oclusal como regiões posteriores de maxila ou mandíbula.

Laganá & Zanetti (1995)³⁰ realizaram por meio da análise fotoelástica das estruturas de suporte um estudo comparativo entre o comportamento biomecânico das PPREL e das próteses parciais fixas em cantilever (PPF), estudaram ainda a existência ou não de diferenças estatísticas no comportamento nas estruturas de suporte com aplicação de carga no primeiro, segundo ou em ambos os pânticos. Criaram 32 corpos de prova (8 PPR com um dente na sela, 8 PPR com dois dentes na sela, 8 PPF com um dente suspenso e 8 PPF com dois dentes suspensos). As amostras foram submetidas a análise fotoelástica. Os autores concluíram que o periodonto de sustentação dos dentes suporte das PPREL, suporta uma carga quatro vezes maior que a PPF em cantilever, e que não houve diferença no periodonto de sustentação entre as cargas aplicadas nos diferentes pânticos ou em ambos, independentemente do tipo de prótese avaliada.

Giffin (1996)²³, discutiu sobre a biomecânica das PPR e relatou que uma prótese dentomucososuportada pode se transformar numa dentoimplantosuportada. O autor acredita que o implante posicionado mais distalmente no rebordo, como um pilar retentivo, elimina grande parte dos problemas associados à PPREL. O paciente que obteve a colocação de um implante IMZ, de 8 x 3,3mm, e uma prótese retida através de um encaixe resiliente tipo ERA afirmou preferir o lado

dentoimplantosuportado para a mastigação por sentir mais natural que o lado oposto.

Jang et al (1998)²⁵ colocaram um implante unitário (16 x 4,1mm) na região do dente 43 em um paciente classe I de Kennedy que apresentava os remanescentes dentários 41, 31, 32 e 33. Esse implante recebeu uma PPF de dois elementos com um cantilever na região do dente 42, e esse conjunto serviu de suporte da PPR mandibular. Quatorze meses após a instalação dos implantes não se observou perda óssea ao redor do implante por acompanhamento radiográfico. Clinicamente não se observou problema algum ao implante ou à coroa protética nele instalada. Os autores destacam a necessidade de estudos clínicos em longo prazo com um número maior de pacientes para avaliar o sucesso da coroa implantosuportada como suporte de PPR.

Mc Glumphy et al (1998)³⁶, sugeriram a colocação de implantes mais largos para reduzir os efeitos das sobrecargas oclusais excêntricas.

Lacerda (1999)²⁹ avaliou por meio do método dos elementos finitos bidimensional o comportamento biomecânico das estruturas de suporte da PPREL com encaixe intracoronário (Biloc KD – CNG) apoiada sobre um implante localizado distalmente, após o carregamento de forças verticais. A autora relatou que o encaixe rígido dente suporte/PPR quando comparado com o semi-rígido transmitiu maiores tensões ao dente suporte e menos à fibromucosa e ao implante. Observou ainda que a ligação implante/PPR diminuiu o momento fletor sobre o implante e aumentou as tensões no dente suporte e fibromucosa e que quanto maior a área de contato entre a fibromucosa de revestimento e a PPR, maior foi a transmissão à fibromucosa e menores tensões foram transmitidas às outras estruturas de suporte.

No mesmo ano, Misch³⁹ descreveu detalhes importantes da região posterior dos maxilares, dentre eles o menor volume ósseo dessa região decorrente da

presença do seio maxilar ou do canal mandibular, com uma conseqüente resistência menor dessa região devido à menor densidade óssea. Essa região ainda conta com uma sobrecarga cerca de 300% maiores que na região anterior. O autor sugere serem necessários métodos que aumentem a área superficial funcional notavelmente nos primeiros 5 a 8 milímetros próximos à crista. Implantes convencionais aumentam de 20 a 30% esta área superficial funcional, quando o diâmetro acresce de dois milímetros. Sendo assim, isto pode não ser suficiente para compensar a sobrecarga na região posterior. O autor afirma ainda que como os maiores níveis de tensão estão concentrados na crista óssea, a largura é mais significativa que o comprimento no desenho do implante.

Binon (2000)⁶ realizou uma revisão da literatura sobre os componentes dos implantes osseointegrados. Ressaltou as vantagens clínicas dos implantes de maior diâmetro. Segundo o autor, esses implantes aumentam a superfície disponível para osseointegração e por isso reduzem a transferência de carga para a região de osso cortical ao redor do implante.

