MARCELO MICHELE NOVELLINO

**Desvios lineares e angulares de implantes com guias prototipadas
fixadas em modelos experimentais**

São Paulo

2011

MARCELO MICHELE NOVELLINO

**Desvios lineares e angulares de implantes com guias prototipadas
fixadas em modelos experimentais**

Versão Original

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obter título de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de Concentração: Prótese Dentária.

Orientadora: Profa. Dra. Dalva Cruz Laganá

São Paulo

2011

Novellino MM. Desvios lineares e angulares de implantes com guias prototipadas fixadas em modelos experimentais. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Aprovado em: /   /2011

Banca Examinadora

Prof(a).Dr(a)._____Instituição:_____

Julgamento: _____Assinatura: _____

Prof(a).Dr(a)._____Instituição:_____

Julgamento: _____Assinatura: _____

Prof(a).Dr(a)._____Instituição:_____

Julgamento: _____Assinatura: _____

À Adriana pelo apoio, dedicação e amor. Pela paciência e força nos
momentos difíceis.

Ao meu pai que me mostrou o caminho.

À minha mãe por tornar o caminho menos árduo.

Aos meus irmãos, Sylvia e Marcio pela amizade e união que sustentam
a família.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Professora **Dalva Cruz Laganá** que com paciência e dedicação infinitas me orientou na confecção desta pesquisa, me dando a oportunidade de aprender muito mais do que odontologia

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo pela possibilidade da minha formação no Curso de Pós Graduação;

À Professora Dra. Marina Helena C. G. de Magalhães, Presidente da Comissão de Pós Graduação da FOU SP;

Ao Coordenador do Programa de Pós Graduação em Ciências Odontológicas da FOU SP, Professor Dr. Marcelo José Strazzeri Bönecker, pela condução do curso;

Ao Departamento de Prótese da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, na pessoa da Professora Dra. Tomie Toyota de Campos, Chefe do Departamento, pela oportunidade de desenvolver o curso de Mestrado em Ciências Odontológicas e pelo apoio com materiais e equipamentos para a realização da pesquisa;

À Coordenadora de Área de Concentração em Prótese Dentária, Professora Dra. Dalva Cruz Laganá, pela condução do curso no Departamento;

À Empresa *CONEXÃO Sistemas de Prótese*, que nos proporcionou apoio com materiais, implantes, instrumentais e que colocou a sua equipe de engenheiros e profissionais de outras áreas para criar um produto novo (mini-implante ortodôntico modificado com um encaixe o´ring) denominado “Parafuso Cortical Master Ortoimplante O’Ring”;

À *Contrast Diagnósticos por Imagem*, em especial ao Dr. Ademar Rodrigues Marani, pela grande contribuição com a captura de imagens tomográficas e auxílio na utilização dos recursos dos programas de planejamento;

À Empresa *Artis*, pelo auxílio na elaboração das guias cirúrgicas e pelo trabalho realizado de sobreposição das imagens pós-operatórias com os planejamentos;

Agradecimento especial ao GAB (Grupo de Apoio em Bioestatística da Faculdade de Odontologia da USP) que nos deu todo o apoio na avaliação dos resultados e na interpretação dos dados obtidos na pesquisa;

Aos Professores, Funcionários e Colegas da Pós Graduação do Departamento de Prótese pela oportunidade do convívio, que muito acrescentou ao meu trabalho e na minha vida pessoal;

Ao Professor Dr. Roberto Chaib Stegun pela amizade, incentivo e por despertar em mim o interesse pela vida acadêmica;

Aos Professores e Estagiários da Prótese Removível pela colaboração, amizade e troca de experiências;

Às Bibliotecárias e aos funcionários da Biblioteca pela valiosa colaboração com as pesquisas e a formatação do texto.

RESUMO

Novellino MM. Desvios lineares e angulares de implantes com guias prototipadas fixadas em modelos experimentais [dissertação] São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2011. Versão Original.

Considerando as dificuldades que ocorrem com a localização e o posicionamento de implantes e, ainda, o risco de deslocamento das guias, tomográfica e cirúrgica, durante os procedimentos de diagnóstico e cirúrgico, foi objetivo desta pesquisa avaliar, se a alternativa de introduzir dispositivos para retenção e suporte, nas guias da técnica de cirurgia guiada convencional, interfere na posição e inclinação de implantes no momento da sua colocação. Foram confeccionados 10 modelos simulando tecido ósseo, divididos aleatoriamente em 2 grupos: 5 com a guia tomográfica e cirúrgica da técnica convencional, denominado grupo controle (M); 5 com as guias fixadas a ortoimplantes modificados associados ao sistema de encaixe o' ring, representando o grupo experimental (MI). A avaliação dos resultados foi pela sobreposição dos planejamentos virtuais (*Implant Viewer*), derivados de tomografias computadorizadas pré-cirúrgicas, com as realizadas após a colocação dos implantes. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferenças estatisticamente significantes para os desvios angulares (*Teste Tukey* $F = 1,06$ e $p = 0,3124$) e lineares (*Teste ANOVA* $F = 2,54$ e $p = 0,11$). No entanto, os valores angulares individuais do grupo experimental (MI), mostraram ser mais próximos entre si, com menor variabilidade, quando comparados ao grupo controle. Concluiu-se, que o uso de ortoimplantes associados ao sistema de encaixe o' ring, pode trazer benefícios à técnica da cirurgia guiada convencional, reduzindo as alterações de posicionamento dos implantes no momento da sua colocação.

Palavras-chave: Implantes dentários. Cirurgia assistida por computador. Cirurgia guiada por imagem.

ABSTRACT

Novellino MM. Linear and angular deviations of implants placed with fixed stereolithographic drill guides in experimental models [dissertation] São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2011. Versão Original.

Computer guided surgery is an excellent alternative to the proper insertion of implants in patients with an edentulous arch or a partially edentulous area and with appropriate quantity of bone. Considering the difficulties that occur with implants placement and the risk of displacement of radiographic and surgical template during the diagnostic and surgical procedures, the aim of this research was to assess if an alternative devices for retention of radiographic and surgical templates can bring benefits for a more accurate implant placement. Ten models made by a material that simulates bone tissue were randomly divided into 2 groups: 5 with the conventional radiographic and surgical guide, which was called control group (M); 5 with modified orthodontic implants that fixed the radiographic and the surgical templates, representing the experimental group (MI). The evaluation of the results was by matching virtual plans (Implant Viewer), derived from pre-operative cone-beam CT images, with post-operative ones to calculate the deviation between planned and installed implants. The results showed that there was no statistically significant differences for angular (Tukey $F = 1.06$ and $p = 0,3124$) and linear deviations (test ANOVA $F = 2.54$ and $p = 0.11$). However, the individual angular values of experimental group (MI) showed to be closer to each other, with lower variability when compared to control group. It was concluded that the use of modified orthodontic implant with o' ring attachment can bring benefits to conventional guided surgery technique, reducing changes in ideal implant position.

Keywords: Dental implants. Computer-assisted surgery. Image guided surgery.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
3 PROPOSIÇÃO	40
4 MATERIAL E MÉTODOS	41
5 RESULTADOS.....	65
6 DISCUSSÃO	70
7 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS.....	78
ANEXOS	84

1 INTRODUÇÃO

O advento dos implantes trouxe à Odontologia um novo elemento auxiliar para a reabilitação oral de pacientes com ausências dentárias, especialmente para os portadores de próteses totais, que apresentavam dificuldades inerentes ao uso e adaptação, com próteses convencionais ^[1].

Desde o seu início até os dias atuais, a implantodontia vem evoluindo e mostrando excelentes resultados. Assim, torna-se possível afirmar que, em condições ideais, o índice de sucesso é superior a noventa por cento no que tange aos requisitos de retenção, estabilidade, função e conforto, quando as próteses totais estão associadas aos implantes ^[2].

Os avanços tecnológicos relacionados aos implantes são inúmeros, haja vista as modificações no desenho, no tratamento de superfície, interfaces protéticas e outras inovações ^[3].

A técnica cirúrgica para a colocação de implantes também evoluiu, embora ainda sejam encontradas algumas dificuldades na realização deste procedimento ^[4], pois cabe ao cirurgião transferir as imagens de uma radiografia bidimensional para o campo cirúrgico tridimensional, considerando estética, função e biomecânica, que permitam a posterior confecção de uma prótese satisfatória ^[5].

O tratamento convencional com implantes envolve um complexo processo de diagnóstico, planejamento, ceroplastia e uma guia cirúrgica. A posição e o número de implantes dependem do diagnóstico radiográfico, da anatomia, qualidade e quantidade de tecido ósseo e da biomecânica ^[6].

O planejamento prévio não virtual possibilita obter guias cirúrgicas convencionais que, embora possam orientar a entrada da broca no tecido ósseo, não apresentam informações sobre a espessura da mucosa, a topografia do osso subjacente ou das estruturas anatômicas, além disso, estas não ficam estáveis durante a cirurgia, devido à abertura do retalho ^[1].

O planejamento cirúrgico para a colocação de implantes com a tomografia computadorizada tridimensional permite, com o uso de um guia radiográfico, a identificação do tecido ósseo em relação à posição dos dentes, o que é fundamental para a visualização do planejamento protético previamente realizado e, devido a isso, este é denominado planejamento reverso [7].

O guia possibilita ao clínico transferir à boca o planejamento virtual, que determina o posicionamento preciso dos implantes, pela sua fixação ao rebordo por pinos de estabilização horizontais, planejados juntamente com os implantes [8, 9].

Este procedimento é um avanço significativo na implantodontia, pois coordena todos os aspectos, desde a atuação interdisciplinar, como os fatores inerentes à redução drástica do tempo de tratamento, cirurgia minimamente invasiva, sem retalho, requerendo menor tempo cirúrgico, com menor sangramento, menor desconforto, aceleração da recuperação e melhor cicatrização [6, 8-11].

Essa tecnologia exige maior investimento e esforço, porém, elimina possíveis erros de uma colocação aleatória de implantes, protegendo estruturas anatômicas críticas, como nervos e cavidades sinusais, aprimorando os resultados estéticos e biomecânicos [12, 13].

A cirurgia guiada por computador é uma excelente alternativa para a adequada inserção de implantes em pacientes com quantidade apropriada de osso, tanto em rebordos parcial como completamente desdentados [14, 15].

A exatidão de um procedimento guiado por imagem é definido pelo desvio de localização ou de angulação do planejamento, comparado com o resultado final [12].

Ao avaliar as possíveis causas de erros na técnica de cirurgia guiada e os desvios observados entre o planejado e o executado, observa-se que os desvios refletem uma somatória de erros que ocorrem desde a coleta de dados pela tomografia, na incorreta posição da guia radiográfica, na modelagem *CAD/CAM* para a obtenção da guia, na precisão da instalação das anilhas metálicas e no trans – operatório, com o posicionamento e fixação da guia ao tecido ósseo [5, 12].

É importante estar treinado para o uso dos sistemas de cirurgia guiada para reduzir os erros durante a cirurgia. O desvio da posição do implante planejado e os resultados cirúrgicos representam uma questão chave, especialmente nas cirurgias sem abertura de retalho. Desta forma, o desvio máximo deve ser considerado para determinar uma zona de segurança para a realização de tal procedimento ^[5].

Considerando as dificuldades apresentadas, como a localização e a posição do implante e, ainda, o deslocamento da guia no momento da inserção dos implantes, foi o objetivo desta investigação, introduzir dispositivos às guias radiográfica e cirúrgica que as estabilizem e, avaliar, por meio de tomografias computadorizadas, se este procedimento adicional à técnica, apresenta resultados semelhantes, quando comparados o planejamento virtual e o realizado no modelo experimental.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A colocação apropriada de implantes é essencial, pois, confeccionar próteses sobre implantes em posição inadequada é um grande desafio. Para construção de uma guia cirúrgica precisa, que permita alcançar os objetivos protéticos na colocação de implantes, a ceroplastia de diagnóstico com a correta posição de cada elemento é necessária e os modelos devem estar montados em articulador com a correta relação maxilo-mandibular ^[4].

Nos anos 90, com o intuito de inserir o planejamento protético no exame tomográfico, introduziu-se o método do duplo escaneamento. Neste método, uma guia radiográfica, que pode ser uma prótese pré – existente com cavidades preenchidas por guta-percha, é previamente submetida ao exame tomográfico e posteriormente o paciente se sujeita ao exame com esta guia na cavidade oral. As duas imagens são unidas pela coincidência das esferas de guta-percha e transferidas para um programa de planejamento. Após o planejamento, com uma técnica denominada estereolitografia (SLA) confeccionava-se protótipos dos maxilares e o guia cirúrgico ^[5].

Nessa mesma época, Verstreken et al. divulgaram o desenvolvimento de um sistema para planejamento pré-operatório de implantes (*SimPlant®2*), usando tomografia computadorizada reformatada, digitalizando a prótese preexistente do paciente, localizando – a no espaço e relacionando com o osso alveolar ^[16].

Assim, tornou-se possível executar o planejamento virtual no computador, por meio dos dados obtidos na tomografia computadorizada TC. Porém, somente em 2004, surgiram guias para cirurgias sem a abertura de retalho. Neste caso, a guia cirúrgica deve considerar o tecido mole e precisa ser fixada ao rebordo através de pinos horizontais de ancoragem ^[5].

No início da implantodontia, o seu único objetivo era obter a osseointegração, não importando muito a posição dos implantes. Ainda hoje, muitos cirurgiões têm a tendência de colocar os implantes onde se encontra a maior quantidade de osso

disponível, o que pode resultar em uma prótese comprometida, com efeitos adversos em longo prazo. Logo, a ceroplastia de diagnóstico e o planejamento pré-cirúrgico são essenciais para alcançar a excelência estética e bons resultados funcionais ^[15].

O planejamento prévio possibilita obter guias cirúrgicas convencionais, confeccionadas em laboratório sobre modelos de gesso, que, embora possam guiar a entrada da broca no tecido ósseo, não conseguem fornecer uma orientação tridimensional exata, pois não apresentam informações sobre a espessura da mucosa, sobre a topografia do osso subjacente ou das estruturas anatômicas e não permanecem estáveis durante a cirurgia, devido à abertura do retalho ^[1].

Com as técnicas convencionais de implantação, mesmo que os implantes sejam bem colocados, o posicionamento espacial destes, não irá de encontro com as máximas exigências protéticas. Para superar essas limitações, a tomografia computadorizada, o planejamento virtual de implantes por meio de programas de computador, a guia cirúrgica prototipada e cirurgia assistida por computador foram introduzidos na implantodontia ^[6, 12, 15].

A literatura define a cirurgia guiada (CAS) como o procedimento para colocação de implantes que usa a mais recente tecnologia para coordenar todos os aspectos do tratamento e, assim, reduzir drasticamente o tempo de tratamento, tornando a cirurgia minimamente invasiva, sem retalho, requerendo menor tempo cirúrgico, com menor sangramento, menor desconforto e aceleração da recuperação, com melhor cicatrização e entregando a prótese no pós - cirúrgico imediato com carga e função imediata ^[6, 8].

A idéia de se realizar cirurgias para colocação de implantes sem realizar a abertura de retalho é mais antiga que a cirurgia guiada por computador. Essa técnica preserva os tecidos moles, como a margem gengival dos dentes adjacentes e a papila interdental, já que a abertura de retalho pode causar reabsorção óssea e recessão de tecido mole. No entanto, essa técnica é um procedimento cego, pois não permite a visualização do contorno ósseo ^[17, 18].

