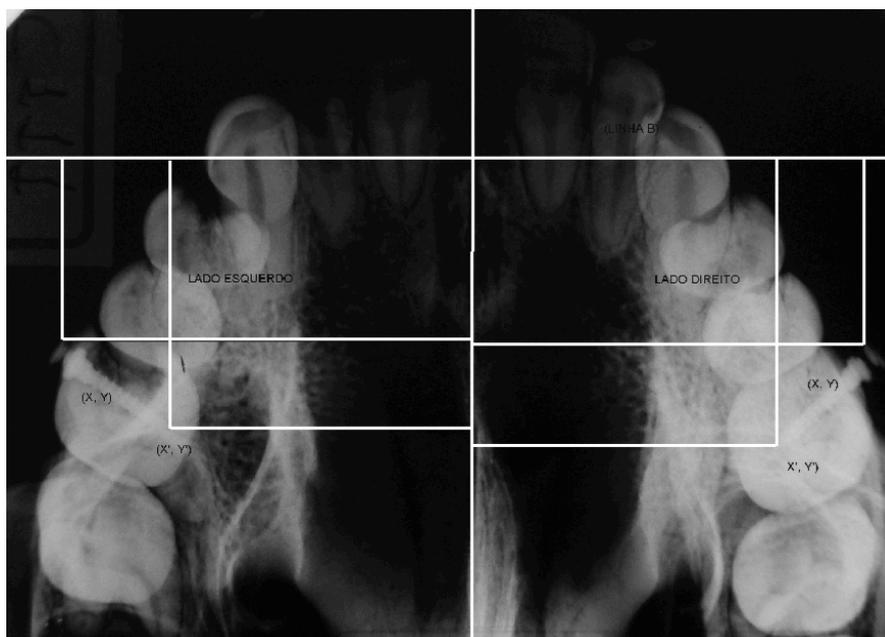


CENTRO UNIVERSITÁRIO DO MARANHÃO – UNICEUMA  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

LUÍS CARLOS SAMPAIO DIAS

**Avaliação da reprodutibilidade de um método de análise  
radiográfica para localização de miniplantes inseridos na região  
posterior da maxila**



SÃO LUÍS  
2009

LUÍS CARLOS SAMPAIO DIAS

**Avaliação da reprodutibilidade de um método de análise radiográfica para a  
localização de minimplantes inseridos na região posterior da maxila**

Edição Revisada

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia do Centro Universitário do Maranhão – UniCeuma, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Ortodontia

Orientador: Prof. Dr. Júlio de Araújo Gurgel

**SÃO LUÍS**

**2009**

*DAS UTOPIAS*

*Se as coisas são inatingíveis... ora!  
Não é motivo para não querê-las...  
Que tristes os caminhos, se não fora  
A presença distante das estrelas!*

**Mário Quintana**

## **DEDICO ESTE TRABALHO**

### **A Deus**

Por ter me concedido vida e saúde. Obrigado porque estavas ao meu lado me ensinado que as lutas podem ser vencidas, os obstáculos ultrapassados e as derrotas superadas. Tudo o que sou e que tenho devo a Ele.

### **À minha mãe Graça**

Mulher admirável e forte. Que sempre acreditou em mim e nunca deixou que eu desanimasse. Ela é para mim um refugio de amor, carinho e consolo. Obrigado mãe.  
Te amo muito.

### **Ao meu pai José de Arimatéa (*In memory*)**

Um Pai cuidadoso que sempre sonhou e lutou pelo sucesso dos filhos. Hoje o que sou devo a ele, que nunca me deixou faltar nada. Seu exemplo de vida, seu carinho e amor irão sempre me acompanhar.

### **À minha querida esposa Yomara**

A melhor esposa do mundo. Obrigado por fazer parte de minha vida, sua companhia me conforta todos os dias e me ajuda a vencer as batalhas da vida. Te amo muito.

### **À minha filha Aila**

Minha princesa, carinhosa. Em você, papai encontra coragem para vencer qualquer desafio. Você é minha pedra muito rara e muito preciosa. Te amo muito.

### **Às minhas irmãs Vanussa e Vanessa**

Vocês sempre me acompanharam em meus estudos. Vocês são exemplos para mim de caráter e dedicação. Obrigado.

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Ao coordenador do mestrado em odontologia e meu orientador Prof. Dr. Júlio de Araújo Gurgel, por seu exemplo de dedicação e seriedade, e pela orientação, incentivo e competência na execução desse trabalho.

Ao coordenador da Pós-graduação do UNICEUMA Prof. Dr. Valério Monteiro Neto pela competência na coordenação do Mestrado, junto com o Prof. Dr. Júlio de Araújo Gurgel.

Aos docentes do mestrado em odontologia, Professores Doutores Fausto Silva Bramante, Célia Regina Maio Pinzan Vercelino, Ruds Rodolfo de Jesus Tavares, Marcos André dos Santos da Silva, Etevaldo Matos Maia Filho, Silvio Monteiro, Fernando Jorge Mendes Ahid, Erick Miranda Sousa e Ana Paula Brito da Silva, pelos ensinamentos transmitidos e pelo exemplo de pessoa. Pela paciência, orientação e dedicação que fizeram com que esse mestrado tivesse qualidade. A todos vocês meu muito obrigado.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu grande amigo Juscelino, pela amizade construída durante esses anos de convivência. Você é um exemplo de simplicidade e caráter. Espero que ao término desse mestrado não haja um “adeus” mas um “até breve”.

Aos meus amigos do mestrado Fernando, Ramon e Flávio pela amizade construída e pelo incentivo nas horas difíceis. Os momentos de descontração deixarão saudades.

Às minhas amigas do mestrado Elisa e Keila pelo carinho, simplicidade e ajuda. Vocês são mulheres especiais.

Ao Prof. Dr. João Inácio de Souza, pessoa de um grande conhecimento em Endodontia e que me ajudou muito na com seus ensinamentos e recomendou para esse mestrado.

Ao Dr. Erbert, presidente do SINCIDEMA e meu grande amigo, que me ajudou e me incentivou muito a ingressar no mestrado. Devo muito a você.

Ao meu amigo CD. Daniel Resende que me ajudou na execução desse trabalho. Obrigado.

Ao Prof. Dr. Silvio Monteiro que me ajudou muito na análise estatística dessa pesquisa. Obrigado pela atenção e pelo tempo disponibilizado.

Ao Prof. Dr. Etevaldo Matos Maia Filho que me ajudou com um programa de computador para realizar as medições morfométricas.

Ao Prof. Dr. Marcos André dos Santos da Silva que me ajudou muito na execução dos procedimentos de radiologia dessa pesquisa.

Ao UNICEUMA pela estrutura e qualidade proporcionados nesse mestrado, fazendo com que nossos objetivos fossem alcançados com êxito.

A todos os meus familiares e amigos que contribuíram para o meu crescimento e formação. A amizade de vocês é muito importante para mim.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| LISTA DE FIGURAS.....                            | 09        |
| LISTA DE TABELAS.....                            | 10        |
| RESUMO.....                                      | 11        |
| ABSTRACT.....                                    | 12        |
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                        | <b>13</b> |
| <b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>             | <b>17</b> |
| 2.1. História da Anclagem Esquelética.....       | 17        |
| 2.2. História dos Minimplantes.....              | 19        |
| 2.3. Estabilidade dos Minimplantes.....          | 25        |
| 2.3.1. Fatores relacionados ao parafuso.....     | 25        |
| 2.3.2. Fatores relacionados ao profissional..... | 26        |
| 2.3.3. Fatores relacionados ao paciente.....     | 28        |
| <b>3. PROPOSIÇÃO.....</b>                        | <b>31</b> |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                | <b>32</b> |
| <b>5. RESULTADOS.....</b>                        | <b>39</b> |
| <b>6. DISCUSSÃO.....</b>                         | <b>42</b> |
| <b>7. CONCLUSÕES.....</b>                        | <b>46</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>          | <b>47</b> |
| <b>APÊNDICES.....</b>                            | <b>52</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>FIGURA 1</b> Perfuração da cortical óssea.....   | 32 |
| <b>FIGURA 2</b> Minimplante autoperfurante, acoplado na chave de mão.....                                 | 32 |
| <b>FIGURA 3</b> Minimplante autoperfurante, sendo angulado 45° com o longo eixo do dente e rosqueado..... | 33 |
| <b>FIGURA 4</b> Vista frontal dos crânios com os minimplantes.....  | 33 |
| <b>FIGURA 5</b> Vista lateral esquerda do crânio com o minimplante.....                                   | 33 |
| <b>FIGURA 6</b> Vista lateral direita do crânio com o minimplante.....                                    | 33 |
| <b>FIGURA 7</b> Vista do local de colocação do cone do Rx.....  | 33 |
| <b>FIGURA 8</b> Cilindro do Rx colocado e pronto para a incidência radiográfica.....                      | 33 |
| <b>FIGURA 9</b> Rx Oclusal com o traçado proposto.....  | 35 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>TABELA 1</b> - Correlação Intraclasse.....   | 37 |
| <b>TABELA 2</b> - ANOVA das medidas $x$ , $y$ , $x'$ e $y'$ .....   | 38 |
| <b>TABELA 3</b> - Tabela de comparação entre as medidas lineares (média dos três tempos) para os 3 operadores nos 3 crânios, submetidos ao teste ANOVA..... | 40 |

## RESUMO

O minimplante é um dispositivo atual de ancoragem ortodôntica que pode sofrer um deslocamento durante o tratamento, causando um maior contato do minimplante com a raiz do dente adjacente, podendo prejudicar o periodonto, o que poderia levar a mobilidade ou perda do minimplante. Nesta pesquisa avaliou-se a validade da identificação do posicionamento de minimplantes instalados na região posterior da maxila, por meio do uso de um tipo de posicionador para radiografias oclusais. Utilizaram-se três crânios secos, nos quais foram instalados dois minimplantes autoperfurantes (1,6 x 9), na porção posterior da maxila, entre o segundo pré-molar e o primeiro molar, do lado direito e esquerdo. Em seguida, cada um dos três operadores realizou três tomadas radiográficas oclusais, utilizando um posicionador oclusal, em três tempos diferentes, em cada um dos três crânios, totalizando, vinte e sete tomadas radiográficas. As medidas de posicionamento da cabeça e da ponta ativa das imagens dos minimplantes totalizaram 108 medições. O Índice de Correlação Intraclasse demonstrou que para todos os valores de cada coordenada ( $x$ ,  $y$ ,  $x'$  e  $y'$ ), foi encontrada uma correlação positiva, alta e significativa, indicando uma excelente reprodutibilidade entre os operadores. A análise de variância demonstrou que não houve diferenças significativas nas mudanças dos valores de  $x$  e  $y$ , mesmo quando as variáveis tempo, operador e suas interações foram aplicadas na execução do procedimento, mostrando que essa metodologia pode ser empregada por diversos operadores em estudos clínicos longitudinais sobre o posicionamento no sentido ântero-posterior e latero-medial dos minimplantes ortodônticos.