Para Zitzmann e Marinello (2000)⁵⁵, as próteses implanto-suportadas removíveis ou fixas são de grande benefício para os pacientes, pois estas melhoram a função mastigatória e, conseqüentemente, a qualidade de vida. Um estudo clínico comparou o resultado dos tratamentos com restaurações implanto-suportadas fixas e removíveis em maxilas edêntulas, com enfoque principal no ponto de vista do paciente. Vinte pacientes foram selecionados para avaliar por meio de um questionário sua satisfação com a situação atual e os resultados psicológicos com seu estado de saúde oral. Dez pacientes foram tratados com próteses fixas implantorretidas e dez pacientes foram reabilitados com próteses removíveis implantorretidas. Seis meses após a reabilitação protética, os pacientes foram submetidos a novos questionários para avaliar seu bem estar e satisfação com as próteses implantorretidas. As avaliações obtidas não demonstraram diferença significativa no grau de melhora do bem estar psicológico e auto-estima entre os dois grupos. Assim sendo, o uso de próteses removíveis associadas a implantes

pode ser aceito como uma alternativa de tratamento satisfatória ou, se indicado, até mesmo uma opção de tratamento mais apropriada.

Pellecchia et al (2000)⁴⁴, reabilitaram um paciente desdentado total mandibular com uma PPREL bilateral associada a uma PPF de seis elementos conectada a três implantes (3,75 x 13 mm) localizados na região anterior entre os forames mentonianos, e que apresentava um encaixe tipo Dalbo em cada extremidade. Segundo os autores, esta opção de tratamento diminui a tensão sobre os implantes, pois essas tensões serão direcionadas para a conexão com a PPF.

Mathias (2001)³⁴ avaliou por meio de análise fotoelástica a distribuição de tensões decorrentes do uso de uma PPR suportada, na região distal, sobre implante osseointegrado (8 x 3,5mm e 8 x 5,5mm) com sistema magneto. O autor concluiu, após a aplicação de 3, 5, 7 e 10 kgf de forças, que: houve maior concentração de tensões ao redor do implante de diâmetro largo nos modelos com o magneto fixado que sobre o rebordo, relatou ainda que a mesma situação em implantes de menor diâmetro concentrou tensões na mesial do implante, direcionando-se nesse sentido para o rebordo residual.

Rubo e Souza (2001)⁴⁷ consideraram a grande necessidade de recursos computacionais na análise e avaliação de esforços sobre restaurações, quer seja sobre implantes ou dentes naturais. Os autores descrevem sobre os três mais usados métodos em odontologia, a simulação numérica computacional, por meio do método dos elementos finitos e as análises experimentais, utilizando fotoelasticidade ou extensometria. Concluem que existem vantagens e desvantagens inerentes a cada um dos métodos, e apontam o consenso entre os pesquisadores de que não existe uma forma que prepondera sobre a outra e sim que as análises se complementam. Através dos modelos computacionais do MEF, podem-se fazer avaliações detalhadas das estruturas de próteses implantadas, enquanto que por meio de análises experimentais pode-se comparar e fornecer

subsídios aos modelos, para que se aperfeiçoe o modelo numérico, dando maior precisão e confiabilidade ao mesmo.

Carvalho et al (2001)¹³ descreveram um caso clínico de uma paciente que recebeu uma PPR implantorretida sem grampos, associada a três coroas metalocerâmicas nos dentes remanescentes (21,11,12). Segundo os autores, esse tipo de prótese permite melhor higienização por parte do paciente e promove estética e fonética superiores em regiões com avançada reabsorção óssea. O uso de encaixes tipo bola gerou favorável retenção e estabilidade.

McAndrew (2002)³⁵ defende que o suporte da prótese pode ser melhorado com o uso de implantes dentários osseointegrados. Próteses removíveis implanto-suportadas possuem vantagens em potencial, tais como: retenção aumentada, melhor estabilidade, além da preservação e manutenção de tecidos moles e duros pré-existentes. Outro fator citado é que próteses removíveis implanto-suportadas são menos onerosas que as fixas com o mesmo suporte. O autor descreve um caso clínico de uma paciente de 46 anos com doença periodontal avançada, que sofreu extração de vários dentes maxilares, restando os elementos 21, 22 e 23. Como planejamento inicial, três implantes de 15 mm foram instalados nas regiões do canino, incisivo central, e pré-molar direito e um implante de 13 mm foi instalado na região de pré-molar esquerdo para suportarem uma prótese fixa com os dentes remanescentes. Porém, após cinco meses três desses implantes falharam na osseointegração. Após a remoção dos implantes, optou-se por fazer uma PPR associada a um implante com encaixe *O-ring* para obter retenção adicional. A paciente foi colocada em um programa de revisão a cada quatro meses. Após 15 meses, a prótese permanecia satisfatória e o implante e os dentes remanescentes estavam em condições saudáveis.