Com o surgimento da cirurgia guiada por computador, a cirurgia sem abertura de retalho pôde ser retomada e os limites anatômicos, a quantidade e a qualidade óssea puderam ser previamente analisadas através de técnicas radiográficas tridimensionais. Com essa técnica é possível não só escolher a melhor posição para a colocação dos implantes, mas também, a melhor posição do implante para a confecção da prótese. A não abertura de retalho é uma das vantagens da técnica da cirurgia guiada^[6, 8-11].

A tomografia computadorizada (TC) foi introduzida no planejamento pré-cirúrgico de implantes para solucionar os problemas encontrados com as radiografias panorâmicas. Esta permite a visualização da secção transversal, axial e panorâmica dos maxilares e, com a associação da guia radiográfica, é possível relacionar os tecidos duros e moles, planejando de forma tridimensional a posição do implante associado à avaliação da qualidade e da quantidade óssea, resultando em uma melhor biomecânica e estética^[6, 8-11].

A TC é comumente usada na seleção dos implantes, mas não no posicionamento exato desses implantes, sendo esta um meio auxiliar na determinação da quantidade e da qualidade do osso. Contudo, a exata transferência da posição planejada dos implantes é difícil, imprecisa e requer muitos procedimentos laboratoriais, pois, na cirurgia convencional, as informações da TC não são diretamente transferidas para o ato cirúrgico. Somente com o uso de programas de planejamento virtual que utilizam a TC para auxiliar o planejamento cirúrgico e a confecção da guia cirúrgica prototipada é possível definir a localização, a trajetória e a profundidade do implante planejado com alta precisão^[6].

Com o uso de uma guia radiográfica, a identificação do tecido ósseo em relação à posição dos dentes, por meio da tomografia computadorizada tridimensional, permite a visualização do planejamento protético previamente ao tratamento, possibilitando ao clínico posicionar os implantes precisamente. O programa de computador permite que os implantes sejam planejados em três dimensões e o resultado pode ser transferido à boca por meio da guia cirúrgica SLA^[8, 9].

O planejamento reverso é dirigido pela prótese e utiliza tecnologias, como a tomografia computadorizada, o planejamento tridimensional em computador e a guia prototipada, para eliminar possíveis erros, no entanto, essa tecnologia exige maior investimento e esforço ^[13].

A cirurgia guiada é um avanço significativo na implantodontia, pois promove a aproximação interdisciplinar no tratamento do paciente, já que o cirurgião e o protesista podem definir a localização dos implantes e o acesso à interface protética anterior à cirurgia propriamente dita ^[6, 8, 9].

A técnica de cirurgia guiada pode ser dividida em dois métodos: um utiliza as guias cirúrgicas para realizar a transferência do planejamento pré-operatório para o campo cirúrgico e, outro, emprega sistemas de navegação cirúrgica intra-operatório com dispositivos de rastreamento óptico ou magnético ^[19].

Cada abordagem tem vantagens e desvantagens. Os sistemas de navegação dão maior liberdade e flexibilidade para o cirurgião modificar o planejamento, porém, são propensos a erros humanos e menor exatidão. Já as guias cirúrgicas são mais fáceis de usar e, devido a isso, existe uma prevalência das guias nas pesquisas com cirurgia guiada ^[19].

As guias se dividem em guias suportadas por tecido ósseo, por mucosa e dentes. As guias suportadas por osso e mucosa, especialmente nos casos de reabsorção óssea mais severa, não se mostraram muito estáveis ^[19].

Uma das supostas desvantagens da cirurgia guiada para a colocação de implantes está relacionada ao fato da guia cirúrgica impedir a irrigação e a conseqüente refrigeração do tecido ósseo durante a osteotomia ^[20].

Para avaliar este aspecto, Misir et al. verificaram o calor gerado no osso por dois sistemas de fresas: com irrigação externa (A); outro com irrigação externa e interna (B) e; com e sem o uso de guias cirúrgicas. A temperatura média máxima alcançada com o uso de guias foi de 39,8º C e, sem o uso da guia, foi de 31,1º C, o que mostra uma diferença estatisticamente significativa. Portanto, existe o risco de

injúrias térmicas ao tecido ósseo, já que a guia prejudica a irrigação durante a osteotomia ^[21].

Outra desvantagem da técnica está relacionada à abertura de boca, que pode ser uma limitação para esse procedimento, principalmente na região posterior, sendo ainda mais complicada em pacientes parcialmente desdentados. As fresas para cirurgia guiada apresentam dez milímetros a mais que os instrumentos convencionais, sendo esta contraindicada para pacientes com pequena abertura de boca. ^[3, 22].

A técnica ainda apresenta alta complexidade e o elevado custo de equipamentos como os programas de computador e as guias cirúrgicas ^[11].

Comparada à técnica convencional, a cirurgia auxiliada por computador requer um investimento e trabalho muito maior, porém parece ser um método superior, que elimina erros e aumenta o sucesso do tratamento ^[12].

A cirurgia guiada é necessária para os casos difíceis onde a tomografia computadorizada é exigida, a altura óssea é crítica e o máximo do tecido ósseo precisa ser aproveitado. Estudos em longo prazo são necessários para avaliar todos os aspectos do tratamento e assim justificar os altos custos, a radiação e o trabalho ^[12].

A cirurgia guiada por computador é uma excelente alternativa de tratamento para pacientes com quantidade apropriada de osso para inserção de implantes tanto em arcos completamente ou parcialmente edêntulos. Mas apesar da cirurgia guiada ser muito útil para o planejamento virtual dos casos com reabsorções severas do osso alveolar, a técnica cirúrgica convencional é mais adequada para essas situações. A cirurgia guiada é uma alternativa interessante para a inserção do implante independentemente de ser com ou sem carga imediata ^[14].

A técnica utiliza programas avançados e a tecnologia SLA para transformar simulações complexas em três dimensões em guias cirúrgicas geradas por computador. Assim, o protesista pode ver onde o parafuso de fixação da prótese vai

emergir e escolher a posição ideal no quesito biomecânico e estético dentro das possibilidades ósseas ou, ainda escolher uma conexão angulada. A posição mésio - distal do implante pode ser selecionada sem correr risco de o implante ficar no espaço interproximal, logicamente a melhor estética é obtida^[23].

A técnica inicia com a montagem dos modelos em articulador e a confecção da ceroplastia de diagnóstico. A própria prótese do paciente, quando apresenta condições ideais de oclusão e estética é duplicada e um guia de resina acrílica com material radiopaco é confeccionado. Este permite transferir o planejamento protético para a cirurgia de colocação de implantes, sendo o tratamento baseado no resultado protético final. Este guia, após a tomografia, passa a fazer parte do exame e, o contorno oclusal pretendido para o paciente, fica disponível na imagem tomográfica, podendo ser relacionado à topografia óssea do paciente^[11, 13].

Outra possibilidade é confeccionar uma prótese total maxilar para determinar a posição dos dentes de acordo com a melhor estética, fonética e dimensão vertical. Orifícios preenchidos com guta percha podem ser feitos na prótese para servirem como marcadores radiopacos, geralmente, três de cada lado na vestibular e dois nas linguais dos incisivos superiores. Um registro inter-oclusal de silicone é confeccionado com a correta posição de relação central e dimensão vertical. O paciente é encaminhado ao serviço radiológico, onde é submetido à técnica da tomografia com dupla varredura, a qual permite visualizar objetos diferentes em diferentes densidades. Os dados obtidos são reformatados e enviados para a equipe clínica que, por meio de um programa de computador para planejamento tridimensional, avalia o tecido ósseo em relação à posição dos dentes do guia radiográfico e, a partir destas informações, o tamanho e a posição dos implantes são definidos^[3].

O planejamento protético pré-cirúrgico é a base do sucesso do tratamento com implantes e os programas de planejamento virtual permitem visualizar e avaliar o tecido ósseo quantitativa e qualitativamente e simular a colocação dos implantes^[3, 10, 13].

Os dados do planejamento virtual são então enviados à empresa que produz, ou o modelo esterilitográfico com as réplicas dos implantes, ou a guia cirúrgica esterilitográfica com perfurações que contemplam a direção, a profundidade e a correta posição dos implantes planejados. No caso da guia cirúrgica ser a opção, esta serve de molde para a obtenção de um modelo de gesso com as réplicas dos implantes na posição planejada. Este modelo é montado no articulador com o uso do registro de silicone ^[3].

A guia é produzida por uma tecnologia denominada esteriolitografia (SLA), que consiste em um tanque contendo uma resina líquida fotopolimerizável. Um *laser* montado na parte superior do tanque percorre a sua seção transversal em movimentos de um milímetro, o que corresponde ao corte tomográfico. O *laser* polimeriza a camada superficial da resina em contato. Assim que a primeira fatia é completada, uma mesa mecânica imediatamente abaixo da superfície move-se um milímetro, carregando consigo a primeira camada polimerizada do modelo. Dessa forma, de camada em camada, é feito um modelo esteriolitográfico. A seguir, são colocadas anilhas metálicas nos cilindros guias, feitos pela máquina em resina. As anilhas têm 3 mm de altura e são 0.2 mm mais largas que a broca da osteotomia. Esta configuração limita o desvio da angulação dos implantes para menos de 3°. Assim a profundidade, a angulação e a posição mesio-distal e vestibulo-lingual de cada implante como foi planejada na simulação computacional é pré-programada na guia cirúrgica. A guia permite que durante a cirurgia, a irrigação ocorra normalmente e esta pode ser usada para pacientes parcial ou totalmente desdentados, podendo ser suportada por osso, tecido mole ou dentes remanescentes, dependendo da necessidade e da solicitação do cirurgião ^[1].

Baseada na sequência de brocas, em alguns sistemas, uma série de guias é produzida para acomodar o diâmetro de cada broca ou ainda uma única guia é produzida e dispositivos com diâmetro específico para cada broca se encaixam nas anilhas. A profundidade da osteotomia também está calculada pela guia ^[11, 23].

No ato cirúrgico, a guia é fixada ao rebordo por meio de pinos de estabilização horizontais que são planejados juntamente com os implantes por meio

do programa de planejamento virtual e a prótese definitiva é fabricada antes do procedimento cirúrgico^[3].

Embora muito tenha sido feito para aprimorar a técnica, pouco se fez em relação às demandas do paciente, pois a técnica ainda apresenta um alto custo devido à sua complexidade, à exigência de treinamento intenso dos profissionais e de materiais sofisticados^[18].

Figura 2.1 - Seqüência da cirurgia virtual guiada [24]

A exatidão de um procedimento guiado por imagem é definido pelo desvio de localização ou de angulação do planejamento comparado com o resultado final^[12].

Ao avaliar as possíveis causas de erros na técnica de cirurgia guiada e os desvios observados entre o planejado e o executado, observa-se que os desvios refletem uma somatória de erros que ocorrem na obtenção da guia, no seu posicionamento e no trans - operatório. Quando a cirurgia é sem a abertura de retalho, esses erros podem ser muito relevantes, pois estruturas anatômicas importantes podem ser atingidas. Os desvios podem ocorrer em qualquer etapa do processo: desde a obtenção de dados na tomografia, como a incorreta posição da guia radiográfica, passa pela modelagem *CAD/CAM* e a precisão da colocação das anilhas metálicas nas guias, e vai até a fixação do guia ao osso no trans-cirúrgico^[5].

Com relação à imagem, em geral, a qualidade de uma tomografia computadorizada depende da espessura do corte e da influência de possíveis artefatos. Quanto mais fino o corte, melhor a resolução da imagem e maior a acuidade das medidas das estruturas. Movimentos do paciente e restaurações metálicas podem causar distorções e invalidar os dados ^[12].

É fundamental estar familiarizado com o sistema de cirurgia guiada para minorar os erros trans – cirúrgicos, pois, o desvio da posição do implante planejado implica em riscos ao paciente e a qualidade da reabilitação, especialmente nas cirurgias sem abertura de retalho. Desta forma, o desvio máximo deve ser considerado para determinar uma zona de segurança para a realização de tal procedimento ^[5].

Serão apresentados trabalhos, em ordem cronológica, onde seus autores realizaram pesquisas clínicas ou laboratoriais com o objetivo de quantificar os desvios entre o planejado e o realizado e assim determinar a exatidão da técnica da cirurgia guiada em situações e ou modificações propostas.

Besimo et al. avaliaram a magnitude do desvio na transferência da posição do implante planejado no computador, a partir de imagens de tomografia computadorizada para o guia cirúrgico. Foram usadas cinco maxilas e nove mandíbulas, nas quais realizaram 77 mensurações. Concluíram que a transferência de erros não foi clinicamente relevante. Os resultados indicaram que o erro resultante na transferência dos dados da TC para os guias cirúrgicos foi mínimo ^[25].

Sarment et al. compararam a guia cirurgia esteriolitográfica (*SLA*) com as guias cirúrgicas convencionais. Tomografias de mandíbulas desdentadas de resina epóxi foram realizadas e foram planejados cinco implantes de cada lado de cada mandíbula pelos programas de computador disponíveis no mercado. Cinco cirurgiões diferentes fizeram as osteotomias em mandíbulas idênticas ao modelo inicial. Do lado direito foram usadas guias convencionais (grupo controle) e do lado esquerdo foram usadas guias esteriolitográficas (grupo teste). Para cada mandíbula foi então realizada nova tomografia e os dados desta foram sobrepostos com os da

primeira. A média de distância no ombro do implante foi de 1,5 mm e de 2,1 mm no ápice quando a guia convencional foi usada. As medidas foram significativamente menores quando a guia cirúrgica SLA foi usada, 0,9mm e 1,0mm, respectivamente. A variação também foi reduzida no grupo teste, entre os cirurgiões. Concluíram que há uma melhora significativa na colocação de implantes quando guias SLA são utilizadas ^[26].

Van Steenberghe et al. avaliaram o uso da cirurgia guiada por computador para a colocação de implantes zigomáticos. Seis implantes zigomáticos de 45 mm foram colocados em cadáveres humanos usando guias cirúrgicas confeccionadas a partir de tomografias computadorizadas. As imagens pré - operatórias foram comparadas com as pós - operatórias para a avaliação dos desvios entre o planejado e o executado. O ângulo entre o implante virtual e o colocado foi menor que 3º em quatro de seis casos. O maior desvio encontrado no ponto de saída de um dos seis implantes foi de 2,7 mm. O resultado mostrou que o uso de guias SLA para a colocação de implantes zigomáticos deve ser encorajado devido ao comprimento destes implantes e da anatomia complexa associada a esta cirurgia ^[27].

Di Giacomo et al. avaliaram a posição e o eixo de implantes colocados e planejados usando a guia cirúrgica produzida por esteriolitografia. Quatro pacientes não fumantes e saudáveis foram incluídos na pesquisa e 21 implantes foram colocados. Após a cirurgia, nova tomografia foi realizada e um programa de computador foi usado para fundir as imagens dos implantes planejados e dos realizados, suas localizações e eixos foram comparados. O primeiro e o segundo escaneamento foram sobrepostos através do alinhamento de estruturas anatômicas e das áreas desdentadas da guia radiográfica. Para cada implante real e virtual dois pontos foram marcados: o ponto ombro, no centro da porção coronal e, o ponto ápice, no centro do ápice do implante. O ângulo formado entre o implante virtual e real foi calculado. A diferença entre o eixo dos implantes planejados e obtidos foi em média de $7,25 \pm 2,67^\circ$; a média da distância na região do ombro foi de $1,45 \pm 1,42$ mm e no ápice foi de $2,99 \pm 1,77$ mm. Em todos os pacientes a diferença foi maior no ápice do que no ombro. Atribuíram as diferenças aos micro-movimentos realizados pela guia cirúrgica, pois não foram usados parafusos para a fixação da guia, o que deve reduzir os pequenos movimentos, especialmente se a guia for

totalmente suportada por osso. Concluíram que as guias cirúrgicas produzidas por prototipagem rápida podem ser úteis na colocação de implantes, embora a técnica necessite de refinamentos para dar maior estabilidade à guia durante a cirurgia, especialmente nos casos de suporte ósseo unilateral e sem suporte dentário ^[28].