**Unitermos:** minimplantes, estabilidade, Ancoragem Ortodôntica.

## **Abstract**

The minimplant is device current orthodontic anchorage which may be a displacement during treatment, causing a greater contact with minimplant the root of the adjacent tooth, and can damage the periodontium, which could lead to loss of mobility or minimplant. In this research the validity of the identification of the minimplants positioning was evaluated installed in the subsequent site of the jawbone, through the use of a type positioner for occlusal radiographic. In three dried skulls were installed two selfdriler minimplants in the posterior portion of the maxilla, between the second premolar and first molar on the right side and left. Three operators performed three occlusal radiographs using a positioner occlusal in three different times in each of the three skulls. A total of 108 measurements of positioning the head and the active edge of the images of minimplants were analyzed. The Intraclass Correlation index showed that for all values of each coordinate ( $x$ ,  $y$ ,  $x'$ ,  $y'$ ), were found a correlation positive, high and significant ( $p < 0.05$ ), indicating an excellent replicability between operators. The analysis of variance (ANOVA) showed that there were no significant differences in changes of values  $x$  and  $y$ , even when the variables time, operator and their interactions are applied in performing the procedure. It is possible to conclude that this methodology can be used by several operators in longitudinal clinical studies about the minimplants of orthodontic at anterior-posterior and lateral-medial position.

**Key- Words :** minimplants stability, Orthodontic Anchorage.

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos aspectos mais importantes no tratamento ortodôntico é o controle de ancoragem. A terceira lei de Newton, denominada na física de lei da ação e reação, relaciona a ação da força sobre um corpo, cuja reação produz uma força contrária em mesma direção e intensidade, porém com sentido oposto. Para a Ortodontia, quando se realiza a movimentação dentária, aplica-se uma força sobre o dente de tal sorte que este responde com uma força contrária de mesma intensidade. Caso esta movimentação utilize outro dente, este apoio utilizado denomina-se de elemento de ancoragem. O movimento do dente de apoio resulta na chamada perda de ancoragem. Assim sendo, o profissional utiliza do artifício da ancoragem para manter esses dentes de apoio em sua posição, enquanto se corrigem a posição dos outros dentes através da movimentação <sup>23</sup>.

A ancoragem ortodôntica é utilizada para manter uma unidade dentária, em sua posição, enquanto serve de ponto de apoio para a movimentação de outros dentes. Considera-se o uso da ancoragem fundamental para um tratamento ortodôntico bem sucedido, sendo um dos fatores determinantes do sucesso ou insucesso de muitos tratamentos. Existem diversas formas de ancoragem descritas na literatura, como barra-lingual e transpalatina, botão de Nance, elásticos intermaxilares e aparelho extrabucal. Apesar de eficientes, essas ancoragens permitem um certo grau de movimentação da unidade de ancoragem ou são dependentes da colaboração do paciente, o que pode prejudicar o tratamento de alguns casos mais severos ou que não haja colaboração do paciente. Atualmente, o ortodontista pode utilizar mecanismos de ancoragem esquelética que transferem o ponto de ancoragem da unidade dentária direto para o esqueleto, sendo assim, a unidade dentária, que era utilizada como ponto de apoio não sofrerá mais a ação dessa força <sup>23</sup>.

A ancoragem esquelética teve início com a utilização de implantes com finalidade protética, os quais, apesar de bastante eficientes nesta função, possuem restrições à sua utilização, devido ao seu tamanho e complexidade cirúrgica para inserção e remoção, quando estes não são utilizados como parte de uma reabilitação protética. Outros sistemas de ancoragem como os *Onplants* (Nobel

Biocare, Gotemburgo, Suécia) e o *Orthosystem* (Straumann Institute, Waldenburg, Suíça) foram criados tentando suprir esta necessidade dos ortodontistas. Porém, por serem de difícil utilização e alto custo, não ganharam muita popularidade no meio ortodôntico<sup>3</sup>.

Existem diferenças substanciais entre os implantes convencionais e implantes para fins ortodônticos. Geralmente, os implantes convencionais recebem carga somente após a osseointegração e se destinam a serem permanentes, já os implantes para ancoragem ortodôntica, geralmente recebem carga imediata e são eliminados logo após o uso como ancoragem<sup>6,9</sup>. Implantes convencionais estão sujeitas a altas forças mastigatórias, porém implantes para ortodontia recebem forças leves e contínuas. A direção da carga e do tamanho dos implantes também varia entre os dois sistemas. Inicialmente, implantes endósseos localizados nas regiões edentulas, palatina e retromolar foram introduzidas na ortodontia para reforçar a ancoragem. Porém, devido à sua dimensão relativamente grande, os implantes requerem uma grande área óssea. Para ampliar as aplicações clínicas em ortodontia e diminuir o trauma cirúrgico, pequenos dispositivos, com a versatilidade de serem colocadas em vários locais perto da arcada dentária foram desenvolvidos e chamados de minimplantes<sup>9</sup>.

Após o aprimoramento no desenho dos minimplantes e a larga utilização destes, apareceram os insucessos no tratamento decorrente de falhas oriundas do próprio parafuso, do profissional e do paciente. Esses insucessos caracterizavam-se por uma mobilidade no parafuso implantado o que levava a uma inflamação e, conseqüentemente, perda. Assim, muitos autores começaram a fazer pesquisas sobre essas falhas, e verificaram que uma íntima proximidade do minimplante com o dente vizinho é uma das principais causas de perdas do minimplante<sup>21, 22, 30</sup>.

Por acreditar-se que esses minimplantes ficavam imóveis durante todo o tratamento, surgiu o termo ancoragem absoluta ou total. Porém, logo que esses minimplantes começaram a serem utilizados comumente na ortodontia, percebeu-se que alguns minimplantes sofriam um deslocamento durante o tratamento. Esse deslocamento poderia causar um íntimo contato do minimplante com a raiz do dente, o que prejudicaria o periodonto e poderia levar a uma mobilidade no minimplante e conseqüentemente à perda<sup>22, 24</sup>.

Esse deslocamento foi avaliado por Liou, Pai e Lin<sup>24</sup> que, utilizando telerradiografias laterais, verificaram o grau de deslocamento de minimplantes colocados na região vestibular do osso maxilar.

As estruturas ósseas, as raízes dentárias e a parte implantada do minimplante são estruturas que clinicamente não podem ser observadas. Essas estruturas só podem ser vistas e avaliadas através de exames de imagem. Os exames radiográficos são exames de imagem comumente usados e de baixo custo e que nos permite avaliar a proximidade de minimplantes ortodônticos com estruturas vizinhas, além de podermos quantificar essas distancias, o que não seria possível clinicamente<sup>56</sup>.

Em 2005, Zanda<sup>56</sup> publicou um artigo sobre um posicionador para radiografia oclusal total da maxila demonstrando, através de radiografias oclusais totais da maxila realizada em crânios secos, em que esse posicionador conseguia produzir essas radiografias de forma padronizada ou com reprodutibilidade.

Sendo assim radiografias oclusais totais da maxila, realizadas com esse posicionador, poderiam ser utilizadas para verificar o deslocamento de minimplantes inseridos na maxila, através de uma visão oclusal.

Os crânios secos são muito utilizados para testar métodos ou técnicas de avaliação radiográficas<sup>7, 13, 33</sup>. Gurgel et al<sup>13</sup> em 2005, utilizaram três crânios humanos secos para avaliar, através de teleradiografia frontal pósterio-anterior (PA) padronizadas, a confiabilidade do uso de posicionadores inseridos nas bandas de pré-molares de expansores do tipo Hirax. A comparação estatística dos 27 cefalogramas confeccionados revelou valores dos erros com pequenas variações na identificação desses posicionadores.

Coelho et al<sup>7</sup>, em 2007, também utilizaram três crânios humanos secos dentados e mediram as distâncias das cristas marginais oclusal/incisal dos dentes às cristas ósseas de todas as regiões dos crânios, utilizando um paquímetro. Posteriormente, realizaram-se três radiografias periapicais nas 14 regiões intrabucais, além de três radiografias interproximais nas quatro regiões posteriores de cada crânio, com o uso de duas marcas de posicionador radiográfico periapical e, com isso, verificaram que não houve diferença significativa no uso das duas marcas de posicionador e nem entre as duas técnicas radiografias, e que não houve diferenças significativas entre a medição real feita com o paquímetro e a medição feita com a radiografia. Com isso, esses autores puderam, através de crânios

humanos secos, verificar a eficiência desse método de mensurar o nível da crista óssea através de técnicas radiográficas com posicionadores.

Vemos, com isso, que o uso de crânios humanos secos, com o auxílio de radiografias e posicionadores radiográficos, são, comumente, utilizados na literatura, porém a sua metodologia e eficiência deve ser testada em crânios secos, antes de testarmos em seres humanos, para, com isso, evitar uma possível exposição desnecessária do paciente a radiações.

O propósito deste trabalho é avaliar a validade da identificação do posicionamento pósterio-anterior e latero-medial de minimplantes ortodônticos instalados na região posterior da maxila, por meio do uso de um tipo de posicionador para radiografias oclusais proposto por Zanda<sup>56</sup>.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Histórico da Ancoragem Esquelética

Em 1945, Gainsforth e Higley<sup>10</sup> fixaram parafusos *vitallium* e fios em ramos mandibulares de cães, e aplicaram elásticos que se estendiam do parafuso ao gancho do arco maxilar, na tentativa de distalizar os dentes anteriores, porém, esses experimentos apresentaram falhas com 16 a 31 dias.

Não houve mais relatos de casos publicados de tentativas de utilização de implantes para ancoragem, até a publicação de Linkow<sup>25</sup>, em 1969, que utilizou implantes mandibulares endósteos no formato de lâminas vazadas com finalidade protética, em um paciente, aplicando elástico de Classe II e retraindo incisivos superiores.

Depois do sucesso na osteointegração de implantes relatados por Branemark e colaboradores<sup>4</sup>, Sherman<sup>46</sup>, em 1978, colocou seis implantes no lugar da extração dos terceiros pré-molares de cães, contudo, permanecendo apenas dois implantes firmes e satisfatórios. Em 1979, Smith<sup>47</sup>, observou que não houve nenhuma movimentação significativa de implantes de óxido de alumínio recobertos com bioglass aplicados em macacos e submetidos a forças ortodônticas, ficando a interface implante e osso anquilosada.

Em 1984, Roberts e colaboradores<sup>40</sup>, investigando implantes endógenos rígidos sobre cargas contínuas, parafusados no fêmur de coelhos de três a seis meses de idade, verificaram que implantes endósteos poderiam ser utilizados como ancoragem óssea estável para a ortodontia e que seria adequado um tempo de cicatrização de pelo menos 6 semanas antes da aplicação de cargas.

Shapiro e Kokich<sup>48</sup> (1988), também descreveram a possibilidade de utilizar implantes dentários como ancoragem ortodôntica, enfatizando a importância do posicionamento dos implantes, seleção adequada e higiene bucal para que se tenha sucesso no tratamento.

Novos estudos de Roberts e colaboradores<sup>41</sup>, em 1994, descreveram um caso clínico de um implante Branemark<sup>4</sup> de 3,75mm x 7,0 mm, feito exclusivamente para ancoragem, utilizado na área retromolar para fechamento da área de extração de um primeiro pré-molar inferior.