Mitrani (2003)³⁸ realizou um estudo retrospectivo entre pacientes desdentados posteriores que receberam implantes para suporte das PPR. O estudo abrangia satisfação dos pacientes, exame radiográfico e saúde dos tecidos de suporte.

Para isso foram selecionados dez pacientes extremidade livre uni ou bilateral que receberam tratamento com implantes na Universidade de Washington desde 1995. Concluíram que o uso de implantes osseointegrados na extensão distal das PPR resulta em aumento significativo da satisfação dos pacientes, que a perda óssea observada nos exames radiográficos se encontravam dentro dos limites aceitáveis e que os pacientes exibiam saúde dos tecidos e estabilidade peri-implantar.

Oliveira (2003)⁴³ concluiu após estudo que avaliou diversas resinas fotoelásticas para obtenção de modelos que envolvam a técnica da fotoelasticidade de transmissão plana que a resina epóxi Adesivo B flexível apresenta adequadas propriedades para ser utilizada em estudos que envolvam esta metodologia. São elas, material transparente que apresenta boa resposta óptica, característica linear, é homogêneo e isotrópico, apresenta reduzido efeito de bordo, de fácil obtenção, é livre de tensões residuais mesmo quando um corpo sólido é contido em seu interior e é de baixo custo. O autor discutiu ainda alguns fatores importantes na manipulação dessas resinas, como assegurar boa ventilação e exaustão do local e manter longe de alimentos ou bebidas.

Kuzmanovic e Purton (2004)²⁸ buscaram avaliar o uso de implantes dentários simples na resolução dos problemas associados à PPREL bilateral mandibular. Para tal, relataram o caso de um paciente de 66 anos que foi reabilitado com PPR maxilar retida por restaurações metalocerâmicas e encaixes, e uma PPR associando dentes naturais e implantes distais bilaterais na região mandibular como suporte. Os implantes foram posicionados na região de primeiro molar esquerdo e segundo molar direito. O estudo complementa outros relatos relacionados a próteses implanto-suportadas, porém apresenta como diferença o uso de porções macho sobre os implantes distais cujas partes fêmeas foram incluídas nas PPRs proporcionando um aumento de suporte e retenção à prótese. A avaliação após dois anos mostrou ausência de necessidade de reparos protéticos, exceto a ativação do componente fêmea de ouro para restabelecer a retenção com o componente macho do encaixe. Os autores consideraram ainda

que implantes dentários isolados podem ser usados para resolver problemas com próteses parciais removíveis de extensão bilateral com bom custo benefício.

Maeda, Sogo e Tsutsumi (2005)³³ realizaram um estudo por meio do método dos elementos finitos bidimensional para testar a eficácia da utilização de implantes sob bases de PPREL distais para estabelecer um suporte oclusal estável para arcos dentários extremamente encurtados (ADEE). O modelo foi construído com o suporte oclusal posterior realizado por prótese parcial fixa com um implante osseointegrado (PPFI), por prótese fixa cantilever (PPFC) ou por uma prótese parcial removível com ou sem o uso de implante (PPRI e PPR). Foi comparado o nível de tensão na superfície do osso da fossa temporal sob cada configuração quando vetores musculares simulavam força nos dentes com o intuito de avaliar a eficácia em estabelecer o suporte oclusal. O maior aumento de tensão foi encontrado na situação de ADEE seguida pela PPR. O menor aumento foi encontrado na PPFI seguida pela PPRI. A diferença entre a PPRI e a PPR foi de 20 a 45 %. Os resultados desse estudo demonstraram que a prótese parcial fixa implanto-suportada fornece um suporte oclusal mais favorável e estável, porém a PPR apoiada em um implante posterior fornece suporte oclusal estável com redução dos níveis de tensão na articulação temporomandibular.