Ozan et al. avaliaram clinicamente a taxa de sobrevida de implantes colocados com técnicas cirúrgicas, com ou sem abertura de retalho. A região preferencial para a colocação dos implantes dependeu da avaliação da densidade óptica da região de interesse, a qual pode ser mensurada na imagem digital, por intermédio de unidades Hounsfield (UH). O *software* foi utilizado para o planejamento dos implantes nos pontos e nas inclinações considerados ideais. Doze pacientes participaram deste estudo, o grupo 1, com 5 pacientes, recebeu 14 implantes sem a abertura de retalho. O grupo 2, com 7 pacientes, recebeu 45 implantes com procedimentos cirúrgicos convencionais. O valor em média, em todos os locais dos implantes, foi de 650 ± 352 UH. Contudo, diferenças foram encontradas entre o grupo anterior de mandíbula (801 UH) e posterior de maxila (673 UH); anterior de maxila (669 UH) e posterior de mandíbula (538 UH), sem que se configurassem discrepâncias significativas. Tais diferenças podem estar ligadas às variações de idade e de gênero dos pacientes avaliados. Dos 59 implantes colocados, um foi perdido no grupo de cirurgia convencional (grupo 2). A média da taxa de sobrevida foi de 98,3%, depois de nove meses. A maior média de densidade óssea foi na região anterior da mandíbula, seguida da região posterior da maxila. Os resultados mostraram que a carga precoce sobre implantes colocados sem a abertura de retalho com cirurgia guiada é um procedimento viável ^[29].

Van Assche et al. avaliaram a precisão da transferência do planejamento tridimensional para a colocação de implantes a partir de imagens de tomografia. Quatro maxilares de cadáveres foram submetidos às tomografias e os dados foram usados para planejar os implantes e estes instalados com guias cirúrgicas SLA. As imagens pré - operatórias foram sobrepostas com as pós - operatórias. Os implantes apresentaram, em média, um desvio angular de 2° em relação ao planejado. A média de desvio linear foi de 1,2 mm no ombro do implante e 2,0 mm na porção apical. A tomografia tipo *Cone Beam* pode ser usada com o planejamento virtual de

implantes, sabendo – se que podem ocorrer alterações de até 4º de desvio angular e 2,4 mm de desvio linear na porção apical do implante [30].

Nickenig e Eitner realizaram trabalho semelhante com tomografia do tipo *Cone Beam* e com guias cirúrgicas prototipadas. Cento e dois pacientes receberam 250 implantes. Em todos os casos estruturas anatômicas críticas foram protegidas e nenhuma complicação foi detectada em radiografias panorâmicas pós-operatórias. Concluíram que a técnica é bastante confiável, facilita a avaliação do tamanho e da posição do implante e ainda previne complicações em estruturas anatômicas [31].

Ruppin et al. avaliaram os erros entre o planejado e o alcançado nas técnicas de cirurgia guiada por computador por meio de tomografias no dois momentos. Foram colocados 120 implantes em 20 mandíbulas de cadáveres humanos. Os dados foram importados para o *software* correspondente. A colocação dos implantes foi realizada com guia cirúrgica ou com monitoramento óptico. As mandíbulas foram divididas em três grupos, para cada qual, colocados 40 implantes, de acordo com o *software* para planejamento de 3 empresas diferentes: 1º grupo, as guias cirúrgicas pelo processo de estereolitografia; 2º e 3º grupos, com monitoramento óptico por infravermelho, usando marcadores de infravermelho passivos montados em corpos rígidos. Após a colocação dos implantes, as mandíbulas foram objeto de nova tomografia. As imagens das duas tomografias foram sobrepostas. Dois pontos foram determinados nos implantes um chamado de “*start*” e outro de “*end*”, no início e no final de cada implante respectivamente. Como resultado obteve-se que no primeiro grupo (guias cirúrgicas) houve uma alteração entre o planejado e o alcançado em relação à posição do implante de $1,5 \pm 0,8$ mm para o ponto “*start*”, $0,6 \pm 0,4$ mm para a profundidade de inserção e $7,9^\circ \pm 5^\circ$ para o desvio axial. No segundo grupo, com uma marca comercial e o dispositivo de infravermelho os resultados foram: $1 \pm 0,5$ mm para o ponto “*start*”, $0,6 \pm 0,3$ mm para a profundidade de inserção e $8,1 \pm 4,6^\circ$ para desvio axial do implante. No terceiro grupo com infravermelho, mas com outra marca comercial, os resultados alcançados foram: $1,2 \pm 0,6$ mm, $0,8 \pm 0,7$ mm e $8,1 \pm 4,9^\circ$, respectivamente. Durante a cirurgia, a densidade óssea do alvéolo implantar pode atrapalhar a exatidão da colocação dos implantes quando são usados os sistemas de monitoramento com infravermelho. Já os sistemas que utilizam a guia cirúrgica apresentam certa dificuldade na adaptação da guia sobre o

tecido ósseo. O deslocamento da guia ou seu movimento pode interferir de forma substancial nos resultados. Não houve diferença significativa entre a guia confeccionada por esteriolitografia e os sistemas de monitoramento óptico, as duas técnicas dependem da exatidão obtida na tomografia [7].

Ersoy et al. avaliaram o desvio de posição e inclinação de implantes planejados e colocados usando guia cirúrgica confeccionada por esteriolitografia. Após a seqüência cirúrgica, foi feita a instalação da prótese provisória e seu ajuste, inclusive oclusal. Nova tomografia foi realizada. A localização e a inclinação dos implantes planejados e colocados foram comparadas com o uso de um programa de computador que sobrepõe as imagens tomográficas pré-cirúrgicas e pós-cirúrgicas por meio da sobreposição de pontos anatômicos específicos. Para cada implante foram demarcados dois pontos: um chamado de “*neck point*”, no centro da porção mais coronal e o “*apical point*”, no centro do ápice do implante. Analisando os 94 implantes colocados, a média de desvio no longo eixo do planejado para o colocado foi $4,9^{\circ} \pm 2,36^{\circ}$. A média de desvio da distância entre o planejado e o colocado foi de $1,22 \pm 0,85$ mm no pescoço do implante (*neck point*) e de $1,51 \pm 1$ mm no ápice. As diferenças entre o planejado e o colocado devem resultar de micro-movimentos das guias cirúrgicas, pois estas não foram parafusadas ao osso. A guia cirúrgica confeccionada pelo método SLA com o auxílio do computador é uma ferramenta precisa para transferir o planejamento virtual do computador para a cirurgia [10].

Figura 2.2 - Sobreposição do implante planejado (cinza) e o realizado (preto). Alfa: diferença angular entre o eixo do implante planejado e realizado; a: distância em milímetros entre o pescoço do implante planejado e realizado; b: distância em milímetros entre o ápice do implante planejado e realizado [10]

Woitchunas realizou uma pesquisa nos mesmos moldes com onze mandíbulas humanas secas. O processo foi computadorizado e permitiu aferir as distâncias e as angulações dos implantes virtuais e reais. Testes estatísticos foram aplicados e as diferenças foram significativas tanto para medidas lineares quanto para as angulares ^[32].

Arisan et al. empregaram metodologia semelhante para avaliar em 54 pacientes 294 implantes com auxílio de um tomógrafo do tipo “*Cone Beam*”. As guias foram produzidas com duas marcas comerciais diferentes e por meio da esteriolitografia. As guias mucoso-suportadas foram fixadas ao rebordo com parafusos de ósteo - síntese. Os implantes foram inseridos e, no final da osseointegração, uma nova tomografia de cada paciente foi realizada. Os implantes colocados com guias ósteo – suportadas apresentaram o maior grau de desvio e os implantes colocados com guias mucoso-suportadas apresentaram o menor grau de desvio. Concluíram que a fixação rígida de uma única guia com parafusos e a utilização de anilhas metálicas com kit de brocas específico para cirurgia guiada minimiza os desvios ^[33].

Nickenig e Eitner avaliaram e validaram uma forma alternativa de comparar o planejamento pré – operatório e a posição dos implantes colocados. Dez pacientes, Classe II de Kennedy, foram selecionados. A posição da guia foi detectada por três marcações de titânio. As tomografias foram realizadas e os dados enviados ao programa de planejamento tridimensional; um aparelho especial recebeu as coordenadas de cada implante planejado. As guias tomográficas foram então perfuradas para cada implante e em diferentes coordenadas. As anilhas foram encaixadas em cada perfuração e assim a guia tomográfica tornou-se uma guia cirúrgica. Para comparar a posição dos implantes planejados e instalados foram realizadas tomografias dos modelos mestres (modelos para a confecção das próteses). As imagens foram obtidas com análogos dos implantes para a prótese definitiva. A imagem pós – operatória dos análogos puderam ser sobrepostas com as imagens pré – operatórias com os implantes virtuais. Devido à transferência exata dos *copings* de impressão, a posição dos análogos dos implantes foi idêntica à dos implantes clinicamente instalados. Em todos os casos as próteses foram clínica e radiograficamente controladas. Nas comparações entre as tomografias iniciais e as

tomografias dos modelos foram avaliados parâmetros como as diferenças na distância entre o ápice do implante real e o virtual, diferenças em distância no ombro do implante e divergências entre os eixos dos implantes reais (análogos) e virtuais. Os dez pacientes da pesquisa receberam 23 implantes. As guias cirúrgicas foram apoiadas nos dentes remanescentes e, pinos adicionais de ancoragem, não foram necessários. Os resultados foram submetidos à análise estatística, com um nível de significância de $p= 0,05$. O desvio angular encontrado foi de $4,2^\circ$; no ombro do implante o desvio linear foi em média de 0,9 mm e, no ápice do implante, o desvio foi de 0,6 mm, no sentido méso distal e 0,9 mm, no sentido ântero-posterior. Concluíram que o método é uma alternativa viável para se evitar a exposição do paciente à radiação extra, quando este é sujeito de uma pesquisa científica que avalia a precisão da técnica de cirurgia guiada por planejamento virtual [34].

Em sequência ao trabalho anterior, Nickenig et al. avaliaram a exatidão da colocação de 23 implantes, em 10 pacientes, com Classe II de Kennedy, com guia cirúrgica após planejamento virtual tridimensional com imagens obtidas de tomografias do tipo “Cone - Beam”. Os resultados foram comparados com os obtidos com o método convencional à mão livre. A implantação manual foi realizada em modelos anatômicos dos mesmos pacientes por um protesista e por um cirurgião buco-maxilo-facial. Imagens pós-operatórias dos modelos foram sobrepostas ao planejamento virtual prévio. A guia cirúrgica tridimensional produziu variação significativamente menor entre o planejado e o realizado, tanto em medida linear quanto angular. Concluíram que a colocação de implantes por meio da técnica empregada é significativamente mais exata que a inserção à mão livre [35].

Al-Harbi e Sun avaliaram a precisão na colocação de 40 implantes em 6 pacientes, usando medidas coordenadas (CMM) e como as angulações e os pontos de entrada exatos de implantes podem ser transferidos, quando se usa uma guia cirúrgica estereolitográfica. Após o período de 3 a 4 meses de osteointegração foram realizadas moldagens pela técnica da moldeira aberta. Os implantes foram avaliados quanto à sua posição, usando uma máquina de medidas coordenadas. A diferença do ângulo mesio – distal médio do implante real para o planejado foi $0.7^\circ \pm 5.02$ graus e o desvio do ângulo buco - lingual médio foi $0.46^\circ \pm 4.43$ graus. Trinta e um implantes (91%) registraram menos que 7° de desvio angular nos planos mesio -

distal e buco – lingual. Nenhuma diferença estatística significativa foi encontrada para o desvio de ângulo. A diferença média do ponto de entrada estava dentro de 0.2 ± 0.72 mm; 29 implantes (85%) estavam dentro de menos que 1 mm da posição pretendida. Foi mostrada diferença estatisticamente significativa para o desvio do ponto de entrada. Portanto não houve diferença significativa entre a angulação dos implantes colocados e planejados tanto no sentido méso – distal quanto no vestibulo – lingual, porém houve diferença significativa entre os implantes planejados e colocados com relação ao ponto de entrada, mas essa diferença é muito pequena para ser clinicamente relevante. Vários fatores podem ter influenciado o grau de desvio entre os implantes planejados e colocados, por exemplo, a estabilidade da guia cirúrgica durante a osteotomia, a troca de guias durante a osteotomia e a exatidão da técnica de moldagem para a obtenção do modelo final. Além disso, o fato da anilha da guia cirúrgica ser 0,2 mm mais larga que a broca correspondente, pode ter contribuído com as diferenças [36].

Chen et al. avaliaram em 4 pacientes parcialmente desdentados uma guia cirúrgica suportada por tecido ósseo e dentes, usando um *scanner a laser* tridimensional, com informações mais detalhadas da superfície oclusal dos dentes e a posterior fusão destes dados com os obtidos pela tomografia, para que fosse feita a comparação entre essa guia modificada e a convencional. Após essa etapa uma guia cirúrgica esterilitográfica foi construída. A fixação das guias foi mais estável nesse novo modelo de guia cirúrgica e a média de desvio encontrada foi de 0,66 mm e 0,86 mm nos pontos coronal e apical do implante, respectivamente. A média de desvio angular foi de $1,84^\circ$. Esse novo tipo de guia se mostrou superior às convencionais [19].

Valente et al. avaliaram “*in vivo*” a precisão da cirurgia guiada por computador com o uso de guia cirúrgica na colocação de implantes orais, pela comparação tridimensional da posição dos implantes planejados e colocados. Foram usadas guias cirúrgicas SLA produzidas pelo sistema CAD/CAM baseados nas tomografias computadorizadas. Após a cirurgia, uma segunda tomografia foi obtida e feita a comparação entre a tomografia pré e pós operatória para avaliar a posição dos implantes planejados e colocados. Vinte e cinco pacientes foram incluídos nesta pesquisa e eles receberam 104 implantes, dos quais 100 osteointegraram, dando

uma taxa de sobrevida de 96% com uma média de acompanhamento de 36 meses. Com relação à precisão, a média de desvio para a lateral na posição coronal e apical dos implantes foi de 1,4 mm e 1,6 mm, respectivamente. O desvio de profundidade médio foi de 1,1 mm e o angular de 7,9°. Concluíram que os resultados foram adequados tanto na taxa de sobrevida dos implantes quanto para o grau de desvios lineares e angulares encontrados^[37].

Ozan et al. analisaram os desvios na posição e inclinação de implantes planejados e colocados em 30 pacientes, usando guias cirúrgicas de *SLA* e compararam três tipos de guia (dento-suportada, ostéo-suportada e mucoso-suportada). As imagens tomográficas pré e pós – cirúrgicas foram fundidas, observando-se a sobreposição de pontos de referências anatômicas. A localização e os eixos dos implantes planejados e colocados foram comparados. Dois pontos foram determinados nos implantes, um chamado de “pescoço” (no centro da porção coronal) e o segundo “apical” (no centro do ápice). As distâncias entre os pontos dos implantes planejados e colocados foram medidas e os ângulos entre seus longos eixos foram calculados. Trinta implantes foram colocados usando-se guias *SLA* dento - suportadas para restaurações unitárias, 50 com guias *SLA* ostéo – suportadas em pacientes total ou parcialmente desdentados e 30 com guias *SLA* muco-suportadas em pacientes totalmente desdentados. A média de desvio angular do longo eixo entre os implantes planejados e colocados foi de 4,1° e a média de diferença na distância foi de 1,11 mm no pescoço e 1,41 mm no ápice. As diferenças angulares dos implantes colocados com guias dento-suportadas, ostéo-suportadas e muco-suportadas foi 2,91°, 4,63°, 4,51° e, a média de desvio na distância no pescoço e ápice foi 0,87mm e 0,95mm, 1,28mm e 1,57mm e 1,06mm e 1,6mm, respectivamente. Por não ser fixada aos maxilares a guia cirúrgica pode ter feito micro-movimentos, os quais podem ter aumentado os desvios encontrados entre o planejado e o colocado. Além disso, os três tipos diferentes de guias *SLA* usadas podem ter permitido algum movimento devido a flexibilidade do tecido mole. Concluíram que a guia cirúrgica *SLA*, derivada de uma tomografia, suportada por dente, tecido ósseo ou mucosa é uma precisa ferramenta para a colocação de implantes com ou sem a abertura de retalho muco-periosteal^[6].