Em 1995, Block & Hoffman<sup>3</sup> descreveram um dispositivo em forma de disco, denominado de *onplants*, feito de liga de titânio e apresentando 2 mm de altura e 10

mm de diâmetro o qual foi tratado e revestido por hidroxiapatita de um lado e com uma rosca interna no outro lado. Para avaliar sua efetividade os autores utilizaram como modelo experimental em osso palatino de cães e macacos. Considerou-se como ancoragem ortodôntica um elemento possível de obter-se êxito.

Em 1998, Melsen e colaboradores<sup>29</sup> utilizaram ligaduras metálica sem áreas zigomáticas como ancoragem ortodôntica. Foram utilizados fios de aço inoxidável de 0,012" duplamente trançados, ligado duas perfurações realizadas na porção superior da crista infrazigomática a uma mola fechada de níquel titânio, realizando a intrusão e retração dos incisivos em períodos que variavam de três a seis meses.

Janssens e colaboradores<sup>18</sup>, em 2002, utilizaram onplants para ancoragem palatina a fim de extrair primeiros molares superiores impactados horizontalmente em uma paciente de 12 anos de idade com aplasia dentária e fissura no palato secundário. Após cinco meses de cicatrização, foi utilizada força de 160 g de força durante dezessete semanas conseguindo, com sucesso, extrair os primeiros molares superiores.

Na busca por um recurso de ancoragem esquelética mais versátil, percebeu-se que os parafusos para fixação cirúrgica, apesar de seu tamanho reduzido, possuíam resistência suficiente para suportar a maioria das forças ortodônticas. O inconveniente deste tipo de parafuso residia na dificuldade de se acoplar acessórios ortodônticos à cabeça do mesmo, além de não permitirem boa acomodação dos tecidos moles adjacentes. Baseado nesta idéia, foram desenvolvidos os minimplantes específicos para Ortodontia, sendo estes, dentre todos os implantes temporários, os que melhor se adéquam às características necessárias a este tipo de ancoragem<sup>20</sup>.

Em 1999, Park e Kim<sup>35</sup> descreveram um sistema de ancoragem esquelética, utilizando micro-parafusos de titânio, utilizados para fixação de enxerto ósseo, os quais receberam modificações na cabeça para que pudesse ser acoplar as molas de retração, chamando, assim esse dispositivo de minimplante ortodôntico. Park<sup>35</sup> inseriu esse minimplante entre a raiz do segundo pré-molar superior e do primeiro molar superior de sua paciente e utilizou esses minimplantes como ancoragem, conseguindo, 4 mm de retração e intrusão dos dentes ântero-superiores.

Ohmae e colaboradores<sup>34</sup>, em 2001, inseriram minimplantes na mandíbula de cães da raça Beagle utilizando-os para a ancoragem ortodôntica e intrusão de

terceiros pré-molares mandibulares. Os terceiros pré-molares intruíram 4,5 mm, em média, durante os 12 a 18 semanas de aplicação de força ortodôntica, com ligeira reabsorção radicular. Todos os minimplantes permaneceram estáveis durante o tratamento ortodôntico, sem qualquer sinal de mobilidade ou deslocamento. Segundo esses autores<sup>34</sup>, os implantes dentários convencionais apresentam algumas limitações como: só podem ser colocados em áreas limitadas, como a retromolar e áreas edêntulas; a direção da força de aplicação; é demasiadamente grande para retrações dentárias horizontais quando colocado no rebordo alveolar, ocupando muito espaço da retração. Além disso, implantes dentais podem causar problemas, devido à severidade da cirurgia, o desconforto na cicatrização inicial e a dificuldade de higiene bucal.

## 2.2 Histórico dos Minimplantes

Implantes endósseos foram utilizados para fornecer ancoragem no controle em tratamento ortodôntico sem a necessidade de cooperação do paciente. Estes implantes têm limitações, como: necessidade de espaço, custo, atraso entre a implantação e o tratamento ortodôntico. Já os minimplantes para ancoragem ortodôntica são pequenos o suficiente para ser colocar em qualquer área do osso alveolar, fácil de implantar e remover, barato e de implantação imediata de força. Contudo, os minimplantes também apresentam particularidades relacionadas à sua estabilidade<sup>2</sup>.

Liou, Pai e Lin<sup>24</sup>, avaliaram dezesseis pacientes adultos, com minimplantes com 2 mm de diâmetro e 17 mm de comprimento, usados como ancoragem esquelética maxilar, durante a retração dos dentes ântero-superiores. Foram utilizados molas de nitinol durante a retração anterior. Após duas semanas a inserção dos minimplantes, foram feitas tomadas radiográficas cefalométricas previamente à aplicação da força (T1) e outra nove meses depois, ou após o término da retração (T2). A análise da sobreposição dos traçados cefalométricos (T1 e T2) evidenciou o deslocamento dos minimplantes avaliados, na ordem de: (0: nenhum movimento; 1: < ou =0.5 mm; 2: 0.5 a 1.0 mm e 3: >1.0 mm). A mobilidade de todos os minimplantes foi de 0 em T1 e T2. Em média, os minimplantes sofreram um deslocamento significativamente. Os minimplantes sofreram extrusão e foram inclinados adiante (-1.0 a 1.5 mm) em 7 dos 16 pacientes. Concluiu-se, então, que minimplantes são um método de ancoragem estável, mas não permanecem

absolutamente estacionários ao longo da carga ortodôntica sofrida. Assim sendo, para prevenir que os minimplantes traumatizem qualquer estrutura anatômica por causa do deslocamento, os autores recomendaram a instalação em área alveolares distantes dos dentes, forame, nervos principais, vasos sanguíneos. Com base nos achados estabeleceu-se a premissa de 2 mm, como medida de segurança entre o minimplante e a raiz dental.

Motoyoshi *et al*<sup>31</sup> projetaram modelos de minimplantes com limites de linhas de rosca e seus lances de linhas variando em 0. 5, 1. 0 e 1. 5mm. Foram projetados três modelos com linhas. Foi aplicada uma força de tração de 2N com inclinação de 45° em relação à cabeça do minimplante. A tensão de máximo do modelo com linhas de roscas de 0. 5mm era menor quando comparado com os outros modelos.

Herman, Currier e Miyake<sup>15</sup> realizaram um estudo clínico piloto avaliando a estabilidade e a reação tecidual ao redor dos tecidos moles de minimplantes usados como ancoragem para retração de caninos. A amostra composta por 16 indivíduos cujos primeiros pré-molares foram extraídos. Em cada paciente foram colocados minimplantes lateralmente na maxila entre a raiz do primeiro molar permanente e a raiz do segundo pré-molar. A retração do canino variou de 1,1 a 1,5 milímetros por mês, com medições a cada 30 dias avaliando-se a estabilidade do minimplante e a saúde do tecido periodontal ao redor do minimplantes. O teste de estabilidade foi feito, aplicando-se uma força lateral de aproximadamente 300g, a inflamação dos tecidos foi classificado como levemente irritada, ou agudamente inflamado. Os tecidos moles circundantes permaneceram saudáveis em torno dos minimplantes estáveis e menos saudáveis em torno de minimplantes que foram instáveis ou extraviados.

Em seu estudo, Wilmes, Rademacher e Olthoff<sup>54</sup>, obtiveram trinta e seis segmentos de osso ilíaco de suínos dissecados e imersos em resina, nos quais foram inseridos cinco tipos de minimplantes. Após a avaliação dos dados, os autores concluíram que a estabilidade logo após a aplicação da força ortodôntica ou estabilidade primária é imprescindível para minimizar a taxa de perda do implante e que ela variou grandemente, dependendo da densidade ou qualidade óssea do local, tipo de implante, diâmetro do minimplante, profundidade do plano piloto e técnica de inserção.

Berens *et al*<sup>2</sup>, inseriram 239 minimplantes ortodônticos em 85 pacientes. Inicialmente analisaram a taxa de sucesso de 133 minimplantes e os resultados relacionados com a taxa de sucesso foram utilizados no tratamento dos pacientes subseqüentes. Fazendo assim, eles reduziram a taxa de perda de 23% para 5%. Os minimplantes, mais espessos (2 mm de diâmetro) e colocados no lado vestibular da mandíbula e no lado lingual da maxila, foram fatores importantes para reduzir as taxas de fracasso. Os autores acharam que o lado lingual da mandíbula é uma região inadequada para se inserir um minimplante.

Deguchi *et al*<sup>12</sup>, avaliaram as densidades dos ossos corticais em diferentes regiões da maxila e da mandíbula, utilizando-se de tomografias computadorizadas obtidas de dez pacientes. Foram realizadas medições das distâncias intercorticais e as distâncias entre as raízes de pré-molares e molares para determinar o comprimento aceitável e o diâmetro do minimplante para ancoragem durante o tratamento. Os autores descreveram a ocorrência de variabilidade na espessura. Sendo a espessura significativamente menor de osso cortical na região disto-vestibular do segundo molar superior quando comparado com outras áreas da maxila. Já no lado lingual do segundo molar superior, observaram uma espessura da cortical óssea, significativamente menor, que no lado disto-vestibular. Na região mesial e distal do segundo molar da mandíbula, foi encontrado uma quantidade significativa de osso cortical, quando comparado com a maxila e ao nível de espinha nasal anterior foi encontrado osso significativamente mais cortical. Foi observada uma distancia significativamente maior da superfície da cortical óssea à raiz do primeiro molar superior na região lingual que na vestibular. Havia, significativamente, mais distância em proximidade de raiz na área de mesial que em área de distal ao primeiro molar superior, e mais distância foi observada ao nível oclusal do que ao nível de apical. Verificou-se então que é seguro colocar minimplante tanto por mesial, quanto por distal do primeiro molar superior, com um tamanho aceitável do minimplante de, aproximadamente, 1.5 mm em diâmetro e, aproximadamente, 6 a 8 mm em comprimento.

Park *et al*<sup>37</sup> examinaram a taxa de sucesso e os fatores que afetam o sucesso clínico dos minimplantes de oitenta e sete pacientes (35 homens, 52 mulheres com idade média de 15.5 anos). Com um total de 227 minimplantes, eles observaram uma taxa de sucesso de 91.6%. As variáveis clínicas relacionadas ao minimplante (tipo, diâmetro e comprimento), ao local ocluso-gengival de implantação

e fatores relacionados ao tratamento (ângulo de colocação, método de aplicação de força, tipo de ligadura, exposição de cabeça de parafuso e higiene oral) não mostraram nenhuma diferença estatística nas taxas de sucesso. A idade e o sexo não tiveram nenhuma significação estatística. A presença de mobilidade, o osso para implantação (maxila ou mandíbula), lado de colocação (direito ou esquerdo), e inflamação mostraram diferenças significantes na taxa de sucesso e foram considerados fatores de risco. Os autores concluíram que para minimizar o fracasso dos minimplantes, deve ser controlada a inflamação ao redor desses minimplantes.

A estabilidade clínica suficiente para a ancoragem em ortodontia pode ser alcançada mesmo com níveis de apenas 5% de osteointegração. Uma vez empregados como ancoragem temporária, com menos de 25% de osteointegração, os parafusos permitem a fácil remoção. A longo prazo, a adaptação do implante ao osso ainda não foi bem elucidada e há pouco estudo sobre a carga ideal e o período mínimo necessário para a estabilidade. No entanto, parece ser a carga imediata a mais aceitável, desde que com forças reduzidas. O fracasso com os minimplante continua pouco elucidado, apresentando uma constante variação de 0% a 19%. No entanto, fatores como o local do implante, técnica cirúrgica e a magnitude da força podem influenciar na taxa de sucesso. Os efeitos secundários, tais como peri-implantite e inflamação reabsorção das raízes adjacentes parecem atualmente menos freqüentes <sup>9</sup>.