Telles e Coelho (2006)⁵² fizeram considerações a respeito da preocupação com a utilização de implantes osseointegrados em arcos parcialmente edentados. Segundo os autores o problema concerne à união rígida entre os implantes e os dentes naturais. Com o passar do tempo, a redução da mobilidade inerente dos dentes naturais, provida pelos ligamentos periodontais, pode causar alterações devido à hipofunção, que é refletida no afilamento do ligamento periodontal e no aumento nos espaços medulares do osso adjacente aumentando a suscetibilidade dentária à inflamação. Porém, a imobilidade dentária absoluta não ocorre devido à flexibilidade inerente aos segmentos protéticos. A união de dentes a implantes utilizando os dentes como pânticos implicaria em uma concentração de tensão na área entre esses elementos.

Bulent (2006)⁹ descreveu um caso clínico de uma paciente desdentada posterior com extremidade livre classe I de Kennedy na maxila. Para o tratamento inicialmente foram instalados quatro implantes, porém o que estava na região de segundo pré-molar esquerdo falhou. O tratamento incluiu uma PPR suportada por três implantes. Os implantes instalados estavam em posição desfavorável. Pilar de encaixe foi selecionado devido a facilidade de técnica e reparação, durabilidade e por permitir diferentes graus de retenção. Uma das desvantagens do uso desse pilar foi a dificuldade de posicionamento angular da peça. A paciente poderia ter sido tratada com prótese fixa, porém o autor finaliza dizendo que esse tratamento foi menos oneroso e diminuiu um tempo cirúrgico.

Ohkubo (2007)⁴¹ realizou um estudo *in vitro* que investigou o efeito do implante como suporte de PPR em diferentes espessuras de mucosa. Para isso confeccionou um modelo desdentado bilateral posterior onde foram instalados dois implantes na região de segundo molar. Cinco extensômetros foram posicionados próximos à área desdentada dos primeiros molares, primeiros pré-molares e um no centro do rebordo entre incisivos centrais. Foram confeccionadas cinco PPR em Co-Cr de extensão bilateral. As PPR foram conectadas aos implantes com pilares de encaixe regular capturados com RAAQ. Os testes foram feitos sobre o modelo de gesso onde também foi simulada a mucosa em diferentes espessuras com silicone de condensação. O autor pode concluir com as limitações do estudo que a fibromucosa de 2mm de espessura mostrou uma tendência de menos sobrecarga direta ao implante que a fibromucosa de 1mm, e que os benefícios clínicos do suporte da PPR dado pelo implante são prevenção do deslocamento distal da prótese e prevenção da reabsorção óssea.

Verri et al. (2007)⁵⁴ estudaram a influência do diâmetro do implante como suporte de próteses parciais removíveis por meio do método dos elementos finitos bidimensional. Para tal construíram seis modelos de hemi-mandíbula com a presença do canino e primeiro pré-molar inferior. Os autores variaram nos

modelos a presença do implante sob a base da PPR bem como o diâmetro e comprimento dos mesmos. Como resultado os autores encontraram que o comprimento e o diâmetro dos implantes apresentam grande influência na distribuição das tensões sendo que quanto maiores e mais largos menores foram os valores das tensões de Von Mises encontrados.

Tandlich (2007)⁵¹ realizou uma análise retrospectiva da perda óssea marginal ao redor de implantes que suportam próteses removíveis. Para isso fizeram um levantamento clínico e radiográfico de pacientes tratados anteriormente entre novembro de 2002 a novembro de 2005. Foram incluídos no estudo pacientes tratados com mais de 30 meses de instalação dos aparelhos protéticos e que tiveram instalação de implantes em protocolo padrão. O autor concluiu que o tabagismo acelera a perda óssea ao redor dos implantes e que próteses removíveis tendem a ter mais perda óssea que próteses fixas, o autor sugere mais estudos para comprovação dos dados.

Fueki et al (2007)²⁰ realizaram uma revisão sistemática para a comparação da eficiência mastigatória de pacientes com próteses removíveis convencionais (totais e parciais) com próteses removíveis implanto-suportadas. Para o estudo comparativo das PPR, encontraram apenas um artigo prospectivo que fizesse a comparação e nenhum retrospectivo. O estudo analisado mostrou não haver diferença estatisticamente significativa na eficiência mastigatória de PPR associadas a implante *versus* convencional, porém o autor discute o fato de o artigo estreitar a mesa oclusal da PPR associada a implante para diminuir tensões sobre o implante e permanecer com a mesa oclusal larga na PPR convencional, segundo o autor mesa oclusal larga resulta em maior eficiência mastigatória.