Pettersson et al. realizaram pesquisa semelhante em mandíbulas e maxilas de cadáveres com a hipótese de que não haveria diferença na exatidão entre implantes planejados e instalados. Os espécimes foram submetidos à tomografia com a técnica de duplo “*escaneamento*” e com os dados tomográficos foram produzidas as guias cirúrgicas prototipadas. Com estas fixadas por meio de pinos de ancoragem transversal, os implantes foram instalados. As tomografias pós – cirúrgicas obtidas foram sobrepostas com os planejamentos virtuais iniciais. As discrepâncias lineares e angulares entre os implantes virtualmente planejados e os efetivamente colocados foram avaliadas no centro do ápice e no centro do hexágono dos implantes. Os resultados obtidos foram estatisticamente significantes para desvios no ápice, no hexágono, na profundidade que os implantes foram instalados, na translação e no desvio angular. A hipótese de pesquisa levantada no início não pôde ser aceita, pois existiu grande variação nos resultados obtidos na mandíbula. Esta variação poderia ser explicada pela menor estabilidade das guias cirúrgicas inferiores em relação às superiores, já que a área de cobertura das inferiores é menor. No entanto, embora os resultados sejam estatisticamente significantes, não está claro se o são clinicamente. A cirurgia guiada oferece aos clínicos a possibilidade de realizar cirurgias guiadas proteticamente, e como toda evolução ainda apresenta limitações e alguns riscos ^[38].

Kero et al. realizaram simulações de dezessete planejamentos virtuais para a colocação de implantes e compararam com cirurgias reais realizadas em cadáveres. Para cada cirurgia 10 mil cirurgias virtuais foram realizadas resultando em 1.450.000 colocações virtuais de implantes. Os resultados da simulação de variação virtual foram estatisticamente comparados com os resultados das cirurgias reais. Na maxila a diferença entre a média simulada e a média operada foi de 0,22 mm no ápice do implante e -0,35 mm no hexágono. Para a mandíbula os valores foram – 0,19 mm (ápice) e -0,69 mm (hexágono). Concluíram que a variação geométrica definitiva dos implantes não é estática, pois dependem da anatomia individual dos maxilares e da habilidade para colocar a guia cirúrgica CAD/CAM na posição correta ^[39].

Chrcanovic et al. determinaram desvios angulares entre o planejado e o realizado em implantes zigomáticos instalados em cadáveres por meio de guias cirúrgicas esterilografadas baseadas em tomografias computadorizadas. Uma

nova tomografia pós – operatória foi realizada e sobreposta ao planejamento. A média de desvio angular na vista ântero-posterior foi de 8,06° e 11,20° na vista crânio-caudal. O uso desta técnica com implantes zigomáticos precisa ser reavaliada, pois grandes desvios foram observados. É recomendado utilizar a abertura de uma janela no seio maxilar para obtenção de melhores resultados ^[40].

Van Assche et al. avaliaram a precisão na colocação de implantes sem a abertura de retalho por meio de guia cirúrgica esterilizada em pacientes parcialmente dentados. Tomografias pós-cirúrgicas foram realizadas e um desvio angular médio de 2,7° e desvio linear médio no ápice do implante de 1 mm foram observados. Neste estudo um paciente foi excluído dos dados estatísticos, pois ocorreu uma distorção na guia radiográfica deste. Para prevenir tal situação a espessura desta guia deve ser de no mínimo 2,5 a 3 mm. Muito cuidado deve ser tomado com o protocolo da técnica para prevenir inexatidões, pois os erros são acumulativos e interferem em todo o processo ^[41].

Diversos autores fizeram modificações na técnica original da cirurgia guiada, sempre buscando maior precisão.

Holst et al. descreveram o uso de parafusos como ponto de referência fixa intra – oral para aprimorar estabilidade, precisão e posicionamento reproduzível de guias cirúrgicas para a colocação de implantes. Três pontos de referência intra – oral (implantes temporários) foram colocados trans - gengivalmente na maxila e na mandíbula duas semanas antes da cirurgia de implantes. Estes foram colocados em um arranjo triangular e sem interferir nas possíveis áreas dos implantes. Foi feita uma moldagem para transferir a posição dos parafusos para o modelo; foi confeccionado o enceramento e a partir dele criado uma guia tomográfica. Os parafusos previamente colocados serviram de apoio e suporte rígido para a guia tomográfica e cirúrgica. A cirurgia guiada por computador só é válida com exata transferência dos dados do planejamento para a cirurgia. Isso depende da situação clínica do paciente e de pontos que possam melhorar a fixação e precisão da guia cirúrgica ^[42].

De forma semelhante, Tahmaseb et al. descreveram uma técnica de cirurgia guiada com uma guia cirúrgica não produzida por esteriolitografia e usando mini implantes como referência para a transferência das informações do computador para o paciente. Este protocolo tridimensional por meio de guias encaixadas em implantes temporários permitiu planejar digitalmente o tratamento do paciente, o desenho e a fabricação de uma guia cirúrgica e a prótese definitiva, instalada no pós-operatório imediato. Três implantes temporários em cada arco com três milímetros de diâmetro e com 4 a 6 milímetros de comprimento foram inseridos transgengivalmente, sem a abertura de retalho, três semanas antes da cirurgia para a colocação dos implantes definitivos. A distribuição triangular dos implantes temporários em locais que não interferissem com os futuros implantes definitivos, permitiu assegurar a estabilidade da guia radiográfica e da posterior guia cirúrgica. Logo após a inserção dos implantes temporários foram obtidas moldagens do arco superior e inferior por meio de *copings* de moldagem e poliéter. Os modelos foram fabricados utilizando-se análogos de mini – implantes e a ceroplastia de diagnóstico foi realizada para a confecção da guia tomográfica radiopaca, a qual foi fixada durante a tomografia. Após a obtenção dos dados, seis implantes em cada arco foram planejados virtualmente considerando o osso disponível, a futura restauração e as estruturas anatômicas subjacentes. Terminado o planejamento e o projeto virtual da guia cirúrgica e da estrutura protética definitiva, os dados foram enviados à máquina que fabricou a guia em compósito e a infra-estrutura em titânio. Na cirurgia a guia cirúrgica foi fixada aos mini - implantes, a qual ficou muito estável. Imediatamente após a cirurgia, a prótese definitiva atarraxada aos implantes e os implantes temporários foram removidos por meio de contra-torque. O paciente foi avaliado após duas semanas, seis meses e um ano. Após um ano, a estrutura foi desconectada e um dispositivo chamado *Ostell* foi utilizado para avaliar a ósteo-integração, a sondagem peri-implantar também foi realizada. Os implantes apresentaram boa estabilidade na ocasião ^[43].

Fortin et al. realizaram um estudo em maxilas muito reabsorvidas, onde a colocação de implantes posteriormente ao primeiro pré-molar em geral exige cirurgias mais complexas e a utilização de materiais de enxerto ósseo. Para evitar tais procedimentos utilizou-se a cirurgia guiada por imagens e os leitos implantares foram confeccionados com brocas ou alargadores ósseos trans - gengivalmente e

orientados guias cirúrgicas. Quinze pacientes foram tratados, suas maxilas receberam próteses fixas suportadas por 42 implantes na região posterior. Durante um período de quatro anos, os pacientes foram observados, nenhuma complicação foi notada, nenhum implante foi perdido, não ocorreu nenhuma infecção ou inflamação. Concluíram que a técnica da cirurgia guiada associada à expansão óssea pode ser usada como uma alternativa para a os enxertos ósseos em pacientes com maxila severamente reabsorvida ^[44].

Widmann et al. fixaram três implantes em maxilas e mandíbulas de cadáveres e encaixaram um dispositivo usado em cirurgia neurológica para procedimentos com um sistema de navegação óptica. As cirurgias de implantes foram virtualmente planejadas sobre os dados da tomografia e os modelos de gesso correspondentes foram operados em um procedimento guiado pelo sistema de navegação óptica. Os modelos foram submetidos à tomografia e estas foram comparadas com o planejamento. Os pontos fixos intra-orais (implantes) suportaram com sucesso a guia radiográfica e os resultados foram semelhantes aos encontrados em guias suportadas por dentes ^[45].

Barnea et al. avaliaram em mandíbulas frescas de carneiros a exatidão de um sistema onde a guia é confeccionada em resina acrílica, inicialmente utilizada como guia radiográfica e, depois, após a instalação de dispositivos de posicionamento, torna-se uma guia cirúrgica. Após as tomografias e os planejamentos, a posição de cada implante foi representada por doze valores, os quais calibrados no dispositivo guiaram as perfurações e o posicionamento das anilhas na guia radiográfica. Após a colocação dos implantes, as mandíbulas dos carneiros foram submetidas a uma nova tomografia. Concluíram que este sistema baseado na guia radiográfica construída no laboratório de prótese é viável. O uso de uma mesma guia para a tomografia e para a cirurgia, torna este sistema mais preciso que o que utiliza guias prototipadas ^[46].

Houve trabalhos clínicos que avaliaram a sobrevida dos implantes colocados por meio da cirurgia guiada, o conforto do paciente após ser submetido a este procedimento e a proteção às estruturas anatômicas quando da colocação de implantes com essa técnica.

Maló et al. reportaram resultados da sobrevida e perda óssea de reabilitações usando a cirurgia guiada sem abertura de retalho para a colocação de quatro implantes com função imediata e com próteses fixas. Vinte e três pacientes receberam 92 implantes, os quais suportaram próteses totais fixas e foram acompanhados por 6 a 21 meses (média de 13 meses). A taxa de sobrevida após um ano foi de 97,8%, sendo 97,2% na maxila e 100% na mandíbula. A média de perda óssea marginal foi de 1,9 mm após um ano de acompanhamento. Concluíram que esta modalidade de tratamento apresentou uma alta taxa de sucesso ^[2].

Sanna et al. em estudo semelhante acompanharam a taxa de sobrevida de implantes colocados com cirurgia guiada. Quase cinco por cento dos implantes falharam (4,9%), sendo que a maioria das falhas ocorreu em fumantes. A taxa total de sobrevida dos implantes foi de 95% e após cinco anos foi de 91,5%. O presente estudo mostrou que o protocolo de tratamento com a cirurgia guiada resultou em uma boa taxa de sobrevida dos implantes mesmo após vários anos. E que o fumo pode comprometer a eficácia do tratamento ^[47].

Komiyama et al. acompanharam por 44 meses os resultados de implantes instalados por meio de cirurgia guiada. Dezenove dos 176 implantes foram perdidos entre 2 e 18 meses após a instalação. A taxa de sobrevida dos implantes foi de 89%. As próteses se mantiveram estáveis em 26 dos 31 maxilares pelo período de acompanhamento. Complicações técnicas ou cirúrgicas ocorreram em 42% dos casos tratados. Desadaptação da conexão prótese/pilar apareceram em cinco casos. Extensivos ajustes oclusais foram necessários em 10% dos casos com próteses imediatas. Desconforto pós - operatório como dor e edema foram quase negligenciáveis. No entanto, comparando com a abordagem convencional, a ocorrência de complicações cirúrgicas e técnicas foram muito altas, o que demonstra que a técnica precisa ser mais explorada e estudada ^[48].

Merli et al. avaliaram implantes colocados por meio de guias cirúrgicas prototipadas e próteses totais fixas provisórias produzidas antes da cirurgia e com base no planejamento virtual por um período de oito meses após o carregamento dos implantes. Para este estudo 13 pacientes com maxilas atróficas receberam 89 implantes, em dois casos o retalho teve que ser rebatido durante a cirurgia; uma

guia fraturou no trans-operatório; três implantes em dois pacientes não puderam ser carregados imediatamente; em quatro pacientes tiveram que ser feitas moldagens para corrigir a prótese provisória; cinco implantes falharam em quatro pacientes; um paciente desistiu por questões financeiras e após oito meses 11 de 12 pacientes afirmaram que a qualidade de vida deles melhorou. Concluíram que o planejamento virtual e a cirurgia guiada podem ser úteis para tratamentos com implante sem a abertura de retalho e com carga imediata, mas que é necessária experiência e curva de aprendizagem para a utilização do método ^[49].

Fortin et al. compararam a taxa de sobrevida de implantes colocados por meio de cirurgia guiada com a técnica cirúrgica convencional. Entre 2001 e 2004, 271 implantes foram colocados com cirurgia guiada (grupo teste) e 281 com o procedimento convencional (grupo controle). Após o período de 4 anos a taxa de sobrevida dos implantes foi de 98,57% no grupo controle e 96,30% no grupo teste. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. A passagem do implante através da gengiva não interferiu na osseointegração ^[44].

Em pesquisa semelhante, Gillot et al. acompanharam pacientes por 12 a 51 meses. Nesse período a taxa de sobrevida foi de 98,1% para os implantes e 100% para as próteses. Existiram algumas complicações pré e trans operatórias, como dificuldade de inserção da guia, dificuldades em conectar os implantes mais distais às próteses provisórias, ausência de estabilidade primária em alguns implantes e em determinadas regiões e grandes ajustes oclusais ^[50].

Nikzad e Azari realizaram um estudo clínico com dezesseis pacientes submetidos à cirurgia guiada para colocação de implantes. A dor no pós - operatório foi considerada pouca ou nenhuma; dois implantes falharam em um paciente logo no início, os demais implantes tiveram boa função durante todo o estudo. A perda óssea marginal média ocorrida após um ano foi de 0.6 mm na mesial dos implantes e 0,5 mm na distal. Concluíram que o conceito e a técnica são confiáveis ^[51].

Van Assche et al. afirmaram que para a segurança do paciente o profissional que realiza o procedimento da cirurgia guiada deve ter em mente qual é o máximo desvio entre o planejado e o realizado. Portanto devem ser consideradas as

medidas lineares no ápice e na porção cervical do implante, bem como os desvios angulares, sendo este fator crucial, pois afeta bastante o desvio linear principalmente nos implantes mais longos. A média de desvio angular varia de 1,8° até 10,5°. Desvios nos planos vertical e horizontal permitem a instalação imediata da prótese provisória, mas não da definitiva. A cirurgia guiada deve criar uma sensação de segurança “*safe surgical felling*”. Assim, quando for usar este sistema é essencial saber qual é o pior cenário: quando todos os desvios são somados na mesma direção ^[41].

Algumas pesquisas foram realizadas com modelos, empregando diversos materiais.