Kuroda *et al* <sup>22</sup>, avaliaram a proximidade da raiz com o minimplante como um fator de risco para o fracasso de minimplantes de ancoragem ortodôntica. Foram utilizadas radiografias dentais e imagens de tomografia computadorizadas para examinar 216 minimplantes fixados em 110 pacientes. Cada parafuso foi classificado de acordo com sua proximidade com a raiz adjacente. Na categoria I, o parafuso era absolutamente separado da raiz; categoria II, o ápice do parafuso parecia tocar a lâmina dura; e categoria III, o corpo do parafuso encontrava-se inserido na lâmina dura. Foi considerado como sucesso o parafuso que permanecesse estável por um ano ou até o término do tratamento. Os parafusos tiveram uma taxa de sucesso em torno de 80%. Parafusos colocados na maxila tiveram uma taxa de sucesso significativamente mais alta que esses na mandíbula. Havia uma correlação significativa entre taxa de sucesso e a proximidade de raiz. Havia diferenças significantes nas taxas de sucesso entre categorias I e II, I e III, e II e III. Os

parafusos em todas as três categorias na maxila e categorias I e II na mandíbula mostraram altas taxas de sucesso (75%), os parafusos em categoria III na mandíbula tiveram uma baixa taxa de sucesso de 35%. Sendo assim, a proximidade de um minimplante com a raiz é um fator principal de risco principal para o fracasso dos minimplantes. Esta tendência mostrou-se mais evidente para a mandíbula.

Kuroda *et al*<sup>21</sup> examinaram a taxa de sucesso dos minimplantes e fatores analisados associados com a estabilidade. Setenta e cinco pacientes e 116 minimplantes foram utilizados. Eles concluíram que a taxa de sucesso para cada tipo de implante é maior que 80%. A análise de 79 dos 116 minimplantes de 1,3 mm de diâmetro não mostrou nenhuma correlação significativa entre a taxa de sucesso e as variáveis idade, sexo, ângulo do plano mandibular, controle da periodontite, sintomas das desordens temporomandibulares e comprimento de parafuso.

Motoyoshi *et al*<sup>32</sup> examinaram a relação entre a densidade dos ossos corticais, a distância entre as raízes dos dentes (espaço horizontal), a distancia da crista alveolar ao fundo do seio maxilar (espaço vertical) no local preparado, o torque de colocação e a taxa de sucesso dos míni-implantes colocados para ancoragem ortodôntica. Depois de realizado exames de tomografia computadorizada, foram colocados minimplantes de 1.6 mm de largura e 8 mm de comprimento no osso alveolar posterior. Considerou-se o minimplante um sucesso quando força de ortodôntica aplicada não induzia a mobilidade por pelo menos seis meses. A taxa de sucesso dos 87 minimplantes foi de 87,4%. Espessura de osso cortical era significativamente maior no grupo de sucesso ( $1.42 \pm 0.59$  mm a  $0.97 \pm 0.31$  mm,  $P = .015$ ). A taxa de sucesso era significativamente mais alta no grupo com um torque de colocação de minimplante de 8 a 10 Ncm (100%) quando comparado com os minimplantes de torque de colocação mais altos ou mais baixos. Foi encontrada uma taxa significativa de fracasso, quando a espessura de osso cortical era menos que 1.0 mm. Concluíram então que, existe uma relação entre a estabilidade após a colocação do minimplante e a largura e altura do osso alveolar. Sendo assim, segundo esses autores, o local para inserção do minimplante deve ter uma largura de osso cortical de pelo menos 1.0 mm, e o torque de colocação deveria ser controlado até 10 Ncm.

Vande *et al*<sup>55</sup> inseriram quatro minimplantes no processo alveolar da mandíbula em cada um dos cinco cães da raça bigle em um estudo animal experimental. Onze minimplantes estavam perdidos durante o estudo, nove deles

devido à falta de estabilidade primária. Depois de seis meses, foi avaliado histologicamente a osseointegração. Todos os oitos minimplantes mostraram osseointegração parcial, que era independente do tempo e do local (anterior ou posterior) A análise dos dados indicou que aqueles minimplantes puderam funcionar como ancoragem esquelética ortodôntica quando aplicada força de 200 cN no tempo de 6, 12, 18, ou 24 semanas com carga imediata ou com um tempo de espera.

Chen et al <sup>5</sup>, avaliaram os fatores clínicos que influenciam as taxas de fracasso de miniplacas e minimplantes. Entre estes diferentes tipos de ancoragem esquelética, havia uma diferença significativa entre a taxa de fracasso. Não havia nenhuma diferença significativa nas taxas de fracasso entre as miniplacas para as variáveis gênero, tipo de má oclusão, local, se no lado bucal ou lingual, comprimento do parafuso, se carga imediata ou não. Foram achados maiores riscos para fracasso em pacientes mais jovens, quando foi colocado no arco de mandibular e anterior ao segundo pré-molar, ou quando usados miniplacas. Depois de combinar três fatores (tipo de implante, local da colocação e idade) encontro-se uma taxa significativa de fracasso dos miniplacas ( $P < 0.05$ ) com um valor de 85.2%. Sendo assim, a miniplaca colocada em pacientes mais jovens ou colocados no arco de mandibular está a um maior risco de falhar. O sistema de miniplacas tem maior estabilidade comparada com minimplantes, contudo requer uma técnica cirurgia mais complexa e a remoção normalmente causam edema e desconforto, com isso, a seleção do próprio tipo de ancoragem esquelética deveria estar baseado nas necessidades de tratamento específicas de cada paciente.

## 2.3 Estabilidade dos Minimplantes

### 2.3.1 Fatores relacionados ao parafuso

#### *O desenho do minimplante*

Atualmente encontram-se disponíveis dois tipos de parafusos de titânio para uso em Ortodontia, o autoroasqueável e o autoperfurante. O minimplante autoroasqueável requer prévia perfuração com fresa do comprimento do parafuso. Contudo, este sistema tem sido pouco utilizado em virtude da melhoria técnica do parafuso autoperfurante. O sistema autoperfurante apresenta a ponta ativa e a rosca cortante, tornando desnecessária a perfuração prévia. A melhoria no sistema autoperfurante propicia o uso de minimplante, que elimina, em parte, o emprego da

perfuração na cortical óssea<sup>21</sup>. A eliminação da etapa de perfuração elimina também o risco de aquecimento ósseo, descartando assim mais um fator de falha descrito na literatura<sup>6</sup>.

O desenho apropriado da rosca no minimplante diminui a concentração de tensão no osso e o espaçamento menor entre roscas faz com que haja uma melhor distribuição dessa força ao longo do minimplante, diminuindo, ainda mais, as áreas de concentração de tensão no osso<sup>32</sup>.

Wilmes, Rademacher e Olthoff<sup>54</sup> encontraram uma menor estabilidade primária na marca Tomas Pin quando comparada com a marca Dual Top. Isso se deve a um melhor desenho da rosca cujo aumento do fio de corte proporciona maior contato com o tecido ósseo oferecido pelo parafuso Dual Top. Este fator mostrou-se especialmente importante para a cortical óssea fina, observando-se maior estabilidade primária quando comparado à rosca com o fio de corte menor presente na marca Tomas Pin.

De acordo com Ansell e Scale<sup>1</sup>, o desenho do fio de corte da rosca, também influencia no melhor desempenho da rosca durante a introdução do parafuso. O fio de corte assimétrico tende a facilitar o corte e introdução do parafuso, gerando menor compressão do osso.

A ponta ativa do parafuso merece detalhamento para melhorar o corte e introdução. Observa-se variação do desenho da ponta ativa entre marcas comerciais com reflexo sobre a técnica de instalação. Pontas com maior poder de corte eliminam na maioria das vezes a perfuração prévia facilitando o manuseio e versatilidade do dispositivo<sup>1</sup>.

### *Diâmetro do minimplante*

O minimplante deve ter um diâmetro suficiente para uma boa adaptação no espaço ósseo interradicular, sem, contudo, ser frágil a ponto de se fraturar com facilidade. O diâmetro médio encontrado na literatura varia desde 1,2 mm a 2 mm<sup>32</sup>. Miyauwak *et al*<sup>30</sup>, encontraram uma taxa de sucesso de 0%, 83.9% e 85.0%, em minimplantes, respectivamente, com 1 mm, 1,5 mm e 2,3 mm de diâmetro, demonstrando, assim, que minimplantes com 1mm de diâmetro ou menos não devem ser usados, e que não há diferenças significativas nas taxas de sucesso quando se usa 1,5 mm ou 2,3 mm de diâmetro. Deste modo, Ludwig<sup>26</sup>, destaca como modo de facilitar o uso destes dispositivos, a opção por minimplantes com

diâmetro único de 1,6 mm. Esta preferência repete-se, em outros estudos, em virtude do diâmetro próximo de 1,5 mm ser mais apropriado ao espaço interradicular médio encontrado nas várias regiões da arcada dentária<sup>23, 32</sup>.

### *Comprimento do minimplante*

O comprimento dos parafusos varia de 5 a 14 mm. Assim como o diâmetro o comprimento indicado depende da quantidade de osso disponível no local da implantação. Contudo, o diâmetro representa fator de estabilidade mais importante do que o comprimento. Deste modo, não se considera relevante aumentar o comprimento do parafuso como recurso para melhor estabilidade quando os espaço interradicular exige menor diâmetro<sup>21,54</sup>.

Wilmes, Rademacher e Olthoff<sup>54</sup> encontraram um ligeiro aumento do torque de inserção em minimplantes da marca Dual top e Tomas Pin de 10 mm, comparado com o de 8 mm, verificando pouca vantagem no aumento do comprimento de 8 mm para 10 mm. Já Kuroda *et al*<sup>21</sup> não encontraram nenhuma relação entre o aumento do comprimento do minimplante e a taxa de sucesso. Segundo esses autores, o comprimento deve ser selecionado de acordo com a espessura da cortical óssea e da mucosa bucal e não com a intenção de aumentar a taxa de sucesso.

### 2.3.2 Fatores relacionados ao profissional

#### *Habilidade técnica*

O recente aumento da popularidade da ancoragem esquelética tem estimulado os profissionais à busca por informações necessárias ao entendimento do uso desta modalidade de ancoragem esquelética. Em virtude dos diferentes tipos de sistema comercializados o profissional deve selecionar e se familiarizar com o tipo de minimplante mais conveniente ao uso. A técnica de instalação representa um dos fatores mais comumente citados na literatura variando desde sugestão por instalação sem a necessidade de perfuração prévia até a indicação de protocolo com incisão e rebatimento de retalho mucoperiosta<sup>9</sup>. Porém, outros autores<sup>15, 21</sup>, não encontraram nenhuma diferença entre a taxa de sucesso de minimplantes com incisão cirúrgica e sem incisão cirúrgica, apresentando os dois uma taxa de sucesso de maior que 80%.