Mijiritsky (2007)³⁷ realizou revisão de literatura sobre o tema implante associado a próteses parciais removíveis com artigos publicados no pubmed entre 1990 a 2006. Encontrou poucos artigos sobre o tema, sendo poucos relatos clínicos, um estudo retrospectivo (1-4 anos), e um estudo longitudinal (1-7 anos). O autor

discute que embora os benefícios dessa associação pareçam claros, há uma escassez de estudos sobre esse tema. O autor conclui que com base nos artigos encontrados o uso de limitado número de implantes para melhorar as características das PPR é uma solução viável para pacientes edêntulos.

Cunha et al (2008)¹⁵ avaliou por meio do método dos elementos finitos bidimensional a melhor localização para instalar um implante que servirá de suporte para prótese parcial removível de extremidade livre. Para tal foram confeccionados 5 modelos numéricos modificando o posicionamento do implante. Como resultado encontraram que o posicionamento do implante influencia a distribuição de tensões nas estruturas de suporte das PPR e que o implante posicionado sob a região de primeiro molar mostrou menores valores de tensão quando comparado a outros modelos, já o modelo com implante posicionado sob a região de pré-molar foi o que mais solicitou o dente pilar.

"A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original"

Albert Einstein

3. Proposição

Este trabalho tem por objetivo comparar qualitativa e quantitativamente, por meio do método da fotoelasticidade de transmissão plana, a distribuição de tensão/deformação nos elementos de suporte da prótese parcial removível de extremidade livre classe II de Kennedy convencional àquelas associadas a implantes de 3,75 mm e 5 mm de diâmetro, com carregamento uniformemente distribuído e pontual no cantilever da prótese.

"O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário"

Albert Einstein

4. Metodologia

Para o desenvolvimento deste estudo, foi utilizado o método da fotoelasticidade de transmissão plana, um método experimental que possibilita observar a distribuição de tensões em toda estrutura, permitindo uma percepção geral do comportamento das tensões, por meio da observação de efeitos óticos⁴² e ainda uma comparação mais detalhada da quantificação das tensões em cada ponto de interesse no corpo de prova.

A metodologia experimental usada neste estudo foi proposta por Costa em 2002¹⁴ e foi desenvolvida no Laboratório de Projetos Mecânicos (LPM) da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia.

Para a realização deste trabalho foram confeccionados 3 modelos simulando um arco inferior classificado como classe II de Kennedy⁵³ dentomucosossuportado e dentoimplantossuportado.

Estes arcos foram formados por duas partes: um hemi-arco direito confeccionado a partir de uma mistura homogênea contendo 18ml de Adesivo B Flexível Componente A, cód. CRM 201, base, (resina epóxi Bisfenol A, com percentual de 55% e polímero de epícloridrina epoliglicol em 45% - Polipox Indústria e Comércio Ltda. São Paulo SP, Brasil) e 9,0ml de Adesivo B Flexível Componente B, cód. CME 252, catalisador, benzenometanol, isoforonadiamina, com proporção de 40% para cada – os componentes referentes aos outros 20% não foram fornecidos pelo fabricante (Polipox Indústria e Comércio Ltda. São Paulo SP, Brasil) e por um hemi-arco esquerdo confeccionado em resina acrílica ativada quimicamente Vipi incolor. (Dental Vipi Ltda, Rio de Janeiro-RJ, Brasil).

Foram elaborados três tipos de modelos que simulam arcos parcialmente desdentados sem suporte dental posterior.

Os modelos elaborados estão descritos a seguir:

- Modelo A (MA) – representando um arco mandibular classe II de Kennedy sem suporte posterior com ausência dos elementos 45, 46 e 47 e preparo para grampo T de Roach no pilar direto.
- Modelo B (MB) – representando um arco mandibular classe II de Kennedy onde foi instalado um implante semi-cônico de 10 X 3,75mm (Titanium Fix Dental Implants – São José dos Campos SP, Brasil) com intermediário tipo o´ring, localizado na região do segundo molar sob a base da PPR e preparo para grampo T de Roach no pilar direto.
- Modelo C (MC) – representando um arco mandibular classe II de Kennedy onde foi instalado um implante semi-cônico de 10 X 5,00mm (Titanium Fix Dental Implants – São José dos Campos SP, Brasil) com intermediário tipo o´ring, localizado na região do primeiro molar sob a base da PPR e preparo para grampo T de Roach no pilar direto.