Van de Velde et al. analisaram os desvios de posição e inclinação de implantes colocados em modelos de poliuretano misturado a sulfato de bário e com uma camada de silicone imitando a mucosa, sem a abertura de retalho e sem guia cirúrgico comparando os resultados com o planejamento ideal. Após a tomografia, foi realizado um planejamento ideal. Para avaliar se a experiência do cirurgião interferiu nos resultados, clínicos com diferentes graus de experiência foram recrutados para instalar implantes sem a abertura de retalho. Após as cirurgias, todos os modelos foram “*escaneados*” e as coordenadas dos implantes, planejados e reais, foram comparadas. Concluíram que a localização tridimensional dos implantes instalados sem a abertura de retalho difere significativamente do ideal, apesar da presença de dentes vizinhos aos leitos implantares e a vasta informação radiográfica fornecida aos cirurgiões ^[52] (Figura 2.3).

Figura 2.3 - Extraída de Van de Velde et al. [52]

Para Park et al. o tamanho da guia pode interferir na utilização de alguns instrumentos cirúrgicos, principalmente em áreas posteriores onde o espaço interoclusal é limitado. Por esta razão fabricaram guias com alturas de 4, 6 e 8mm para a colocação de implantes na região posterior de um manequim e avaliaram a diferença de exatidão de implantes colocados com guia e a mão livre. Concluíram que a altura da guia não interferiu significativamente na exatidão da colocação do implante. As diferenças foram significativamente menores com o uso da guia do que a mão livre [53].

Eggers et al. realizaram uma pesquisa onde um modelo (master model) de mandíbula parcialmente desdentada recebeu perfurações para a colocação de implantes. Esse modelo foi submetido à tomografia computadorizada e foi realizado um planejamento virtual deste sobre as perfurações realizadas. Foram confeccionados dez guias cirúrgicas para 10 modelos (slave models) idênticos ao primeiro a partir do planejamento baseado nas perfurações do modelo principal. As perfurações/osteotomias foram realizadas nos dez modelos utilizando – se as guias prototipadas. As posições resultantes foram comparadas com as do modelo mestre através de um braço tri-dimensional digital, que possui uma ponta analisadora que se encaixa nas perfurações realizadas nos modelos. A média de desvio de posição foi de 0,4 mm; esse valor é clinicamente irrelevante, pois existe uma margem de segurança que protege as estruturas nobres e que pode ser planejada no computador. O desvio angular foi menor que 3° o que representa um ótimo resultado. A exatidão do método é altamente reprodutível, independentemente da guia utilizada ou do cirurgião [54].

Viegas et al. realizaram uma pesquisa onde réplicas de uma mandíbula humana de resina epóxi foram submetidas à cirurgia guiada. Tomografias pós-operatórias foram realizadas. As imagens do planejamento e da tomografia pós – operatória foram sobrepostas e alinhadas. A variação média em ângulo e em distância foi $< 1,45^{\circ}$ e 0,41 mm. Concluíram que a técnica é confiável ^[55].

3 PROPOSIÇÃO

Esta pesquisa teve como objetivo, avaliar os desvios lineares e angulares de implantes instalados com guias prototipadas, fixadas em ortoimplantes modificados associados ao sistema de retenção o'ring.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Materiais

Os materiais empregados na pesquisa estão relacionados no Quadro 4.1

Material	Nome Comercial	Empresa
Polímero de Resina Acrílica Quimicamente Ativada	Jet – Acrílico auto polimerizante	Artigos Odontológicos Clássico Ltda. São Paulo, SP.
Polímero de Resina Acrílica Quimicamente Ativada Rosa	Jet – Acrílico auto polimerizante	Artigos Odontológicos Clássico Ltda. São Paulo, SP.
Monômero de Resina Acrílica Quimicamente Ativada	Jet – Acrílico auto polimerizante	Artigos Odontológicos Clássico Ltda. São Paulo, SP.
Farinha de Osso	West Garden	Agrofor Comércio e Indústria Ltda. Poços de Caldas, MG..
Gesso Comum Tipo II	Polident II	Polidental Indústria e Comércio Ltda. São Paulo, SP.
Gesso Especial Tipo IV	Durone IV	Dentsply Indústria e Comércio Ltda. Petrópolis, RJ.
Cera Rosa 7	Wilson	Polidental Indústria e Comércio Ltda. São Paulo, SP.
Mufla Plástica para Microondas	BMF 2	Artigos Odontológicos Clássico Ltda. São Paulo, SP.
Vaselina Filtrada Neutra	Sidepal	Sidepal Indústria e Comércio Ltda. Guarulhos, SP.
Isolante para Resinas Acrílicas	Cel - Lac	S.S. White Artigos Dentários Ltda. Rio de Janeiro, RJ.
Manequim de uso laboratorial em Odontologia	Fanto Dentes	Fanto Dentes Comercial LDTA .Perus, SP.
Silicone Pesilox	Pesilox Fixtudo	Adespec Adesivos Especiais S/A. Taboão da Serra, SP.
Bastão de Guta Percha	Guta Percha	Dentsply Indústria e Comércio Ltda. Petrópolis, RJ.
Copos Plásticos Descartáveis	Dixie	Dixie Toga S/A – Londrina, PR
Espátula Número 36	Espátula 36 Duflex	S.S. White Artigos Dentários Ltda. Rio de Janeiro, RJ.
Pincel número 0 e 14	Pônei 0 e 14	Pincéis Tigre S/A – Castro, PR.
Lixa número 100	Norton 100	Saint Gobain Abrasivos LTDA. São Paulo, SP.
Fresa	Modelo 1572	EDENTA AG Dental Rotary

		Instruments - SWITZERLAND
Fresa	Modelo 1510	EDENTA AG Dental Rotary Instruments - SWITZERLAND
Fresa Cilíndrica	Modelo 1503	EDENTA AG Dental Rotary Instruments - SWITZERLAND
Motor de Chicote	851 - Aparelho de brocar 110 v e caneta blindada c/pinça	Metalúrgica Fava. São Paulo, SP.
Pote de Resina com Tampa	Pote de Resina com Tampa	Jon Comércio de Produtos Odontológicos Ltda. São Paulo, SP.
Pote Dapping	Pote Dapping	Jon Comércio de Produtos Odontológicos Ltda. São Paulo, SP.
Borracha de Silicone	Aerojet	Aerojet LTDA – São Paulo, SP.
Gesso Pedra Tipo III	Gesso Pedra Tipo III Herodent	Vigodent SA Indústria e Comércio – Rio de Janeiro, RJ.
Silicone de Laboratório	Zetalabor	Zhermack SpA - Italy
Dentes Artificiais	Dentes Trilux Eurovipi	VIPI Produtos Odontológicos, Pirassununga, SP,
Tomógrafo Cone Bam	I-Cat	I-Cat Imaging Sciences, Hatfield, PA, USA
Programa de Planejamento	Implant Viewer	Anne Solutions, São Paulo, SP.
Delineador (Paralelômetro)	B2	Bio Art Ltda. São Carlos, SP.
Branco de Espanha	K - Dent	Quimidrol Comércio Indústria Importação LTDA, Joinville, SC.
Pedra Pomes	Asfer	Asfer indústria Química Ltda., São Caetano do Sul, SP.
Politriz	Flex Jowa	FlexJowa, Barueri, SP.
Mini-implante ortodôntico modificado	Parafuso Cortical Master Ortoimplante O'Ring	Conexão Sistemas de Prótese Ltda, Arujá, SP.
Implante Dentário (Osteointegrável)	Parafuso Cortical de Titânio Master	Conexão Sistemas de Prótese Ltda, Arujá, SP.
Anilhas para Guia Cirúrgica	Anilha SliceGuide	Conexão Sistemas de Prótese Ltda, Arujá, SP.
Motor de Implante	BLM 350	VK Driller Equipamentos Elétricos Ltda. São Paulo, SP.
Contra Ângulo	16:1	VK Driller Equipamentos Elétricos Ltda. São Paulo, SP.
Kit Cirúrgico para Cirurgia Guiada	SliceGuide	Conexão Sistemas de Prótese Ltda, Arujá, SP.
Balança de Precisão	Modelo AS 5500	Marte Balanças e Aparelhos de Precisão Ltda. São Paulo, SP.

Quadro 4.1 - Materiais Utilizados

4.2 Metodologia

A metodologia empregada para a realização desta pesquisa envolveu o desenvolvimento de um material por Novellino¹ (2010), simulador de tecido ósseo, que resultou em um pedido de Patente (processo RUSP: 11.1.278.23.0.) na AGÊNCIA USP DE INOVAÇÃO. Este material se prestou, para esta investigação, para a confecção do modelo laboratorial simulador da maxila. O material criado recebeu o nome de *Bonecryl*.

Simultaneamente, foi desenvolvido também, um dispositivo especial, união de mini-implante ortodôntico associado a um sistema de encaixe tipo O'Ring, denominado *Parafuso Cortical Master Ortoimplante O'Ring*, pela Empresa *Conexão Sistemas de Prótese Ltda, Arujá, SP*, para a modificação da técnica de cirurgia guiada, com o objetivo de fixação da guia radiográfica e cirúrgica.

A Criação do Modelo experimental em Bonecryl (Espécimes)

Composição do material simulador de osso

O material obtido é composto por resina acrílica auto polimerizável, quimicamente ativada (*Jet – Acrílico auto polimerizante, Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo, SP*) e farinha de osso (*West Garden, Agrofor Comércio e Indústria Ltda, Poços de Caldas, MG*), a qual é utilizada como fertilizante, resultante da queima e trituração de restos de animais abatidos para utilização da carne e do couro.

---

¹ Marcelo Michele Novellino, pós graduando do Programa em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Prótese Dentária da FOU SP.

A proporção da mistura dos dois materiais foi de uma parte de resina acrílica (25 gramas de polímero) para três de farinha de osso (75 gramas), ambos pesados em balança de precisão, modelo AS 5500 (*Marte Balanças e Aparelhos de Precisão Ltda – São Paulo – SP*), pertencente ao Departamento de Prótese da FOU SP. A quantidade de monômero (*Jet – Acrílico auto polimerizante, Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo, SP*) utilizada na mistura foi o suficiente para molhar todo o material seco.

As características principais resultantes deste material são a radiopacidade e a consistência semelhante ao osso.

Obtenção do MODELO (simulador de tecido ósseo da maxila)

O modelo foi obtido a partir de um manequim didático utilizado para atividades práticas laboratoriais para o ensino de Odontologia (*Fanto Dentes - Fanto Dentes Comercial Ltda, Perus, SP*). (Figura 4.1).

Figura 4.1 - A. Manequim didático de uso odontológico; B. Manequim com “alvéolos” obliterados

Os dentes deste manequim foram removidos dos alvéolos do arco superior e as cavidades resultantes fechadas com resina acrílica quimicamente ativada. Este modelo foi moldado com borracha de silicone industrial. (*Aerojet - Aerojet Ltda, São*

Paulo, SP). Na sequência, foi vertido gesso pedra Tipo III, obtendo-se um modelo prévio inicial. (Figura 4.2).

Figura 4.2 - A. Molde em silicone do manequim; B. Modelo reproduzido do manequim

Este modelo foi submetido a um desgaste de dois milímetros em toda a superfície do rebordo e do palato, a qual representava a camada de gengiva artificial no modelo original, feito por meio de várias perfurações no modelo de gesso, com broca esférica, com dois milímetros de diâmetro. Com uma fresa Modelo 1510 (*EDENTA AG Dental Rotary Instruments, SWITZERLAND*) os diversos pontos foram unidos de tal forma, que ao final, o modelo todo tinha um desgaste de dois milímetros, área referente à mucosa gengival. O desgaste foi realizado com o intuito de criar um alívio para a confecção de uma gengiva artificial em silicone sobre o modelo de resina e osso. (Figura 4.3).

Figura 4.3 - A. Modelo com perfurações; B. Modelo com desgaste total da porção gengival

O modelo com a redução gengival foi incluído em uma mufla plástica para microondas BMF 2 (*Artigos Odontológicos Clássico Ltda., São Paulo, SP*), com gesso comum (*Polident II - Polidental Indústria e Comércio Ltda., São Paulo, SP*) e silicone de laboratório Zetalabor (*Zhermack SpA – Italy*). A seguir, foi prensado o material em resina e farinha de osso (*Bonecryl*), obtendo o modelo desejado. Posterior à polimerização, foi aplicada uma camada do segundo material, especialmente desenvolvido para esta pesquisa.

Composição do material simulador de mucosa gengival

Este material foi composto por silicone, Pesilox (*Pesilox Fixtudo – Adespec Adesivos Especiais S/A, Taboão da Serra, SP*) o qual foi misturado ao polímero de resina acrílica rosa (*Jet – Acrílico auto polimerizante - Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo, SP*) na proporção de 5 gramas de resina para 20 gramas de Pesilox. (Figura 4.4).

4.4 - Silicone Pesilox misturado a resina acrílica rosa aplicado sobre modelo

A criação deste material foi para obter características semelhantes à mucosa gengival, como a resiliência, aparência e cor.

Para confeccionar a gengiva artificial sobre o modelo de resina de osso preparado com o desgaste da superfície, verteu-se cera 7 (*Wilson - Polidental Industria e Comércio Ltda., São Paulo, SP*) plastificada no molde de silicone, realizado no início. Assim, obteve-se um modelo em cera, do modelo com gengiva. (Figura 4.5).

Figura 4.5 - Modelo em cera 7

Este modelo em cera foi incluído em uma nova mufla plástica com gesso especial tipo IV (*Durone IV, Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ*) e, nesta mufla, o modelo de resina de osso, com sua porção gengival reduzida e o material simulador de mucosa gengival, foram prensados para a obtenção do modelo final, com mucosa gengival simulada, dando origem ao modelo experimental utilizado nesta pesquisa.

Assim, foram confeccionados dez modelos idênticos, usando sempre as mesmas muflas, tanto na fabricação do “tecido ósseo”, como também, a outra mufla para a confecção da mucosa gengival. (Figura 4.6).

Figura 4.6 - Modelos em gesso e em cera incluídos nas duas muflas utilizadas para produzir os espécimes

Análise das características de radiopacidade e consistência do Bonecryl

Para avaliar o modelo resultante, de acordo com as características exigidas de radiopacidade e consistência semelhantes ao tecido ósseo, foi realizada uma tomografia teste, na *Contrast Diagnósticos por Imagem (Taboão da Serra, SP)*, onde foi possível concluir que o modelo apresentou características de radiopacidade de um osso denso, apresentando um valor aproximado de 1700 HU (Hounsfield Units), (Figura 4.7). Essa escala define a densidade óssea nas tomografias por meio de uma escala de cores cinza, criada especialmente para a tomografia computadorizada e sua unidade foi chamada de unidade Hounsfield (HU) Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Escala de Hounsfield

Escala de Hounsfield:	
Ar	-1000
Pulmão	-900 a -400
Água	0
Músculo	40 a 60
Osso	130 a 250
Osso Denso	1000 a 2000

Figura 4.7 - Corte tomográfico mostrando a densidade do material radiopaco utilizado na simulação do tecido ósseo

Obtenção da Guia Radiográfica (Tomográfica):

Dentro dos preceitos da técnica de cirurgia guiada [1, 3, 10], foi realizada a ceroplastia e a montagem de dentes artificiais (*Dentes Trilux Eurovipi, VIPI Produtos Odontológicos, Pirassununga, SP*), para uma prótese total convencional, seguindo o alinhamento oclusal do arco antagonista do manequim e os critérios de oclusão e estética preconizados por Tamaki [56]. Concluída a etapa de montagem dos dentes, a ceroplastia de diagnóstico foi incluída em uma mufla com a utilização de silicone de laboratório *Zetalabor (Zhermack SpA – Italy)* e gesso comum (*Polident II - Polidental Indústria e Comércio Ltda, São Paulo, SP*). Após a cristalização do gesso, a cera, a base de acrílico e os dentes de estoque foram removidos do interior da mufla, sendo a seguir, prensada resina acrílica quimicamente ativada incolor (*Jet – Acrílico auto polimerizante - Artigos Odontológicos Clássico Ltda. São Paulo, S P*). Duas próteses totais, com bases e dentes incolores, foram obtidas neste processo e passaram a ser denominadas guias radiográficas. (Figuras 4.8 e 4.9).