A habilidade técnica e experiência clínica, assim como observada para outros dispositivos ortodônticos, também se mostram importante para o aumento na taxa de sucesso na estabilidade do minimplante<sup>15, 21</sup>.

#### *Protocolo de instalação*

A proximidade do minimplante com a raiz do dente adjacente é um grande fator de risco de perda do minimplante<sup>22</sup>. Recomenda-se o espaço mínimo requerido de 0,5 mm da mesial e distal do minimplante em relação às raízes. Com a redução deste espaço ocorrerá compressão ou perfuração da lâmina dura e conseqüente aumento no risco de falha na estabilidade<sup>27</sup>.

A avaliação radiográfica por meio da técnica do paralelismo fornece informações suficientes para verifica a distância entre as raízes. Também, recomenda-se o percurso de inserção do parafuso ser realizado de forma angulada em relação ao longo eixo dos dentes. Este direcionamento permite ao parafuso atingir uma porção mais superior onde se observa maior quantidade de osso em virtude do formato cônico das raízes dentárias<sup>44</sup>.

#### *Magnitude de força aplicada*

Kuroda *et al*<sup>21</sup>, não encontraram correlação entre a carga imediata no tratamento e a taxa de sucesso. Já Romanos *et al*<sup>42</sup>, mostraram que a carga imediata aumenta a ossificação do osso alveolar ao redor do minimplante<sup>42</sup>. A carga imediata sobre o minimplante considera-se como recomendada em virtude do sucesso da mecânica de interdigitação entre o osso alveolar e o minimplante. Deve-se observar a recomendação para aplicação de força inicial menor que 2N, aumentando-se gradativamente<sup>9,31</sup>.

Como elementos de ancoragem, o minimplante deve suportar magnitude de força compatível com sua característica de suporte ao movimento dentário. Os parâmetros de força a serem utilizada no minimplante ortodôntico devem ser calculados de modo a manter sua estabilidade espacial. Hsieh *et al*<sup>16</sup> encontraram estabilidade de posicionamento para implantes osteointegrados submetidos à carga de 100 e 200 g durante seis meses. Contudo, a aplicação de força ao nível de 500g, no mesmo período de tempo, resultou em inclinação dos implantes. Os resultados sugerem que tanto o implante como os minimplante não representam uma ancoragem rígida em todas as circunstâncias. A quantificação da força aplicada no

minimplante merece ser dosada e controlada por parte do profissional para evitar problemas com a movimentação dos mesmos.

### 2.3.3 Fatores relacionados ao paciente

#### *Espessura da cortical óssea*

A estabilidade do minimplante esta relacionada à retenção mecânica, também denominada de estabilidade primária. Desta dependência de posição estável decorre a densidade óssea como representantes importantes da retenção. Quanto maior a espessura e densidade da cortical óssea, maior é o torque de inserção e a estabilidade primária<sup>54</sup>. Chen *et al*<sup>5</sup>, avaliaram a estabilidade de 359 minimplantes em 129 pacientes com diferentes sistemas de ancoragem esquelética. Foram encontraram menores índices de estabilidade nos minimplantes instalados na região anterior aos segundos pré-molares da mandíbula, particularmente em pacientes jovens. Kuroda *et al*<sup>21</sup>, relataram uma significativa diminuição da taxa de sucesso em minimplantes colocados na área vestibular de molares em comparação com a área de pré-molares.

A cortical óssea da maxila é ligeiramente menor que a da mandíbula, sendo por isso a taxa de sucesso, também, ligeiramente menor na maxila. Porém não há diferença significativa na taxa de sucesso na maxila e na mandíbula, quando minimplantes de 1,5 mm a 2,3 mm de diâmetros são usados, sendo 1,5 mm suficiente para estabilizar o minimplante na maxila ou na mandíbula, se existir osso cortical suficiente. Porém se o diâmetro usado no minimplante for entre 1 mm e 1,5 mm, a taxa de sucesso entre a maxila e mandíbula é significativamente diferente<sup>30</sup>.

#### *Inflamação peri implante*

Minimplantes apresentando inflamação no tecido perimplantar mostraram uma significativa diminuição na taxa de sucesso quando comparado com os tecidos sem inflamação, sendo assim, a prevenção da inflamação é um importante meio de se prevenir a perda do minimplante<sup>30</sup>.

O pressão mecânica feita pela força ortodôntica na interface osso-minimplante não causa peri-implantite ou mesmo perda óssea<sup>17</sup>.

A orientação de higiene pós-cirúrgica é importante para a estabilidade futura do microparafuso. Nos primeiros 14 dias, o paciente deverá higienizar o local de inserção do implante com uma escova periodontal PHB-RX Ultra Suave (Periodontal

healing brush, Osseo-EUA) embebida em uma solução de gluconato de clorexidina 0,12% por 30 segundos, 2 vezes ao dia. A indicação desta escova pós-cirúrgica é importante, pois possui cerdas extremamente macias, dando ao paciente a segurança de higienizar uma área que acabou de ser manipulada cirurgicamente. A partir do 15º dia, a higienização da área do microparafuso e demais regiões deve ser realizada com escova macia e creme dental pelo menos três vezes ao dia. Após a cirurgia, alguns ortodontistas aguardam um período de 14 dias para o início da aplicação de força, pois acreditam que a instalação de acessórios, como molas, elásticos e amarrilhos, podem dificultar a higienização da área neste primeiro momento e que esse período é importante para a cicatrização da região peri-implantar<sup>33</sup>. Outros fazem a aplicação de carga imediata<sup>8, 38,42</sup>. Consultas para um controle clínico da saúde peri-implantar deverão ser feitas semanalmente no primeiro mês e mensalmente durante todo o tratamento, reforçando a orientação das medidas de higienização<sup>33</sup>.

Para a prevenção de possível infecção, o paciente deverá fazer uso de profilaxia antibiótica (Ex: quatro cápsulas de 500mg de amoxicilina) e de antiinflamatório (Ex: Etoricoxib – 120 mg) uma hora antes da cirurgia<sup>33</sup>.

### **3. PROPOSIÇÃO**

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar a validade da identificação do posicionamento de minimplantes ortodônticos instalados na região posterior da maxila, por meio do uso de um tipo de posicionador para radiografias oclusais.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram selecionados três crânios secos humanos (crânio 1, crânio 2, crânio 3), obtidos do laboratório de anatomia do UniCeuma, parcialmente dentados, com as corticais vestibulares preservadas na região pósterio-superior da maxila e instalados seis minimplantes usados como ancoragem total em ortodontia, marca: O.S.A.S. *Orthodontic Skeletal Anchorage System*, DEWIMED, diâmetro interno: 1,2 mm; diâmetro externo (1,6 x 9) autoperfurante, utilizando, para, isso, uma chave acoplada ao minimplante (Fig. 2). Realizou-se a perfuração da cortical óssea vestibular com uma broca esférica acoplada a um contra-ângulo (Kavo) do motor cirúrgico (Asseptic), posicionando a broca na porção média do osso alveolar entre a raiz mesio vestibular do primeiro molar superior e a raiz do segundo pré-molar superior a uma rotação de 30 rpm. Em seguida, realizou-se a instalação dos minimplantes por meio manual através de uma chave (DEWIMED) acoplada ao parafuso seguindo um ângulo de aproximadamente 45°, com o longo eixo do dente (Fig.1), o qual rosqueamos até a implantação da última rosca do parafuso (Fig. 3, 4 e 5). Os parafusos de titânio foram posicionados na porção posterior da maxila, entre os primeiros molares e segundos pré-molares respeitando-se a indicação de inclinação em torno de 45° em relação ao longo eixo dos dentes.

As incidências radiográficas dos crânios foram obtidas com as películas radiográficas oclusais *Insight IO-41*, tamanho 5,7 cm x 7,6 cm, as quais foram inseridas no posicionador com o picote voltado para cima e para anterior e levado em posição, orientado pela linha média do crânio e com o filme oclusal, tocando o maior número de dentes possível, utilizando-se para isso o posicionador oclusal de Zanda (Fig 8).

O posicionador oclusal de Zanda possui uma placa de suporte com aletas laterais para a fixação do filme, um localizador vazado no centro por uma abertura circunferencial com diâmetro de 6 cm (Fig. 7) e uma haste vertical de 18 cm de altura formando um ângulo de 65° com a placa de suporte e um ângulo de 90° com o localizador.

As incidências radiográficas foram realizadas com um correto alinhamento entre o cilindro localizador do aparelho de Raios-x (Spectro 70x, marca Dabi Atlante) e o localizador do posicionador para radiografias oclusais, utilizando um tempo de exposição de 1,5 s com 70KVp e 10 mA (Fig. 9 ).

Neste estudo incluiu-se três operadores, sendo um ortodontista (LCSD), um implantodontista (DR) e um aluno de graduação em odontologia (YBCF), cada operador foi instruído sobre a forma correta de colocação do posicionador oclusal e do aparelho de Raios-X para a tomada radiográfica.

Após a incidência radiográfica o aparelho retomou a posição de repouso, com o cabeçote encostado na base e o crânio foi retirado da mesa. Este procedimento permitia que todas as radiografias fossem realizadas nas mesmas condições e que um operador não influenciasse o seguinte.

Assim, o segundo operador entrava na sala e realizava o mesmo procedimento e, finalmente, o terceiro operador.

Ao final desta série de três radiografias, trocava-se o crânio e, respeitando os mesmos critérios, todos os crânios foram radiografados.

Cada um dos três operadores realizou três incidências radiográficas em três intervalos de quinze dias em cada um dos três crânios. Assim, realizaram-se nove incidências radiográficas em cada crânio, totalizando vinte e sete incidências radiográficas nos três crânios.

Em seguida, foi realizado o processamento das radiografias, utilizando uma câmara escura. As radiografias foram processadas manualmente pelo método temperatura-tempo. Após o processamento radiográfico, retirava-se a película da câmara escura e lavava-se em água corrente, para logo após proceder com a secagem das radiografias. O conjunto das três radiografias de cada crânio foi identificado externamente segundo o número de identificação do crânio, do operador e do tempo.



Fig. 1 – Perfuração da cortical óssea



Fig. 2 – Minimplante autoperfurante, acoplado na chave de mão

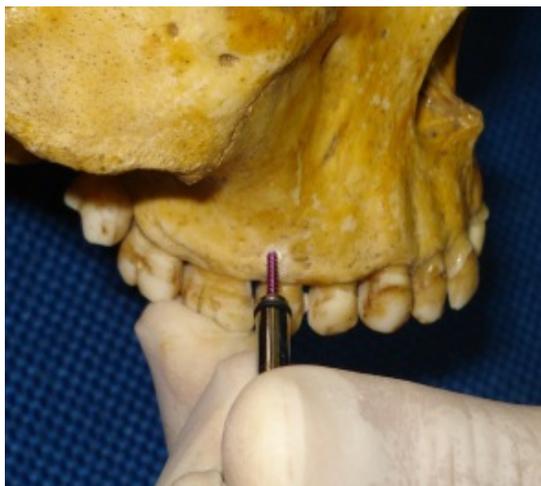


Fig. 3 – Minimplante autoperfurante, sendo angulado 40° com o longo eixo do dente e rosqueado



Fig. 4 – Vista frontal do crânio com os minimplantes



Fig. 5 – Vista lateral esquerda do crânio com os minimplantes



Fig. 6 – Vista lateral direita do crânio com os minimplantes



Fig. 7 – Vista do local de colocação do cone do Rx



Fig. 8 – Cilindro do Rx colocado e pronto para a incidência radiográfica

### *Medidas*

Após o processamento radiográfico, cada radiografia foi catalogada através de uma etiqueta que continha a informação do crânio radiografado, do operador e do tempo em que foi realizado a operação. Em seguida, as imagens radiográficas foram digitalizadas junto com uma régua milimétrica utilizando um scanner de mesa (Be@rPaw 2400TA Plus, Scannior A4). Após a digitalização das imagens, foi utilizado o programa de computador MacBiophotonics ImageJ (Wayne) para captar as imagens, para isso, abrimos o programa, clicamos na opção *File, Open*, escolhemos a imagem desejada.