4.1 Obtenção dos modelos

A partir de um modelo de gesso de uma arcada completa superior e inferior pertencente ao departamento de prótese removível da Universidade Federal de Uberlândia (Figura 1A e 1B), foram feitos os preparos específicos para transformá-lo em classe II de Kennedy.

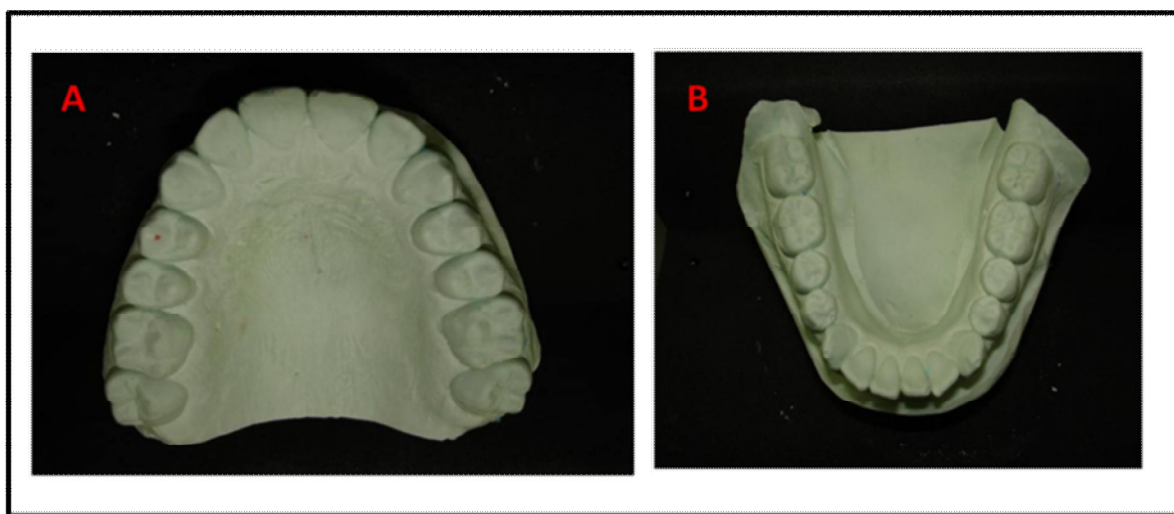


Figura 1. Modelo em gesso; A. Arco superior; B. Arco inferior.

Com uma fresa multilaminada (Vulcanite PM), foram extraídos do modelo inferior os molares e o segundo pré-molar do lado direito, para resultar em uma extremidade livre unilateral ou classe II de Kennedy (Figura 2A e 2B). A região do rebordo foi regularizada com faca para gesso, e uma camada de cera rosa sete (Polidental Ind e Com. Ltda, São Paulo-SP, Brasil) foi aplicada para promover um refinamento da superfície, eliminando todas as irregularidades presentes na mesma. Em seguida foi confeccionada uma matriz em silicone (Borracha de Silicone ABS – 10 Azul, Polipox Ind. e Com. Ltda) como mostra a figura 3, que permitiu a reprodução dos modelos de classe II, necessários ao preparo e desenvolvimento dos modelos de trabalho utilizados na confecção das armações metálicas em Cromo-Cobalto das próteses parciais removíveis.