Figura 4.8 - Ceroplastia de diagnóstico

Figura 4.9 - Guia Radiográfica ou Tomográfica em acrílico incolor

As duas guias receberam marcações radiopacas de guta percha (*Odahcam, Dentsply Indústria e Comércio Ltda. Petrópolis, RJ*), nas seguintes regiões: nas flanges vestibulares, logo abaixo dos primeiros molares e, nas flanges vestibulares, logo abaixo dos primeiros pré-molares superiores. Estas foram confeccionadas por meio de perfurações de dois milímetros de diâmetro e de profundidade, realizadas com uma fresa cilíndrica Modelo 1503 (*EDENTA AG Dental Rotary Instruments – SWITZERLAND*). As cavidades obtidas foram preenchidas com a guta percha termo – plastificada. (Figura 4.10).

Figura 4.10 - Marcações radiopacas da guia radiográfica

Guia Radiográfica (Tomográfica) Modificada

A modificação da guia, que ora está sendo proposta, é embasada no fato de que existe o risco da guia radiográfica se movimentar durante o processo de varredura no tomógrafo, como relatado nos trabalhos consultados na revista da literatura [42, 43, 54].

Ela consiste na fixação das guias radiográfica e cirúrgica à superfície maxilar e mandibular por meio de ortoimplantes, colocados previamente à realização da tomografia, aos quais são acoplados sistemas de encaixe tipo O´ring, desenvolvido para esta pesquisa, conforme descrito anteriormente.

Ortoimplantes Modificados

Os ortoimplantes, modificados pela empresa *Conexão Sistemas de Prótese Ltda, Arujá, SP*, especialmente para esta pesquisa, receberam um encaixe do tipo *O´ring* (*Conexão Sistemas de Prótese Ltda, Arujá, São Paulo*). A empresa uniu dois de seus produtos em uma única peça, ou seja, uniu o ortoimplante ao dispositivo protético usado na retenção de próteses tipo overdentures, comumente rosqueado a implantes convencionais. (Figura 4.11).

Figura 4.11 - A. Ortoimplante modificado; B. Sistema de encaixe O´ring

Com o encaixe fixado à guia por meio da conexão da cápsula metálica ao dispositivo, os movimentos da guia sobre o modelo ficaram bastante limitados, o que proporcionou tomadas mais precisas e confiáveis.

Uma das guias radiográficas (Figura 4.9) foi selecionada aleatoriamente para ser utilizada como guia radiográfica, de acordo com a técnica modificada.

Os ortoimplantes modificados foram dispostos em triângulo no modelo, sendo um na região da linha média, entre os incisivos centrais e, os outros, na região de segundo molar, bilateralmente. Para garantir que a sua colocação fosse sempre à mesma posição e no mesmo eixo, foi idealizada a confecção de um dispositivo de resina acrílica quimicamente ativada e tubos metálicos com diâmetro igual ao da broca usada na instalação dos ortoimplantes. Assim, esta perfurou o modelo na mesma posição e no mesmo eixo para todos os ortoimplantes modificados. Além do eixo e da posição, a profundidade também foi determinada. Os ortoimplantes foram introduzidos no modelo até o contato da mucosa artificial com a aba metálica presentes nestes, como mostram as figuras 4.12 e 4.13. Os quinze ortoimplantes foram colocados seguindo este padrão estabelecido para os cinco corpos de prova do grupo experimental.

Figura 4.12 - A. Guia para a colocação dos ortoimplantes modificados; B. Disposição dos ortoimplantes no modelo

Figura 4.13 - Ortoimplante e seu respectivo casulo metálico

Os corpos de prova foram constituídos da seguinte forma

Grupo Controle M

Cinco modelos com a guia radiográfica apenas apoiada sobre os modelos, como ocorre na técnica de cirurgia guiada convencional;

Grupo Experimental MI

Cinco modelos contendo três ortoimplantes cada, colocados previamente à tomografia, para retenção da guia radiográfica e, depois, a guia cirúrgica no modelo.

Dessa forma, foram construídas, uma guia radiográfica para o grupo M e outra, para o grupo MI. (Figura 4.14).

Figura 4.14 - A. Guia radiográfica M; B. Guia radiográfica MI

A guia MI para os modelos modificados com ortoimplantes recebeu um alívio ou desgaste correspondente à região onde estes foram fixados nos modelos, como mostra a figura 4.15, de tal forma, que não interferissem no seu assentamento, mesmo com a cápsula metálica encaixada na cabeça do ortoimplante.

Figura 4.15. Alívio na guia para a captura da cápsula metálica do encaixe

Um sistema de encaixe tipo O'Ring (*Conexão Sistemas de Prótese Ltda, Arujá, SP*), foi usado para a retenção da guia radiográfica aos ortoimplantes modificados. O dispositivo foi capturado com resina acrílica quimicamente ativada no próprio modelo MI, com a técnica preconizada para esse fim. (Figura 4.16).

Figura 4.16 - Cápsulas metálicas para encaixe o'ring capturadas na guia radiográfica MI

Tomografias

Apenas duas tomografias iniciais foram realizadas. Foram escolhidos dois modelos aleatoriamente, um de cada grupo M e MI. Estes modelos escolhidos foram denominados MP (modelo padrão) e MIP (modelo com ortoiimplantes padrão). Este procedimento foi realizado com o intuito de reduzir o número de variáveis que pudessem alterar o posicionamento final dos implantes. Assim, apenas um modelo serviu de base para o planejamento dos demais em cada grupo. Um único planejamento foi realizado para os modelos do grupo M e um para os modelos do grupo MI; isto gerou a confecção de apenas uma guia radiográfica e uma guia cirúrgica para cada grupo.

As tomografias foram realizadas com um tomógrafo, do tipo Feixe Cônico (*Cone Beam*), modelo i-Cat (*I-Cat Imaging Sciences, Hatfield, PA, USA*) na *Contrast Diagnósticos por Imagem (Taboão da Serra, SP)* e foi utilizada a técnica do duplo “escaneamento”, onde o paciente/modelo é radiografado com a guia radiográfica em posição e, depois, apenas a guia é radiografada. Os dados foram obtidos no formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*). Esses arquivos são extremamente pesados e precisaram ser convertidos para arquivos do tipo *Bitmap* (BMP) e, posteriormente, em arquivos do tipo STL (*Standard Triangle Language*). Os

dados foram exportados para o programa de manipulação de imagem *Implant Viewer* (Anne Solutions, São Paulo, SP) e semelhante planejamento virtual dos implantes foi realizado para os dois modelos (MP e MIP).

Planejamento Virtual

Graças ao Programa *Implant Viewer*, as imagens puderam ser manipuladas e os implantes posicionados virtualmente na região mais adequada para o planejamento protético desejado e baseado nas informações da guia radiográfica, bem como, de acordo com as possibilidades e limitações anatômicas. Para esta pesquisa o planejamento não seguiu nenhum princípio biomecânico. O número de implantes para suportar uma prótese total fixa deveria ser maior ou os implantes deveriam estar em outras posições e inclinações. Mas para efeito de pesquisa decidiu-se posicionar os implantes na região mesial dos caninos bilateralmente e mesial de primeiros molares bilateralmente. Os implantes foram posicionados, no sentido vestibulo-lingual, no centro do rebordo e o prolongamento protético também ficou em posição ideal, ou seja, no centro das coroas dos molares e na região de cingulo dos caninos. Os planejamentos para os modelos MP e MIP foram semelhantes. Foram planejados pinos de ancoragem transversal para as duas guias cirúrgicas. (Figura 4.17).

Figura 4.17 - Programa de Planejamento virtual (Implant Viewer) – planejamento do Modelo MP

Terminado o planejamento e o posicionamento dos implantes virtualmente nos modelos, os dados foram enviados pela internet à Empresa *Artis Tecnologia* (Brasília, DF) que produziu as guias cirúrgicas.

Fase Cirúrgica

A empresa *Artis Tecnologia* enviou as guias cirúrgicas, para os modelos MP e MIP, confeccionados pela técnica de prototipagem rápida (esteriolitografia). Estes foram provados nos modelos MP, M1, M2, M3, M4, e MIP, MI1, MI2, MI3 E MI4, respectivamente. Foi possível perceber desadaptação das guias em todos os modelos. Não foram realizados ajustes para poder manter a fidelidade do planejamento e não mascarar imperfeições da técnica. (Figura 4.18).

Figura 4.18 - A. Guia cirúrgica SLA; B. Desadaptação da guia ao modelo

Foi utilizado o kit cirúrgico *SliceGuide* (Figura 4.19) da empresa *Conexão* (*Conexão Sistemas de Prótese Ltda, Arujá, SP*) para a colocação dos implantes. Este kit apresenta fresas com comprimento maior, montadores especiais mais longos e um dispositivo metálico fixado à caixa do kit que permite a troca do montador que acompanha o implante, pelo montador especial. Apresenta ainda, dispositivos que fixam as guias, tanto no sentido horizontal, denominados fixadores, por meio de perfurações planejadas no programa de planejamento virtual, como no sentido vertical com dispositivos que auxiliam na fixação da guia após a colocação de um implante ou alguns implantes. Estes últimos são como montadores, porém, apresentam uma aba metálica que fixa a guia em posição ao implante por meio da anilha. Nas anilhas da guia cirúrgica é encaixado um dispositivo que apresenta o diâmetro pouco maior (0,2 mm) que a sua respectiva fresa, de forma a guiá-la na osteotomia correta. Esses dispositivos têm os seguintes diâmetros internos: 2,0mm; 2,8mm; 3,0mm; 3,15mm; 3,35mm e 4,15mm. Todos apresentam fresas correspondentes com exceção do de 4,15mm, o qual é utilizado para guiar a colocação do implante. Os quatro implantes modelo Master da Conexão, plataforma hexágono externo, 4,0mm de diâmetro e 11,5mm de comprimento, foram colocados em cada modelo, conforme preconiza a técnica da cirurgia guiada. (Figura 4.20).

Figura 4.19 - Kit SliceGuide

A guia cirúrgica foi fixada de forma diferente do convencional nos modelos do grupo MI (grupo experimental). Além da fixação horizontal na região vestibular da guia por meio dos pinos de fixação, ela recebeu cápsulas para o encaixe do tipo *o'ring* e, por meio destas, a guia pôde ser fixada aos ortoiimplantes modificados. A guia do modelo MI foi testada nos modelos do grupo MI e a cápsula foi capturada com resina acrílica, como descrito para o guia tomográfico. (Figura 4.20).

Figura 4.20 - Guia cirúrgica com cápsulas capturadas; Grupo MI (Experimental)

Os procedimentos restantes do processo na fase cirúrgica foram os mesmos para os dois grupos. (Figura 4.21).

Figura 4.21- A. Fixação da Guia Cirúrgica no Grupo Controle; B. Fixação da Guia Cirúrgica no Grupo Experimental

Sequencia de colocação dos implantes

Os implantes foram colocados segundo uma orientação diagonal, para melhor estabilização da guia no modelo, na seguinte sequencia, em todos os modelos M e MI (Figura 4.22) (Figura 4.23) (Figura 4.24).

- 1º implante colocado na região do dente 26;
- 2º implante colocado na região do dente 13;
- 3º implante colocado na região do dente 16;
- 4º implante colocado na região do dente 23.

Figura 4.22 - Sequencia da colocação dos implantes

Figura 4.23 – A. Utilização de dispositivo para corte da mucosa artificial. B. Implante sendo colocado por meio de catraca e montador especial para cirurgia guiada

Figura 4.24 – A. Implantes colocados no modelo M (sem ortoimplante). B. Implantes colocados no modelo MI (com ortoimplante)

Obtenção dos Resultados

Para a obtenção dos resultados foi necessário comparar o planejamento virtual realizado no Programa *Implant Viewer* com os dados obtidos nas tomografias finais realizadas pela *Contrast Diagnóstico por Imagem (Taboão da Serra, SP)*. Estas tomografias foram realizadas sem as guias radiográficas e em um único “escaneamento”. Os arquivos em DICOM foram enviados para a Empresa *Artis*, que sobrepôs o planejamento virtual feito para os modelos MP e MIP sobre as imagens obtidas após a colocação dos implantes sobre os respectivos modelos dos grupos

controle e experimental. A unificação das imagens foi obtida por meio da coincidência das margens e quinas dos modelos. (Figura 4.25).

Figura 4.25 - Sobreposição do Planejamento (em vermelho) sobre a tomografia final

Com o próprio Programa *Implant Viewer* foi possível realizar as mensurações. Foram determinados dois pontos para cada implante: um no ombro do implante, na região central e, outro no centro do ápice. Foram denominados: ponto O e ponto A. Os implantes receberam a denominação dos dentes que estariam em seu lugar, portanto implante: 16, 13, 23 e 26.

Foram realizadas medidas lineares para comparar a posição de cada um dos pontos em relação ao implante planejado e o colocado. Foram obtidas também medidas angulares comparando o virtual com o real. O Programa apresenta ferramentas que permitem a obtenção de medidas lineares e angulares. (Figura 4.26).

Figura 4.26 - Mensurações realizadas no Implant Viewer

5 RESULTADOS

A análise estatística dos dados foi realizada em duas etapas: uma para desvios lineares entre o planejado e o realizado e, outra, para analisar as discrepâncias angulares. Foram realizados os testes ANOVA e teste de Tukey.

Os resultados da análise de variância para os desvios lineares mostraram não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos (guia radiográfica e cirúrgica sem a fixação e suporte de ortomplantes ou com a fixação e suporte destas) ($F = 2,54$ e $p = 0,11$). (Tabela 5.1)

Os resultados obtidos constam de 80 valores de distâncias lineares referentes a 2 desvios (desvios no ombro do implante e no ápice do implante); 2 técnicas diferentes (guia não fixada por ortomplantes e guia fixada); 4 posições dos implantes (posições: 16,13,23 e 26) e por 5 repetições (5 modelos para cada grupo). ($2 \times 2 \times 4 \times 5 = 80$)

Tabela 5.1 - ANOVA – Distâncias
Análise de variância – Desvios Lineares

Fonte de Variação	Soma de Quadrados	G.L.	Quadrados Médios	(F)	Probabilidade (H0)
Entre Técnicas	2.4011	1	2.4011	2.54	11.6831%
Entre Posições	11.3083	3	3.7694	4.00	1.5774%
Interação Técnica X Posição	13.2186	3	4.4062	4.67	0.8254%
Resíduo I	30.1915	32	0.9435		
Entre Tipos de Desvios	5.6498	1	5.6498	28.86	0.0047%
Interação Desvio X Técnica	0.0094	1	0.0094	0.05	17.7983%
Interação Desvio X Posição	0.2196	3	0.0732	0.37	22.4830%
Interação Desvio X Técnica X Posição	5.3661	3	1.7887	9.14	0.0315%
Resíduo II	6.2636	32	0.1957		
Variação Total	74.6280	79			

As médias das duas técnicas (sem ortoimplantes e com ortoimplantes) estão relacionadas na tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Médias dos Grupos

Fator de variação: técnica (sem ortoimplantes e com ortoimplantes)	
Sem Ortoimplantes (grupo controle)	1.86300
Com Ortoimplantes (grupo teste)	2.20950

Para o fator posições (implantes 16,13,23 e 26) o teste ANOVA apresentou significância ao nível de 5% ($F= 4,0$ e $p= 0,0158$) e as médias estão apresentadas na tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Médias das Posições

Fator de variação: posição (posição dos implantes nos modelos)	
16	1.72900
13	1.93050
23	2.67550
26	1.81000

O fator desvio (ombro e ápice) apresentou diferenças estatisticamente significantes ($F= 28,86$ e $p= 0,000047$), e comparando-se as médias pode-se verificar que o desvio no Ápice (2,302) foi maior que o desvio no Ombró (1,770) Tabela 5.4.