Para realizarmos a calibração das medidas, clicamos, inicialmente, na opção *Straight Line Selections* e com a ponteira do *mouse*, construímos uma reta do centro de um traço ao outro da régua milimetrada, o equivalente a 1 mm. Em seguida, a calibração foi feita, utilizando, no programa, a opção *Analyze, Set scale* e, logo após, digitando na opção *Known Distance*, a distancia inicialmente construída na régua, que foi de 1mm. Após a calibração seguiu-se com as medições, abrindo cada imagem, clicando na opção *Straight Line Selections* e com a ponteira do *mouse*, construindo uma reta entre os dois pontos dos quais se deseja medir.

As medições do posicionamento radiográfico dos minimplantes foram definidas por meio do sistema cartesiano utilizando-se o programa MacBiophotonics ImageJ conforme mostra a figura 11. O sistema cartesiano foi formado pelas seguintes medidas:

1 – linha A – linha reta traçada sobre a sutura intermaxilar, sobrepondo o maior número de pontos da sutura palatina mediana.

2 – linha B - linha de intersecção perpendicularmente à linha A, no ponto virtual representativo do centro do forame incisivo.

3 – distancia  $x_d$  - menor distância em milímetros entre o ponto mais extremo da cabeça do minimplante à linha A do minimplante do lado direito

4 – distancia  $y_d$  - menor distância em milímetros entre o ponto mais extremo da cabeça do minimplante à linha B do minimplante do lado direito.

5 – distancia  $x'd$  - menor distância em milímetros entre o ponto mais extremo da ponta do minimplante à linha A do minimplante do lado direito.

6 – distancia  $y'd$  - menor distância em milímetros entre o ponto mais extremo da ponta do minimplante à linha B do minimplante do lado direito.

7 – distancia  $x_e$  - menor distância em milímetros entre o ponto mais extremo da cabeça do minimplante à linha A do minimplante do lado esquerdo

8 – distancia  $y_e$  - menor distância em milímetros entre o ponto mais extremo da cabeça do minimplante à linha B do minimplante do lado esquerdo.

9 – distancia  $x'e$  - menor distância em milímetros entre o ponto mais extremo da ponta do minimplante à linha A do minimplante do lado esquerdo.

10 – distancia  $y'e$  - menor distância em milímetros entre o ponto mais extremo da ponta do minimplante à linha B do minimplante do lado esquerdo.

Realizou-se as medições radiográficas das distancias  $x$ ,  $y$ ,  $x'$  e  $y'$  dos minimplantes colocados no lado direito e esquerdo dos crânios (Fig. 9), os quais foram organizadas em uma tabela (Apêndice A). Anotaram-se as medidas do posicionamento radiográfico de cada minimplante em cada crânio variando-se o operador e o tempo. Em seguida, os dados anotados, foram comparados intra-examinadores e inter-examinadores, analisados estatisticamente e verificado se existe uma correta reprodução numérica do posicionamento dos minimplantes independente das variáveis tempo e operador.

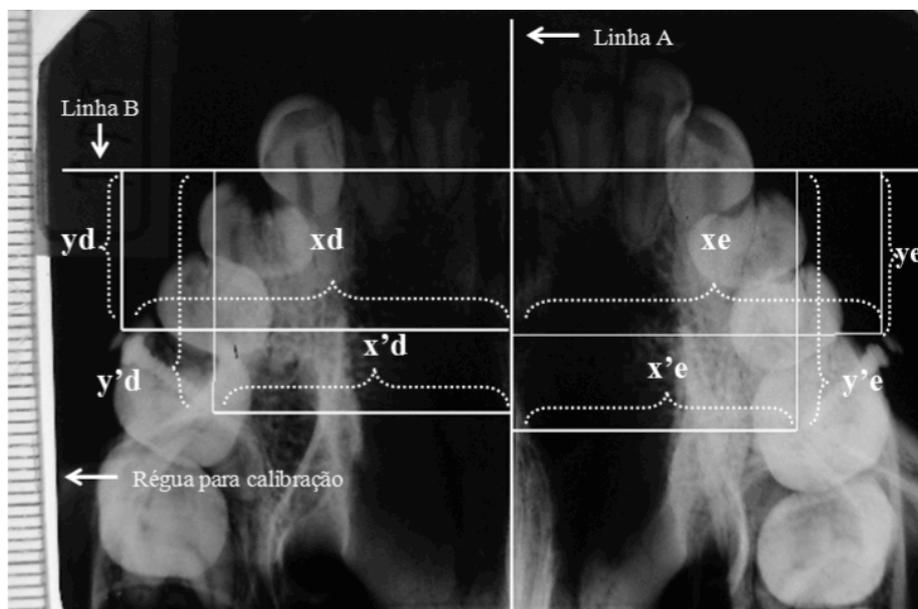


Fig. 10 – Rx Oclusal com o traçado proposto

Para a verificação do erro intra-examinador foi utilizado teste da Correlação Intraclass, e para a verificação da influencia do tempo e operador, foi utilizado o teste de ANOVA da análise de variância a dois critérios para medidas repetidas.

## 5 RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa foram obtidos a partir dos seguintes dados:

- Número de operadores: três
- Crânios examinados: três
- Número de radiografias por crânio: nove
- Total de radiografias: vinte e sete
- Medidas lineares por radiografias: oito
- Total de medidas lineares obtidas: 216, os quais foram anotados em uma tabela (apêndice A) e realizado a média e o desvio padrão.

Tabela 1 – Correlação intraclasse

|                        | X         | Y         | X'        | Y'        |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Variância entre grupo  | 0.0087    | 0,947     | 0,0355    | 0,282     |
| Erro experimental      | 0.0004    | 0,0048    | 0,0005    | 0,0008    |
| F                      | 22.5505   | 195,36    | 74,611    | 372,57    |
| P                      | < 0.0001  | < 0.0001  | < 0.0001  | < 0.0001  |
| Correlação Intraclasse | 0.8778    | 0,9848    | 0,9608    | 0,992     |
| IC inferior            | 0.6963    | 0,9587    | 0,8958    | 0,978     |
| IC Superior            | 0.9538    | 0,9944    | 0,9856    | 0,997     |
| Reprodutibilidade      | Excelente | Excelente | Excelente | Excelente |

Como pode ser observado na tabela 3, para todos os valores de cada coordenada (x, y, x' e y'), foi encontrada uma correlação positiva, alta e significativa ( $p < 0,05$ ), indicando uma excelente replicabilidade entre os operadores.

Em relação ao efeito do tempo, operador e suas interações, não houve diferenças significativas (Tabela 2). Na comparação entre as medidas lineares (média dos três tempos) para os 3 operadores nos 3 crânios, podemos observar o desvio padrão com valores muito baixos, o que indica um alto nível de reprodutibilidade dos valores (Tabela 3).

Tabela 2 – ANOVA das medidas x, y, x' e y'

| <b>variável</b>  | <b>GL</b> | <b>F</b> | <b>P</b> |
|------------------|-----------|----------|----------|
| <b>x1</b>        |           |          |          |
| Operador         | 2         | 0,401    | 0,672    |
| Tempo            | 2         | 0,096    | 0,909    |
| operador * tempo | 2         | 0,06     | 0,993    |
| Erro             | 45        |          |          |
| Total            | 54        |          |          |
| <b>y1</b>        |           |          |          |
| Operador         | 2         | 0,007    | 0,993    |
| Tempo            | 2         | 0,028    | 0,972    |
| operador * tempo | 2         | 0,006    | 1,000    |
| Erro             | 45        |          |          |
| Total            | 54        |          |          |
| <b>x2</b>        |           |          |          |
| Operador         | 2         | 0,101    | 0,904    |
| Tempo            | 2         | 0,076    | 0,927    |
| operador * tempo | 2         | 0,025    | 0,999    |
| Erro             | 45        |          |          |
| Total            | 54        |          |          |
| <b>y2</b>        |           |          |          |
| Operador         | 2         | 0,014    | 0,986    |
| Tempo            | 2         | 0,019    | 0,981    |
| operador * tempo | 2         | 0,002    | 1,000    |
| Erro             | 45        |          |          |
| Total            | 54        |          |          |

\* significativa para  $p < 0,05$

Tabela 3 – Tabela de comparação entre as medidas lineares (média dos três tempos) para os 3 operadores nos 3 crânios, submetidos ao teste ANOVA

| CRÂNIO   | LADO     | MEDIDA | OP1   |      | OP2   |      | OP3   |      |
|----------|----------|--------|-------|------|-------|------|-------|------|
|          |          |        | Média | DP   | Média | DP   | Média | DP   |
| Cranio 1 | Esquerdo | x      | 32.43 | 0.50 | 32.77 | 0.07 | 32.25 | 0.30 |
|          |          | y      | 13.49 | 0.28 | 13.37 | 0.24 | 13.68 | 0.57 |
|          |          | x'     | 24.32 | 0.31 | 25.19 | 0.27 | 24.50 | 0.20 |
|          |          | y'     | 20.53 | 0.26 | 20.43 | 0.27 | 20.65 | 0.50 |
|          | Direito  | x      | 31.83 | 0.34 | 31.36 | 0.34 | 31.36 | 0.11 |
|          |          | y      | 13.17 | 0.83 | 13.61 | 0.44 | 12.87 | 0.81 |
|          |          | x'     | 24.60 | 0.39 | 24.65 | 0.33 | 24.85 | 0.30 |
|          |          | y'     | 21.68 | 0.65 | 21.96 | 0.32 | 21.33 | 0.69 |
| Cranio 2 | Esquerdo | x      | 30.06 | 0.45 | 30.25 | 0.66 | 31.04 | 0.30 |
|          |          | y      | 2.70  | 0.17 | 2.98  | 0.47 | 2.51  | 0.27 |
|          |          | x'     | 21.62 | 0.52 | 21.81 | 0.51 | 22.40 | 0.41 |
|          |          | y'     | 9.49  | 0.26 | 9.41  | 0.45 | 9.34  | 0.24 |
|          | Direito  | x      | 27.66 | 0.59 | 27.87 | 0.88 | 28.19 | 0.92 |
|          |          | y      | 5.63  | 0.20 | 5.72  | 0.31 | 5.73  | 0.56 |
|          |          | x'     | 18.27 | 0.45 | 18.46 | 0.58 | 18.71 | 0.69 |
|          |          | y'     | 11.57 | 0.12 | 11.55 | 0.41 | 11.81 | 0.39 |
| Cranio 3 | Esquerdo | x      | 31.21 | 0.43 | 31.02 | 0.71 | 31.57 | 0.68 |
|          |          | y      | 7.74  | 0.39 | 7.86  | 0.10 | 8.25  | 0.08 |
|          |          | x'     | 23.69 | 0.48 | 23.61 | 0.53 | 23.72 | 0.53 |
|          |          | y'     | 15.81 | 0.30 | 15.92 | 0.13 | 16.43 | 0.33 |
|          | Direito  | x      | 28.86 | 0.59 | 29.03 | 1.20 | 29.54 | 0.93 |
|          |          | y      | 7.53  | 0.67 | 7.50  | 0.22 | 7.60  | 0.63 |
|          |          | x'     | 20.39 | 0.41 | 20.48 | 0.62 | 20.92 | 0.72 |
|          |          | y'     | 13.11 | 0.40 | 13.34 | 0.21 | 13.54 | 0.91 |