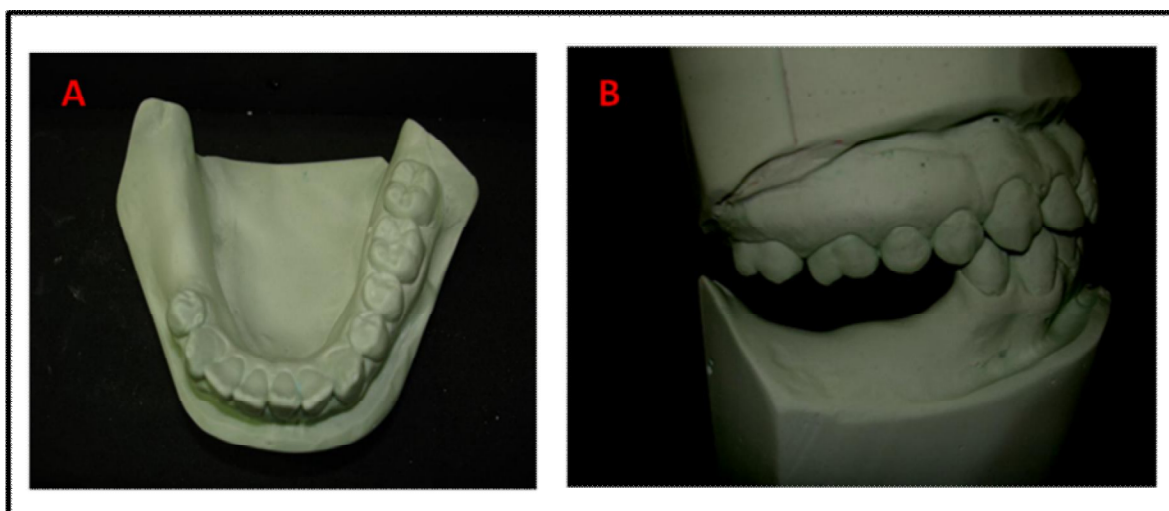


Figura 2. Modelo transformado em classe II de Kennedy; A. Arco inferior; B. Espaço protético resultante.

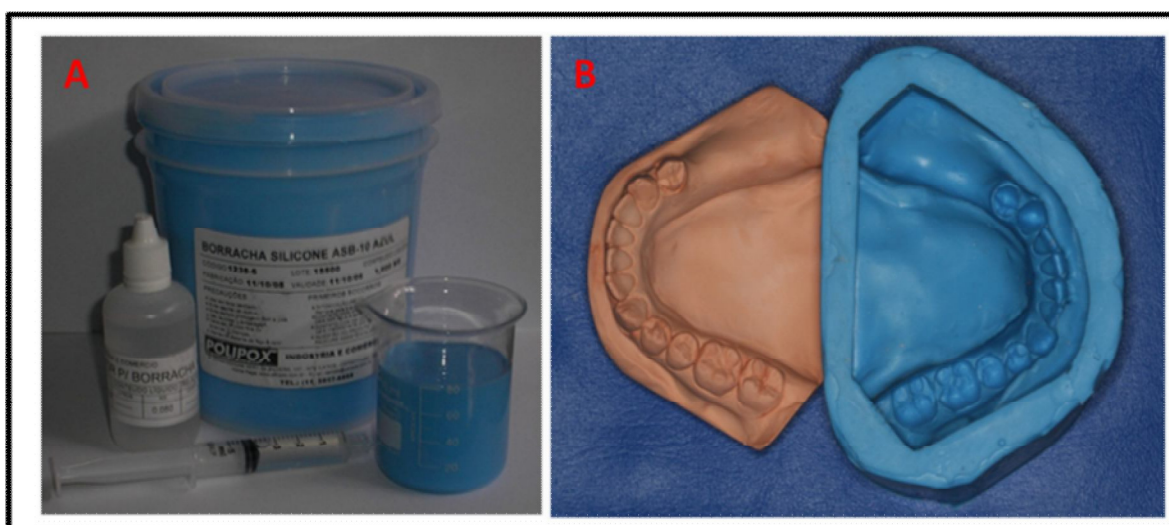


Figura 3. Reprodução dos modelos; A. Borracha de silicone utilizada; B. Matriz e modelo reproduzido

4.2 Preparos específicos para PPR

Um dente metálico utilizado na metodologia de Costa em 2002 foi selecionado de forma que obtivesse as dimensões compatíveis com as apresentadas pelo dente artificial do modelo de gesso inicial (Figura 4A e 4B).