Tabela 5.4 - Média por região avaliada

Fator de variação: desvio (entre o planejado e o realizado)	
Ombro	1.77050
Ápice	2.30200

Na interação técnica (grupo controle e grupo teste) X posição X desvio, o teste ANOVA detectou diferença estatisticamente significativa ($F= 9,14$ e $p= 0,000315$) e para a comparação entre as médias foram calculados Tukeys específicos.

As médias dos 16 grupos são apresentadas na tabela 5.5 e as comparações foram feitas na horizontal (Tukey= 0,57) e na vertical (Tukey= 1,51) e essas comparações estão demonstradas com as letras referentes a cada média. As letras maiúsculas marcam as diferenças na mesma linha e as letras minúsculas as diferenças na mesma coluna.

Tabela 5.5 – Média das distâncias lineares para cada posição

Distâncias			
Técnica	Posição	Ombro	Ápice
Sem ortoiimplante (Grupo controle)	16	1.1 Aa	0.9 Ba
	13	1.7 Ab	2.1 BCb
	23	2.3 Ac	3.8 Dd
	26	1.3 Ae	1.8 BCe
Com ortoiimplante (Grupo Experimental)	16	1.9 Af	3.1 CDg
	13	1.8 Ah	2.2 BCh
	23	2.4 Ai	2.3 BCi
	26	1.8 Aj	2.4 BEk

Para a avaliação das medidas angulares os resultados obtidos constam de 40 valores, referentes aos 2 grupos (sem ortoiimplantes e com ortoiimplantes), 4 posições (16, 13, 23 e 26) e 5 repetições.

O teste ANOVA demonstrou não haver diferenças estatisticamente significantes para o fator grupo, com médias de 6,15 para o grupo sem ortoiimplantes e 5,2 para o grupo com ortoiimplantes ($F= 1,06$ e $p= 0,3124$) (Tabela 5.6 e 5.7) e haver diferença estatisticamente significativa para o fator posição ($F= 4,9$ e $p= 0,00974$), e na interação grupo X posição ($F= 7,01$ e $p= 0,00122$) (Tabela 5.6).

Tabela 5.6 - ANOVA ângulos

Fonte de Variação	Soma de Quadrado	G.L.	Quadrados Médios	(F)	Probabilidade (H0)
Entre Grupos	9.0250	1	9.0250	1.06	31.240%
Entre posição	115.0750	3	38.3583	4.49	0.974%
Interação Grupos e Posição	179.4750	3	59.8250	7.01	0.122%
Resíduo	279.2000	32	8.5375		
Variação Total	576.7750	39			

Tabela 5.7 - Desvio Angular – Médias

Fator de variação: Grupo (sem fixação e fixa)	
Sem ortoiimplantes (grupo controle)	6.15000
Com ortoiimplantes (grupo experimental)	5.20000

Para a comparação entre as médias da interação (Tabela 5.8) foi calculado o valor do Tukey ($T = 5,99$). As letras ao lado das médias demonstram onde há ou não diferenças estatisticamente significantes.

Tabela 5.8 - Médias da interação posição X técnica das diferenças angulares

Posição	Sem mini-implante (Grupo controle)	Com Mini-implante (Grupo Teste)
16	1,4 AB	5,4 ABC
13	10,8 C	4,8 AB
23	8,8 BC	4,60 AB
26	3,6 AB	6 ABC

As médias das 4 posições foram comparadas entre si por meio do Tukey ($T = 3,54$) onde de acordo com a tabela 5.9 pode-se notar que a posição 16 apresentou a menor média, que foi estatisticamente menor que a posição 13.

Tabela 5.9 - Médias – fator de variação posição dos implantes

Fator de variação: posição (implantes)	
16	3.4
13	7.8
23	6.7
26	4.8

6 DISCUSSÃO

Nesta pesquisa, houve o propósito de se investigar, se a alternativa de introduzir os dispositivos ortoimplantes, associados ao sistema de retenção o'ring, para retenção e suporte, nas guias da técnica de cirurgia guiada convencional, tomográfica e cirúrgica, interfere na posição e inclinação de implantes no momento da sua colocação.

Para isso, foi realizada a sobreposição dos planejamentos virtuais, derivados de tomografias computadorizadas pré cirúrgicas, com as pós cirúrgicas.

Os resultados mostraram que os valores obtidos para os desvios lineares e angulares entre o planejado e o realizado, se aproximaram dos valores encontrados em investigações semelhantes relacionadas na revisão da literatura.

Valores angulares médios de 6,15° e 5,2° (Tabela 5.7) para os grupos controle (M) e experimental (MI), respectivamente, são muito próximos aos encontrados por autores que realizaram suas pesquisas em pacientes, em cadáveres ou em modelos [6, 7, 10, 28, 31, 37], Eggers et al. encontraram valores médios para o desvio angular de 3,0° a 7,9° [57]; Van Assche et al. citaram valores de desvio angular de 1,8° até a 10,5° [41].

Desvios angulares próximos a estes valores são esperados quando se utiliza esta técnica e devem ser considerados quando se pretende realizar um procedimento de colocação de implantes com guias prototipadas [5-7, 10, 12, 19, 25-41]. Os dispositivos que orientam as fresas e que se adaptam às anilhas são pouco mais largos que o diâmetro da fresa permitindo um desvio angular de até 3° [23]. Assim, o desvio angular sempre é esperado e devido a isso, Vercruyssen et al. e Van Assche et al., citam a necessidade de determinar uma margem de segurança para realizar tal procedimento sem riscos [5, 30, 41].

Para efeito de comparação entre os valores encontrados pelos diversos pesquisadores, criou-se o Quadro 6.1.

Autor	Ano	Espécime	Implante	Tipo de Guia	Desvio Angular	Desvio Linear Ombro	Desvio Linear Ápice
Sarment et al.	2003	Modelos de Resina Epóxi	Regular	Prototipada	-	0,9 mm	1,0 mm
Steenberghe et al.	2003	Cadáveres Humanos	Zigomático	Prototipada	-	-	2,7 mm
Di Giacomo et al.	2005	Pacientes	Regular	Prototipada	7,25 °	1,45 mm	2,99 mm
Van Assche et al.	2007	Cadáveres Humanos	Regular	Prototipada	2,0 °	1,2 mm	2,0 mm
Ruppin et al.	2008	Cadáveres Humanos	Regular	Prototipada	7,9 °	0,6 mm	1,5 mm
Ersoy et al.	2008	Pacientes	Regular	Prototipada	4,9 °	1,22 mm	1,51 mm
Nickenig & Eitner	2009	Pacientes	Regular	MMC	4,2 °	0,9 mm	0,6 mm
Chen et al.	2009	Pacientes	Regular	Prototipada	1,84 °	0,66 mm	0,86 mm
Valente et al.	2009	Pacientes	Regular	Prototipada	7,9 °	1,4 mm	1,6 mm
Ozan et al.	2009	Pacientes	Regular	Prototipada	4,1 °	1,11 mm	1,41 mm
Chrcanovic et al.	2010	Pacientes	Zigomático	Prototipada	11,20 °	-	-
Van Assche et al.	2010	Pacientes	Regular	Prototipada	2,7 °	-	1,0 mm
Eggers et al.	2009	Modelos de resina epóxi	Regular	Prototipada	3,0 °	0,4 mm	-
Viegas et al.	2010	Modelos de resina epóxi	Regular	Prototipada	< 1,45 °	0,41 mm	-

Quadro 6.1 - Autores e os desvios encontrados na utilização da cirurgia guiada

Desvios lineares na região do ápice do implante são decorrentes dos desvios angulares encontrados; portanto, quanto maior o desvio angular, maior será a distância do ápice do implante planejado para o realizado. E, se os desvios angulares são inerentes à técnica, logo os desvios do ápice também o são ^[28].

Os dados presentes na tabela 5.4, mostraram diferenças estatisticamente significantes para os desvios de ápice e ombro ($F=28,86$ e $p=0,000047$), sendo que

os desvios de ápice (2,302) foram maiores que para o do ombro (1,770) , confirmando os achados da literatura [7, 10, 28, 30].

Muitos autores concordam que desvios sempre existirão, pois estão relacionados a erros que podem ocorrer em diversas fases do processo para realizar um procedimento de cirurgia guiada. Esses erros são acumulativos, podendo ocorrer durante a tomografia, no planejamento virtual, na confecção da guia cirúrgica pelo processo esteriolitográfico, no encaixe das anilhas e na etapa cirúrgica [5, 7, 12, 54, 57].

Uma das principais falhas está relacionada à falta de adaptação da guia sobre o rebordo residual na boca do paciente [5, 33, 57], o que também pode ser observado na presente pesquisa, conforme figura 4.18B. Para minimizar este problema, há a indicação do uso de um sistema, onde a guia radiográfica de resina acrílica é transformada em guia cirúrgica, apenas com a perfuração nas posições dos implantes; estas perfurações contemplam o posicionamento e a inclinação, determinados pelo planejamento virtual [43, 44, 46].

Outra fonte de erro, além das citadas, é a localização dos implantes posteriores, os quais são mais difíceis de serem colocados adequadamente devido à abertura de boca do paciente e ao tamanho das fresas [22, 53].

Essa situação não ocorreu nesta pesquisa, pois a abertura de boca do manequim não criou dificuldades suficientes para a colocação dos implantes na região de molares.

Para uma técnica que busca a colocação de implantes de forma minimamente invasiva e a instalação da prótese sobre os implantes nos pós – cirúrgico imediato, a exatidão é fundamental para o sucesso.

A cirurgia guiada surgiu com a expectativa de que os implantes poderiam ser colocados sem a abertura de retalho, sendo a principal vantagem, a de trazer conforto ao paciente no pós-operatório [8-10, 20] e a imediata instalação da prótese definitiva [4, 5, 16]. De Almeida et al. [14] a indicam para pacientes que apresentem quantidade óssea adequada, ao passo que Fortin et al. [44] o fazem para pacientes

com quantidade óssea reduzida, com necessidade de enxertos ou levantamentos da membrana do seio combinada com alargadores ósseos, evitando manobras mais invasivas.

A cirurgia sem abertura de retalho é um procedimento cego, que pôde ser retomado, após a concepção de guias baseadas em planejamento virtual e imagens tomográficas ^[17].

A tomografia computadorizada possibilitou que o planejamento protético fosse realizado anterior ao cirúrgico, criando-se o conceito do planejamento reverso, transferido ao campo cirúrgico por meio de sistemas que utilizam guias prototipadas ou navegação e orientação em tempo real da osteotomia ^[1, 6, 8, 12, 13, 15, 19].

O quanto confiar na cirurgia guiada é crucial nesta situação, pois existem riscos relacionados a estruturas anatômicas importantes, fenestrações com exposição do implante, risco de perda do implante e a possibilidade de criar dificuldades na confecção de uma prótese dentro dos quesitos de função e estética considerados ideais ^[11, 21].

Para que o objetivo desta pesquisa fosse alcançado, foram experimentados vários tecidos ósseos animais, porém, para a análise específica de se averiguar o resultado final sobre o posicionamento dos implantes, entre o planejado virtualmente e o realizado, o que melhor se prestou foi a criação de um modelo de *Bonecryn*, com características de radiopacidade e dureza semelhantes ao tecido ósseo.

A busca para a construção desse modelo foi baseada em trabalhos como os de Van de Velde et al; Park et al.; Viegas et al. e Eggers et al, que utilizaram modelos anatômicos em poliuretano ou resina epóxi, os quais foram revestidos por silicone ou poliéter, para simular o tecido mucoso, empregando, quando necessário, o sulfato de bário, para dar a característica de radiopacidade ^[52, 53, 55, 57].

O Bonecryn apresenta vantagens sobre outros materiais como o poliuretano e a resina epóxi, pois, tem baixo custo, é radiopaco e apresenta dureza semelhante ao tecido natural.

Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre as medidas lineares e angulares dos modelos sem ou com ortoimplantes associados ao sistema o'ring para suporte e apoio das guias.

No entanto, as diferenças entre os desvios angulares, embora não tenham sido estatisticamente significantes, podem ser analisadas sob outro aspecto, sendo possível colher informações interessantes. Observando a tabela 5.8 dos resultados, as letras maiúsculas mostram maior proximidade entre os valores angulares dos implantes 16 (1,4 AB grupo M; 5,4 ABC grupo MI); 13 (10,8 C grupo M; 4,8 AB grupo MI); 23 (8,8 BC grupo M; 4,60 AB grupo MI); e 26 (3,6 AB grupo M; 6,0 ABC grupo MI); no grupo com ortoimplantes e, maior diferença entre os implantes para o grupo sem ortoimplantes.

As diferenças angulares entre os implantes foram menores para o grupo MI, embora entre as médias não tenha havido diferença estatisticamente significativa. Assim, os ortoimplantes modificados podem ter propiciado melhor estabilidade e fixação à guia cirúrgica, minimizando o seu deslocamento.

É interessante notar o desvio linear entre os implantes. O implante localizado na região do dente 23 apresentou a maior média de desvio linear (2,67mm) (Tabela 5.3). Isto pode estar relacionado à ordem de perfuração e colocação dos implantes. Sempre se iniciou a colocação pelo implante 26, seguido pelo implante 13, 16 e finalizando no implante 23. Dessa forma, a fixação das guias feita pelos montadores aos implantes, apesar da fixação transversal ou do suporte dado pelos ortoimplantes, pode ter propiciado o deslocamento da guia, gerando tal distorção (Figura 4.22).

O uso de implantes temporários foi empregado por Holst et al. para funcionar como suporte para a guia no sentido ocluso-gengival, tendo feito em apenas um paciente, conforme relatado na publicação do caso clínico ^[42]. Também Tahmaseb et al. e Widmann et al. fixaram a guia aos implantes temporários por meio de parafusos. ^[43, 45]

Nenhum dos autores pesquisados utilizou um sistema de fixação da guia com o ring. Este sistema, embora apresente limitações em virtude da captura da cápsula, pode ser empregado como fixação para guia radiográfica e cirúrgica, tendo como vantagem para o paciente a possibilidade de a guia radiográfica ser usada como prótese provisória no período pré-cirúrgico. Além disso, permite uma melhor fixação da guia radiográfica durante o exame tomográfico.

Diversos autores descrevem a técnica da cirurgia guiada com pequenas modificações, tais como o uso de mais de uma guia cirúrgica para o mesmo arco, ou ainda, o uso de dispositivos que se adaptam às anilhas de uma única guia [3, 11, 13, 18, 23, 24]

Alguns autores como Maló et al. Sanna et al., Komiyama et al., Fortin et al., Gillot et al. avaliaram a sobrevida de implantes colocados por meio da cirurgia guiada, em relação à satisfação dos pacientes, ao procedimento e às dificuldades encontradas no trans-operatório, verificando que, em média, apresentaram taxas de sobrevida dos implantes de 95% a 100%. Algumas complicações foram citadas durante a cirurgia para colocação de implantes por meio da cirurgia guiada, entre elas pode-se citar: dificuldade de inserção da guia, dificuldades na conexão da prótese provisória aos implantes mais distais, ausência de estabilidade primária, grandes ajustes oclusais na prótese provisória e fratura da guia [2, 44, 47, 48, 50].

Essas dificuldades demonstram que a técnica precisa evoluir e que os profissionais precisam aprender a utilizá-la, desenvolvendo suas habilidades antes de realizar tal procedimento [48, 49].