\* Significante para  $p < 0,05$

## 6 DISCUSSÃO

As modificações de posicionamento espacial de estruturas anatômicas têm sido observadas por meio de radiografias seriadas. Desde a introdução do cefalostato, a utilização de radiografias padronizadas tem sido muito empregada na ortodontia para determinar o sentido e a quantidade de crescimento dos ossos da face. Estes eventos podem ser observados, também, mediante o uso de aparelhos ortodônticos. Como observados em outros estudos, posicionadores, marcadores e estruturas anatômicas ósseas evidenciam as imagens radiográficas e facilitam a obtenção de informações sobre o posicionamento de estruturas ou objetos usados em tratamentos ortodônticos <sup>13</sup>. Assim, essa pesquisa utilizou de um modelo de posicionador radiográfico, para que as radiografias obtidas pudessem ser o mais uniforme possível. Também, preocupou-se em selecionar, como referências para obtenção de medidas, algumas estruturas anatômicas ósseas que não sofrem alterações no decorrer do tratamento ortodôntico.

Como observado por Liou, Pai e Lin <sup>24</sup>, os minimplantes não permanecem totalmente estáveis durante o emprego de força de 250 g, deste modo, parece evidente a ocorrência da perda de ancoragem realizadas por minimplantes. Este trabalho de pesquisa mostra que o método ora testado mostrou-se confiável para a quantificação desta perda de ancoragem. Também, por meio das informações numéricas sobre o deslocamento dos minimplantes pode-se correlacionar com a quantidade de movimentação dentária determinada pela retração. Assim, futuros trabalhos clínicos poderão avaliar a distância mínima que os minimplantes devem apresentar em relação à superfície da raiz dos dentes vizinhos ao minimplante, bem como a direção e o sentido do deslocamento sofrido por esse minimplante. Além disso, trabalhos clínicos podem ser feitos, correlacionando, a espessura, desenho e comprimento do minimplante com esse deslocamento sofrido.

O deslocamento sofrido por um minimplante poderá contribuir para a perda da estabilidade, uma vez que esse deslocamento poderá causar um íntimo contato do minimplante com os dentes adjacentes. Essa estabilidade também está relacionada com: fatores relacionados ao minimplante como o desenho, o diâmetro e o comprimento; fatores relacionados com o profissional como a habilidade técnica, o protocolo de instalação e a magnitude de força aplicada e fatores relacionados com o paciente como a espessura da cortical óssea e a higiene oral.

Além disso, este método mostrou-se válido quando analisado o seu baixo custo em relação aos métodos tomográficos apregoados para avaliação de modificações estruturais em Ortodontia. Empregando materiais de fácil obtenção e de baixo custo, facilita o emprego pela maior parte dos clínicos e pesquisadores que tenham interesse em compreender melhor esta inovadora modalidade de ancoragem da Ortodontia.

Para a execução da metodologia optou-se pelo uso de crânios humanos e tempo de exposição reduzido. O modelo adotado simula as condições de trabalho encontradas nas clínicas radiográficas e não envolve a exposição injustificada de pacientes às radiações ionizantes (Portaria 453, 1998) <sup>45</sup>.

As estruturas anatômicas escolhidas para o traçado radiográfico são de fácil localização, bem como sua disposição foi determinada visando reproduzir a localização espacial bidimensional dos minimplantes inseridos e posteriormente a detecção de erros entre os operadores. Embora tenham sido utilizados crânios secos, nas áreas selecionadas, acredita-se que os tecidos moles não interferirão na visualização das estruturas anatômicas utilizadas e dos minimplantes instalados.

O número de crânios íntegros permitiu verificar a influência das variações anatômicas individuais na análise estatística. A correlação intraclasse comprovou que mesmo com a mudança de crânio, e conseqüentemente ocorrência de variações anatômicas, houve uma correlação alta ( $r = 0.8778$ ;  $r_y = 0,9848$ ;  $r'_x = 0,9608$ ;  $r'_y = 0,992$ ) e significativa ( $p < 0,05$ ), entre as diferentes medidas de cada crânio indicando uma excelente replicabilidade entre os operadores. O número de crânios secos utilizados em estudos dessa modalidade mostra-se variável quando observada a literatura. Determinados estudos <sup>7, 13</sup> apresentam um número reduzido de três crânios secos, enquanto outros <sup>56</sup> apresentam-se em um número maior de doze crânios secos, devido a uma quantidade menor de medidas analisadas.

Os testes realizados utilizando duas variáveis, tempo e operador, verificaram que não houve influencia significativa desses dois fatores, concordando com as pesquisas de Zanda <sup>56</sup> e Gurgel <sup>13</sup>. Baseado nisso, pode-se dizer que o uso clínico dessa técnica radiográfica permite o acompanhamento longitudinal de minimplantes realizado por diferentes operadores em diferentes etapas do tratamento ortodôntico.

Deve-se lembrar que um bom processamento radiográfico favorece a visualização das estruturas anatômicas e, com isso, uma precisão nos valores obtidos<sup>53</sup>.

A padronização das radiografias, por meio do posicionador radiográfico oclusal desenvolvido por Zanda<sup>56</sup>, demonstrou um maior grau de repetibilidade nas tomadas radiográficas oclusais da maxila, quando comparado com o método convencional sem o posicionador. Para que os resultados obtidos neste trabalho de pesquisa pudessem validar o método como fiel para mensurar uma movimentação de minimplantes, era fundamental uma padronização de radiografias para que não houvesse a possibilidade de falsos negativos. A nossa sugestão é o uso deste posicionador ou de modelo similar para o eficiente controle das alterações de posicionamento espacial de minimplantes. Deve-se destacar que esses dispositivos, em virtude de seu desenho, devem estar instalados na região posterior de maxila. Cabe ressaltar que estudos futuros devem confirmar novos desenhos de posicionadores para diferentes regiões das bases ósseas.

Para a comprovação de que esse método pode ser utilizado para mensurar o deslocamento do minimplante, era necessário, antes, verificar se erros decorrentes da mudança de operador, do tempo entre as tomadas radiográficas e de variações anatômicas, seriam significantes na verificação do deslocamento do minimplante.

O índice ICC (*Intraclass Correlation Coeficient*) ou Coeficiente de Correlação Intraclasse verificou se as variações ocorridas entre as medidas encontradas nas radiografias realizadas por cada examinador foram similares. Observou-se que para cada operador, as medidas de cada coordenada de localização da cabeça e ponta do minimplante ( $x$ ,  $y$ ,  $x'$  e  $y'$ ), de cada crânio, tiveram variações similares, com uma correlação positiva, alta (Ex.  $x$ , entre os operadores 1 e 2 foi de 87,8%) e significativa ( $p < 0,05$ ), indicando uma replicabilidade excelente.

A concordância entre os operadores demonstrada pela Análise de Variância deixa clara a idéia de que esta metodologia pode ser utilmente empregada em estudos clínicos ou indicada para o uso dos ortodontistas.

Embora Zanda<sup>56</sup> tenha encontrado maiores variações na replicabilidade de medidas que se encontravam mais afastadas do plano oclusal, as medidas encontradas na posição espacial dos minimplantes, ou seja, a cabeça do minimplante e a ponta ativa mostraram variações estatisticamente insignificantes. Essa excelente replicabilidade decorreu-se em razão dos minimplantes e das

estruturas anatômicas utilizadas na pesquisa encontrarem-se dispostas no mesmo plano espacial. Por essa mesma razão, a sutura palatina mediana apresentou-se como um referencial confiável para a determinação das medidas analisadas estatisticamente. Deve-se observar que este método proposto indica que não somente o posicionador como também as estruturas anatômicas selecionadas como referencial tornam-se de suma importância para o determinação do posicionamento longitudinal dos minimplantes. Deste modo, a adequação deste método para outras regiões das bases ósseas implica em futuros estudos para identificação das estruturas anatômicas mais confiáveis para cada região.

## 7 CONCLUSÕES

A reprodutibilidade entre os operadores mostrou-se alta e as diferenças nas medidas  $x$ ,  $y$ ,  $x'$  e  $y'$  não foram significativas, ou seja, não houve diferença com a variação do tempo e do operador. Dessa forma, confirma-se que o uso do método para a mensuração do posicionamento do minimplante, no sentido ântero-posterior e latero-medial, mostrou-se válida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ansell RH, Scales JT. J Biomech. A study of some factors which affect the strength of screws and their insertion and holding power in bone 1968; 1:279-302.
2. Berens A, Wiechmann D, Dempf R. Mini- and Micro-screws for Temporary Skeletal Anchorage in Orthodontic Therapy. J Orofac Orthop 2006;67:450–8.
3. Block MS, Hoffman DR. A new devise of absolute anchorage for orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995; 107:251-8.
4. Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallén O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. Scandinavian Journal of Plastic Reconstructive Surgery. 1977.
5. Chen YJ, Chang HH, Huang CY, Hung HC, Lai EH, Yao CC. Clin Oral A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. Epub 2007;18:768-75.
6. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. International Journal of Oral & Maxillofacial Implants 2004; 19: 100–106.
7. Coelho RM, et al. Comparação de posicionadores radiográficos considerando aspectos periodontais. R. Periodontia 2007;17: 80-85.
8. Costa A, Raffini M, Melsen B. Microscrew as orthodontic anchorage. Int J Adult Orthod Orthognath surg 1998; 13:201-9.
9. Cornelis MA, Scheffler NR, Clerck HJ, Tulloch JF, Nyssen-Behets C. Systematic review of the experimental use of temporary skeletal anchorage devices in orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131:00.
10. Gainsforth BL, Higley LB. A study of orthodontic Anchorage possibilities in basal bonés. Am J Orthod Oral Surg 1945; 31; 406-417.
11. Creekmore TD, Eklund MK. The possibility of skeletal anchorage. J Clin Orthod 1983; 17: 266-9.
12. Deguchi T, Nasu M, Murakami K, Yabuuchi T, Kamioka H, Takano-Yamamoto T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 129:7.
13. Gurgel J A. O uso de marcadores para identificação de posicionamento dentário em telerradiografias frontais póstero-anteriores - Proposta de um método. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. Maringá, v. 10, n. 6, 2005.