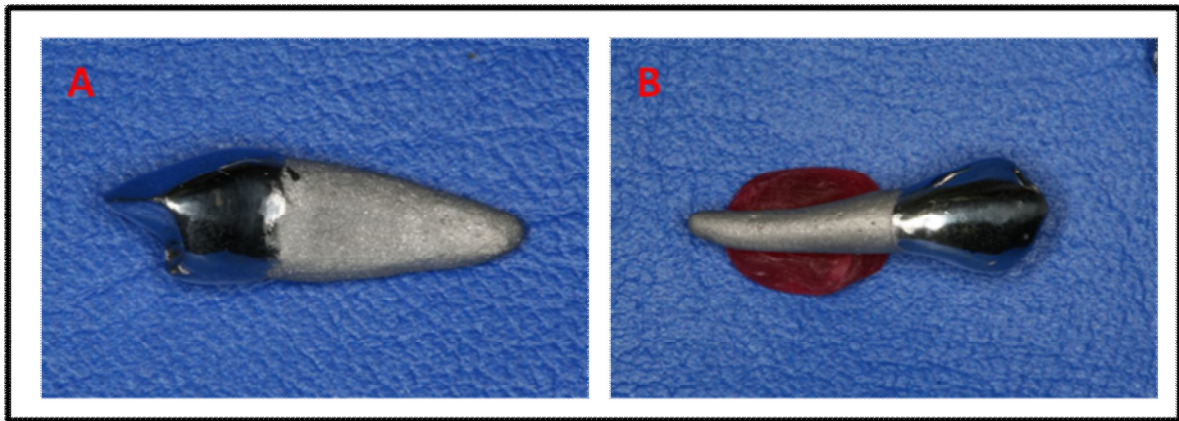


Figura 4. Dente metálico selecionado

Para que houvesse maior padronização dos preparos, o dente metálico e os dentes do modelo foram preparados da seguinte forma: no pré-molar foi confeccionado um nicho oclusal mesializado com formato triangular (Todescan, Bernardes Silva e Silva, 1996), entre os dentes 36 e 37 foi realizado nicho oclusal geminado com passagem de grampo e no dente 34 do modelo nicho oclusal mesializado, compatíveis com preparos realizados na boca de pacientes. Na região do dente 44 do modelo de gesso foi feito um orifício com broca esférica em peça reta simulando um alvéolo onde o dente metálico pudesse ser inserido.

O dente metálico selecionado após ter sido preparado foi incluído em uma caixa de filme fotográfico. Para isso o dente foi fixado com cera pegajosa na tampa da caixa e esta foi conectada ao cilindro onde foi vertido silicone Elite Doublé 8 (Zhemack SPA – Italy) (Figura 5). De posse da matriz o dente metálico foi reproduzido em resina acrílica ativada quimicamente (RAAQ) cor 66 (Dencril Plásticos Ltda - SP) para que os dentes utilizados em todos os modelos de trabalho tivessem as mesmas características e morfologia (Figura 6). A opção pelo uso de dentes em resina foi pela padronização da forma e contorno das estruturas, fato que inviabiliza o uso de dentes naturais, pela impossibilidade de encontrar dentes morfologicamente idênticos.

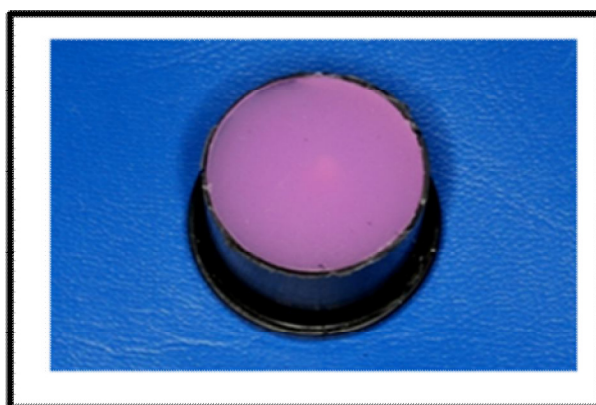


Figura 5. Dente metálico selecionado e incluído em silicone para ser replicado.



Figura 6. Dentes reproduzidos em RAAQ.

4.3 Simulação do ligamento periodontal

Para que os dentes em resina acrílica não fossem colocados em contato direto com a resina flexível, foi feita a simulação do ligamento periodontal de acordo com o estudo de Soares(2005)⁴⁹. Para tal, inicialmente foi medido com paquímetro digital o diâmetro da raiz do dente em resina em quatro pontos no sentido mesio-distal e vestibulo-lingual, em seguida foi realizado o enceramento da porção radicular do dente natural com cera verde para incrustações com aproximadamente 0,3 mm de espessura, com o objetivo de criar espaço para o ligamento periodontal a ser simulado. Posteriormente, foi manipulado silicone de condensação Zetalabor (Zermack, Badia Polisine, Itália) e inserido em um pote dappen para confecção da matriz. Antes da presa do material a porção radicular