A segurança está ligada ao conhecimento do grau de desvio implícito, pois se sabe que este estará presente em algum grau. Tendo em mente os possíveis desvios, Van Assche et al. relataram que deve-se somar todos os possíveis desvios para um mesmo lado e assim criar um pior cenário. Planejando desta forma, é possível realizar tal procedimento com maior nível de segurança [41].

A técnica de cirurgia guiada empregando ortoimplantes modificados e associados ao sistema de retenção o'ring para fixação e suporte das guias radiográficas e cirúrgicas, pode ser mais precisa que a técnica convencional.

O aumento da precisão está relacionado ao menor deslocamento da guia cirúrgica durante a colocação dos implantes, os quais podem gerar, durante a sua instalação, rotações da guia para o lado que o implante está sendo colocado.

Neste estudo apesar das limitações de um estudo "in vitro", a utilização de ortoimplantes modificados como referências fixas para suporte e retenção de guias radiográficas e cirúrgicas prototipadas (SLA), observou-se que eles podem vir a ser úteis na redução dos desvios angulares e lineares comumente encontrados nos procedimentos guiados para a colocação de implantes.

Assim, novas pesquisas empregando metodologias semelhantes, tanto laboratoriais quanto clínicas, são necessárias para validar a utilização dessa técnica modificada pela fixação das guias.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia aplicada, concluímos que:

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as medidas lineares e angulares dos modelos sem ou com ortoimplantes associados ao sistema o'ring para suporte e retenção das guias;

A fixação auxiliar da guia radiográfica e cirúrgica pelos ortoimplantes modificados e sistema o'ring, permitiu a obtenção de valores angulares mais homogêneos entre os quatro implantes em cada modelo;

A guia prototipada fixada apresentou menor deslocamento de sua posição quando comparada à guia convencional;

Ortoimplantes modificados e sistema de retenção o' ring, como referências fixas no suporte e retenção de guias cirúrgicas prototipadas, podem vir a ser úteis na redução dos desvios lineares e angulares comumente encontrados nas cirurgias guiadas convencionais.

REFERÊNCIAS²

- 1 Lal K, White GS, Morea DN, Wright RF. Use of stereolithographic templates for surgical and prosthodontic implant planning and placement. Part I. The concept. *J Prosthodont.* 2006 Jan-Feb;15(1):51-8.
- 2 Malo P, de Araujo Nobre M, Lopes A. The use of computer-guided flapless implant surgery and four implants placed in immediate function to support a fixed denture: preliminary results after a mean follow-up period of thirteen months. *J Prosthet Dent.* 2007 Jun; 97(6 Suppl):S26-34. Erratum in: *J Prosthet Dent.* 2008 Mar; 99(3):167.
- 3 Marchack CB. An immediately loaded CAD/CAM-guided definitive prosthesis: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2005 Jan;93(1):8-12.
- 4 Becker CM, Kaiser DA. Surgical guide for dental implant placement. *J Prosthet Dent.* 2000 Feb;83(2):248-51.
- 5 Vercruyssen M, Jacobs R, Van Assche N, van Steenberghe D. The use of CT scan based planning for oral rehabilitation by means of implants and its transfer to the surgical field: a critical review on accuracy. *J Oral Rehabil.* 2008 Jun;35(6):454-74.
- 6 Ozan O, Turkyilmaz I, Ersoy AE, McGlumphy EA, Rosenstiel SF. Clinical accuracy of 3 different types of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in implant placement. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009 Feb;67(2):394-401.
- 7 Ruppin J, Popovic A, Strauss M, Spüntrup E, Steiner A, Stoll C. Evaluation of the accuracy of three different computer-aided surgery systems in dental implantology: optical tracking vs. stereolithographic splint systems. *Clin Oral Implants Res.* 2008 Jul;19(7):709-16.
- 8 Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ. Surgical planning and prosthesis construction using computed tomography, CAD/CAM technology, and the Internet for immediate loading of dental implants. *J Esthet Restor Dent.* 2006;18(6):312-23.
- 9 Tardieu PB, Vrielinck L, Escolano E, Henne M, Tardieu AL. Computer-assisted implant placement: scan template, simplant, surgiguide, and SAFE system. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007 Apr;27(2):141-9.

---

² De acordo com Estilo Vancouver.

10 Ersoy AE, Turkyilmaz I, Ozan O, McGlumphy EA. Reliability of implant placement with stereolithographic surgical guides generated from computed tomography: clinical data from 94 implants. *J Periodontol*. 2008 Aug;79(8):1339-45.

11 Azari A, Nikzad S. Flapless implant surgery: review of the literature and report of 2 cases with computer-guided surgical approach. *J Oral Maxillofac Surg*. 2008 May;66(5):1015-21.

12 Widmann G, Bale RJ. Accuracy in computer-aided implant surgery--a review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006 Mar-Apr;21(2):305-13.

13 Azari A, Nikzad S. Simultaneous immediate loading of implants and occlusal rehabilitation: a sophisticated treatment approach. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010 Feb;68(2):392-8.

14 de Almeida EO, Pellizzer EP, Goiatto MC, Margonar R, Rocha EP, Freitas AC Jr, Anchieta RB. Computer-guided surgery in implantology: review of basic concepts. *J Craniofac Surg*. 2010 Nov;21(6):1917-21.

15 Nigro, F. Planejamento Virtual em Implantodontia - Cirurgia Guiada - Prototipagem. São Paulo: Livraria Santos Editora LTDA; 2009. 171 p.

16 Verstreken K, Van Cleynenbreugel J, Marchal G, Naert I, Suetens P, van Steenberghe D. Computer-assisted planning of oral implant surgery: a three-dimensional approach. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996 Nov-Dec;11(6):806-10.

17 Widmann G, Zangerl A, Keiler M, Stoffner R, Bale R, Puelacher W. Flapless implant surgery in the edentulous jaw based on three fixed intraoral reference points and image-guided surgical templates: accuracy in human cadavers. *Clin Oral Implants Res*. 2010 Aug;21(8):835-41.

18 Azari A, Nikzad S. Computer-assisted implantology: historical background and potential outcomes-a review. *Int J Med Robot*. 2008 Jun;4(2):95-104.

19 Chen X, Yuan J, Wang C, Huang Y, Kang L. Modular preoperative planning software for computer-aided oral implantology and the application of a novel stereolithographic template: a pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010 Sep;12(3):181-93.

20 Nikzad S, Azari A. Computer-assisted implant surgery; a flapless surgical/immediate loaded approach with 1 year follow-up. *Int J Med Robot.* 2008 Dec;4(4):348-54.

21 Misir AF, Sumer M, Yenisey M, Ergioglu E. Effect of surgical drill guide on heat generated from implant drilling. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009 Dec;67(12):2663-8.

22 Marchack CB. CAD/CAM-guided implant surgery and fabrication of an immediately loaded prosthesis for a partially edentulous patient. *J Prosthet Dent.* 2007 Jun;97(6):389-94.

23 Lal K, White GS, Morea DN, Wright RF. Use of stereolithographic templates for surgical and prosthodontic implant planning and placement. Part II. A clinical report. *J Prosthodont.* 2006 Mar-Apr;15(2):117-22.

24 Nikzad S, Azari A. A novel stereolithographic surgical guide template for planning treatment involving a mandibular dental implant. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008 Jul;66(7):1446-54.

25 Besimo CE, Lambrecht JT, Guindy JS. Accuracy of implant treatment planning utilizing template-guided reformatted computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2000 Jan;29(1):46-51.

26 Sarment DP, Sukovic P, Clinthorne N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003 Jul-Aug;18(4):571-7.

27 Van Steenberghe D, Malevez C, Van Cleynenbreugel J, Bou Serhal C, Dhoore E, Schutyser F, Suetens P, Jacobs R. Accuracy of drilling guides for transfer from three-dimensional CT-based planning to placement of zygoma implants in human cadavers. *Clin Oral Implants Res.* 2003 Feb;14(1):131-6.

28 Di Giacomo GA, Cury PR, de Araujo NS, Sendyk WR, Sendyk CL. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results. *J Periodontol.* 2005 Apr;76(4):503-7.

29 Ozan O, Turkyilmaz I, Yilmaz B. A preliminary report of patients treated with early loaded implants using computerized tomography-guided surgical stents: flapless versus conventional flapped surgery. *J Oral Rehabil.* 2007 Nov;34(11):835-40.

30 Van Assche N, van Steenberghe D, Guerrero ME, Hirsch E, Schutyser F, Quirynen M, Jacobs R. Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. *J Clin Periodontol*. 2007 Sep;34(9):816-21.

31 Nickenig HJ, Eitner S. Reliability of implant placement after virtual planning of implant positions using cone beam CT data and surgical (guide) templates. *J Craniomaxillofac Surg*. 2007 Jun-Jul;35(4-5):207-11. Epub 2007 Jun 18.

32 Woitchunas, G.F.P. Análise da precisão de guias prototipados na transferência do planejamento virtual em implantodontia [Tese] Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2008.

33 Arisan V, Karabuda ZC, Ozdemir T. Accuracy of two stereolithographic guide systems for computer-aided implant placement: a computed tomography-based clinical comparative study. *J Periodontol*. 2010 Jan;81(1):43-51.

34 Nickenig HJ, Eitner S. An alternative method to match planned and achieved positions of implants, after virtual planning using cone-beam CT data and surgical guide templates--a method reducing patient radiation exposure (part I). *J Craniomaxillofac Surg*. 2010 Sep;38(6):436-40.

35 Nickenig HJ, Wichmann M, Hamel J, Schlegel KA, Eitner S. Evaluation of the difference in accuracy between implant placement by virtual planning data and surgical guide templates versus the conventional free-hand method - a combined in vivo - in vitro technique using cone-beam CT (Part II). *J Craniomaxillofac Surg*. 2010 Oct;38(7):488-93.

36. Al-Harbi SA, Sun AY. Implant placement accuracy when using stereolithographic template as a surgical guide: preliminary results. *Implant Dent*. 2009 Feb;18(1):46-56.

37. Valente F, Schioli G, Sbrenna A. Accuracy of computer-aided oral implant surgery: a clinical and radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009 Mar-Apr;24(2):234-42.

38. Pettersson A, Kero T, Gillot L, Cannas B, Fäldt J, Söderberg R, Näsström K. Accuracy of CAD/CAM-guided surgical template implant surgery on human cadavers: Part I. *J Prosthet Dent*. 2010 Jun;103(6):334-42.

- 39.Kero T, Pettersson A, Fäldt J, Andersson M, Gillot L, Cannas B, Näsström K, Söderberg R. Virtual variation simulation of CAD/CAM template-guided surgeries performed on human cadavers: Part II. *J Prosthet Dent*. 2010 Jul;104(1):48-55.
- 40.Chrcanovic BR, Oliveira DR, Custódio AL. Accuracy evaluation of computed tomography-derived stereolithographic surgical guides in zygomatic implant placement in human cadavers. *J Oral Implantol*. 2010;36(5):345-55. Epub 2010 Jun 14.
- 41.Van Assche N, van Steenberghe D, Quirynen M, Jacobs R. Accuracy assessment of computer-assisted flapless implant placement in partial edentulism. *J Clin Periodontol*. 2010 Apr;37(4):398-403.
- 42.Holst S, Blatz MB, Eitner S. Precision for computer-guided implant placement: using 3D planning software and fixed intraoral reference points. *J Oral Maxillofac Surg*. 2007 Mar;65(3):393-9.
- 43.Tahmaseb A, De Clerck R, Wismeijer D. Computer-guided implant placement: 3D planning software, fixed intraoral reference points, and CAD/CAM technology. A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009 May-Jun;24(3):541-6.
- 44.Fortin T, Isidori M, Bouchet H. Placement of posterior maxillary implants in partially edentulous patients with severe bone deficiency using CAD/CAM guidance to avoid sinus grafting: a clinical report of procedure. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009 Jan-Feb;24(1):96-102.
- 45.Widmann G, Keiler M, Zangerl A, Stoffner R, Longato S, Bale R, Puelacher W. Computer-assisted surgery in the edentulous jaw based on 3 fixed intraoral reference points. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010 May;68(5):1140-7. Epub 2010 Feb 13.
- 46.Barnea E, Alt I, Kolerman R, Nissan J. Accuracy of a laboratory-based computer implant guiding system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 May;109(5):e6-e10.
- 47.Sanna AM, Molly L, van Steenberghe D. Immediately loaded CAD-CAM manufactured fixed complete dentures using flapless implant placement procedures: a cohort study of consecutive patients. *J Prosthet Dent*. 2007 Jun;97(6):331-9.
- 48.Komiyama A, Klinge B, Hultin M. Treatment outcome of immediately loaded implants installed in edentulous jaws following computer-assisted virtual treatment planning and flapless surgery. *Clin Oral Implants Res*. 2008 Jul;19(7):677-85.

49.Merli M, Bernardelli F, Esposito M. Computer-guided flapless placement of immediately loaded dental implants in the edentulous maxilla: a pilot prospective case series. *Eur J Oral Implantol*. 2008 Spring;1(1):61-9.

50.Gillot L, Noharet R, Cannas B. Guided surgery and presurgical prosthesis: preliminary results of 33 fully edentulous maxillae treated in accordance with the NobelGuide protocol. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010 May;12 Suppl 1:e104-13. Epub 2010 Apr 23.

51.Nikzad S, Azari A. Custom-made radiographic template, computed tomography, and computer-assisted flapless surgery for treatment planning in partial edentulous patients: a prospective 12-month study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2010 Jun;68(6):1353-9. Epub 2010 Mar 15.

52.Van de Velde T, Glor F, De Bruyn H. A model study on flapless implant placement by clinicians with a different experience level in implant surgery. *Clin Oral Implants Res*. 2008 Jan;19(1):66-72.

53.Park C, Raigrodski AJ, Rosen J, Spiekerman C, London RM. Accuracy of implant placement using precision surgical guides with varying occlusogingival heights: an in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2009 Jun;101(6):372-81.

54.Eggers G, Patellis E, Mühling J. Accuracy of template-based dental implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009 May-Jun;24(3):447-54.

55.Viegas VN, Dutra V, Pagnoncelli RM, de Oliveira MG. Transference of virtual planning and planning over biomedical prototypes for dental implant placement using guided surgery. *Clin Oral Implants Res*. 2010 Mar;21(3):290-5.

56.Tamaki, T. *Dentaduras Completas*. São Paulo: Sarvier Editora de Livros Médicos LTDA; 1983. 252 p.

57.Eggers G, Senoo H, Kane G, Mühling J. The accuracy of image guided surgery based on cone beam computer tomography image data. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009 Mar;107(3):e41-8.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DECLARAÇÃO

Declaro para devidos fins que o pedido de patente sob título: "BONECRYL", desenvolvido pelo Sr. Marcelo Michele Novellino, orientado da Profa. Dalva Cruz Laganá e que juntamente com o Prof. Newton Sesma são inventores do pedido de patente, lotados na Faculdade de Odontologia da USP, encontra-se nesta Agência USP de Inovação, segundo processo RUSP: 11.1.278.23.0, em fase de redação e subsequente depósito junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI.

São Paulo, 17 de maio de 2011.

Maria Aparecida de Souza
Dir. Téc. Propr. Intelectual

AGÊNCIA USP INOVAÇÃO

AV. PROF. LUCIANO GUALBERTO, TRAV. J, 374 – BUTANTÃ – SÃO PAULO – SP - 05508-010
TEL.: (11) 3091.4474 / 4415 - FAX: (11) 3031.0922 - <http://www.usp.br/inovacao> - e-mail: inovacao@usp.br