14. Gurgel J A. Apostila de Ancoragem esquelética. Quinelato 2008: 1-24.
15. Herman RJ, Currier GF, Miyake A. Mini-implant anchorage for maxillary canine retraction: A pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130:228-35.
16. Hsieh YD, Su C, Yang Y, Fu E, Chen H, Kung S. Evaluation on the movement of endosseous titanium implants under continuous orthodontic forces: an experimental study in the dog. *Clin. Oral Impl Res* 2008; 19: 618–23.
17. Hürzeler MB, Quiñones CR, Kohal RJ, Rohde M, Strub JR, Teuscher U, Caffesse RG. Changes in peri-implant tissues subjected to orthodontic forces and ligature breakdown in monkeys. *J Periodontol.* 1998 Mar;69(3):396-404.
18. Janssens et al. Use of onplant as orthodontic Anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002; 122: 566-570.
19. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod* 1997, Boulder; 31: 763-767.
20. Kyung SH, Choi JH, Park YC. Miniscrew anchorage used to protract lower second molars into first molar extraction sites. *J Clin Orthod* 2003; 37: 575-79.
21. Kuroda S, Sugawara Y, Deguchi T, Yunus HM, Takano-Yamamoto. Clinical use of miniscrew implants as orthodontic anchorage: success rates and postoperative discomfort. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131: 9-15.
22. Kuroda S, Yamada K, Deguchi T, Hashimoto T, Kyung HM, Takano-Yamamoto T. Root proximity is a major factor for screw failure in orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 131: 68-73.
23. Lee JS, Park HS, Kyung HM. Micro-implant anchorage for lingual treatment of a skeletal Class II malocclusion. *J Clin Orthod* 2001; 35: 643-47.
24. Liou EJ, Pai BC, Lin JC. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces?. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126: 42-7.
25. Linkow LI. The endosseous blade implant and its use in orthodontics. *Int J Orthod* 1969; 18: 149-154.
26. Ludwig [http://www.orthodonticproductsonline.com/issue/articles/2008-04\\_02.asp](http://www.orthodonticproductsonline.com/issue/articles/2008-04_02.asp).
27. Maino BG, Mura P, Bednar J. Miniscrews implants: the spider screws anchorage system. *Semin Orthod* 2005; 11: 40-6.
28. Majzoub Z, Finotti M, Miotti F, Giardino R, Aldini NN, Cordioli G. Bone response to orthodontic loading of endosseous implants in the rabbit calvariaq: Early continuous distalizing forces. *Eur J Orthod* 1999; 21: 223-230.

29. Melsen B, Petersen JK, Costa A. Zygoma ligatures: An alternative form of maxillary anchorage. *J Clin Orthod* 1998; 32: 154-158.
30. Miyawaki S, Koyama I, Inoue M, Mishima K, Sugahara T, Takano-Yamamoto T. Factors associated with the stability of titanium screw placed in the posterior region for orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124: 373-78.
31. Motoyoshi M, Takashi SY, Shimizu TN. Biomechanical effect of abutment on stability of orthodontic mini-implant: A finite element analysis. *Clin. Oral Impl. Res* 2005;16: 480-485.
32. Motoyoshi M, Yoshida T, Ono A, Shimizu N. *Int J Oral Maxillofac Implants*. Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants 2007; 22: 779-84.
33. Nascimento, M. H; Araújo, T. M. Bezerra, F. Microparafuso ortodôntico: instalação e orientação de higiene periimplantar. *R Clin Ortodon Dental Press, Maringá* 2006; 5: 80-85.
34. Ohmae M, Saito S, Moroashi T, Seki K, Qu H, Kanomi R, Yamasaki K, Okano T, Yamada S, Shibasaki Y. A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001; 119: 489-49.
35. Park HS, Kim JB. The use of titanium microscrew implant as orthodontic anchorage. *Keimyung. Med J*. 1999; 18: 509-515.
36. Park, H.S.: The skeletal cortical anchorage using titanium microscrew implants, *Kor. J. Orthod* 1999; 29:699-706.
37. Park, HS, Jeong SH, Kwong OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:18-25.
38. Park HS, Bae SM, Kyung HM, Sung JH. Micro-implant anchorage for treatment of skeletal Class I alveolar protrusion. *J Clin Orthod* 2001; 35: 417-22.
39. Poggio PM; Incorvati C; Velo S; Carano. A Safe zones[quot ]: a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. *Angle Orthod* 2006;76:191-7.
40. Roberts WE, Smith RK, Zilberman Y, Mozsary PG, Smith RS. Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. *Am J orthod*. 1984; 74: 95-111.
41. Roberts WE, Nelson CL, Goodacre CJ. Rigid implant anchorage to close a mandibular first molar extraction site. *J Clin Orthod* 1994; 28: 693-704.

42. Romanos GE, Toh CG, Siar CH, Swaminathan D. Histologic and histomorphometric evaluation of peri-implant bone subjected to immediate loading: and experimental study with macaca fascicularis. *Int. J Oral Maxillofac Implants* 2002; 17: 44-51.
43. Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM, Huja SS. A Radiographic Evaluation of the Availability of Bone for Placement of Miniscrews. *The Angle Orthodontist* 2004;74: 832-37.
44. Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM, Huja SS, Sherman AJ. Bone reaction to orthodontic forces on vitreous carbon dental implants. *Am J Orthod.* 1978;74: 79-87.
45. Secretaria de vigilância sanitária. Portaria 453: Diretriz de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico. Brasília, 1998.
46. Sherman AJ. Bone reaction to orthodontic forces on vitreous carbon dental implants. *Am J Orthod.* 1978; 74: 79-87.
47. Smith JR. Bone dynamics associated with the controlled loading of bioglass-coated aluminum endosteal implants. *Am J Orthod.* 1979; 76; 618-636.
48. Shapiro PA, Kokich VG. Uses of implants in orthodontics. *Dent Clin North Am.* 1988; 32: 539-550.
49. Sugawara J. Dr Junji Sugawara on the skeletal anchorage system (JCO interviews). *J Clin Orthod.* 1999; 33: 689-696.
50. Umemori M, Sugawara J, Mitani H, Nagasaka H, Kawamura H. Skeletal Anchorage system for open-bite correction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999; 115: 166-174.
51. Yoon BS, Choi BH, Lee WY, Kim KN, Shim HB, Park JH. A Study on Titanium Miniscrew as Orthodontic Anchorage; An experimental investigation in dogs. *Korean J Orthod.* 2001 Oct;31(5):517-523.
52. Yoshida T, Ono A, Shimizu N. *Int J Oral Maxillofac Implants.* Effect of cortical bone thickness and implant placement torque on stability of orthodontic mini-implants. 2007 Sep-Oct;22(5):779-84.
53. Whaites E. *Principios da Radiologia odontológica.* 3 ed. Porto Alegre, Artmed, 2003.
54. Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Parameters Affecting Primary Stability of Orthodontic Mini-implants Einfluss der Insertionsparameter auf die Primärstabilität orthodontischer Mini-Implantate. *J Orofac Orthop* 2006; 67: 162-74.

55. Vande VB, Sabzevar MM, Wehrbein H, Asscherickx K. Osseointegration of miniscrews: a histomorphometric evaluation. *Eur J Orthod* 2007; 29: 437-42.
56. Zanda, MJ. Desenvolvimento de um posicionador par padronização da tomada radiográfica oclusal total da maxila. Bauru. 2005. 67 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

## APÊNDICES

Apêndice A – Tabela dos resultados dos valores do posicionamento dos minimplantes.

|     |   | OPERADOR 1 |       |       | OPERADOR 2 |       |       | OPERADOR 3 |       |       |       |
|-----|---|------------|-------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|-------|
|     |   | T1         | T2    | T3    | T1         | T2    | T3    | T1         | T2    | T3    |       |
| C 1 | E | x          | 32.57 | 31.87 | 32.85      | 32.71 | 32.85 | 32.74      | 32.59 | 32.09 | 32.06 |
|     |   | v          | 13.81 | 13.29 | 13.38      | 13.50 | 13.09 | 13.51      | 14.17 | 13.06 | 13.80 |
|     |   | x'         | 24.37 | 23.99 | 24.61      | 25.44 | 25.22 | 24.90      | 24.64 | 24.59 | 24.27 |
|     |   | v'         | 20.66 | 20.23 | 20.71      | 20.53 | 20.12 | 20.64      | 21.16 | 20.17 | 20.63 |
|     | D | x          | 31.49 | 32.17 | 31.83      | 31.37 | 31.69 | 31.02      | 31.45 | 31.24 | 31.40 |
|     |   | v          | 14.12 | 12.58 | 12.82      | 13.83 | 13.89 | 13.10      | 13.67 | 12.87 | 12.06 |
|     |   | x'         | 24.33 | 25.05 | 24.41      | 24.92 | 24.75 | 24.29      | 25.03 | 24.50 | 25.02 |
|     |   | v'         | 22.42 | 21.17 | 21.46      | 22.17 | 22.11 | 21.59      | 22.08 | 21.20 | 20.71 |
| C 2 | E | x          | 30.55 | 29.67 | 29.95      | 29.56 | 30.32 | 30.88      | 31.19 | 30.69 | 31.23 |
|     |   | v          | 2.85  | 2.52  | 2.72       | 3.40  | 2.47  | 3.06       | 2.21  | 2.57  | 2.74  |
|     |   | x'         | 22.19 | 21.50 | 21.16      | 21.26 | 21.93 | 22.25      | 22.58 | 21.93 | 22.69 |
|     |   | v'         | 9.78  | 9.40  | 9.28       | 9.93  | 9.10  | 9.21       | 9.08  | 9.40  | 9.55  |
|     | D | x          | 28.30 | 27.53 | 27.14      | 28.86 | 27.59 | 27.16      | 28.81 | 28.63 | 27.13 |
|     |   | v          | 5.40  | 5.72  | 5.77       | 5.80  | 5.98  | 5.38       | 6.35  | 5.59  | 5.26  |
|     |   | x'         | 18.67 | 18.36 | 17.78      | 19.13 | 18.07 | 18.18      | 19.23 | 18.96 | 17.93 |
|     |   | v'         | 11.66 | 11.61 | 11.43      | 11.90 | 11.64 | 11.10      | 12.26 | 11.60 | 11.56 |
| C 3 | E | x          | 30.72 | 31.49 | 31.42      | 31.70 | 31.09 | 30.28      | 31.26 | 32.35 | 31.10 |
|     |   | v          | 7.46  | 7.58  | 8.18       | 7.94  | 7.75  | 7.88       | 8.27  | 8.16  | 8.32  |
|     |   | x'         | 23.21 | 24.16 | 23.70      | 24.09 | 23.69 | 23.04      | 23.33 | 24.32 | 23.52 |
|     |   | v'         | 15.52 | 15.79 | 16.11      | 16.00 | 15.77 | 15.98      | 16.11 | 16.76 | 16.41 |
|     | D | x          | 28.21 | 29.38 | 28.98      | 30.40 | 28.53 | 28.15      | 28.94 | 30.61 | 29.07 |
|     |   | v          | 8.27  | 7.33  | 6.98       | 7.68  | 7.26  | 7.55       | 6.96  | 7.63  | 8.22  |
|     |   | x'         | 19.93 | 20.72 | 20.53      | 21.19 | 20.23 | 20.02      | 20.52 | 21.75 | 20.48 |
|     |   | y'         | 13.58 | 12.89 | 12.87      | 13.58 | 13.18 | 13.27      | 12.51 | 13.89 | 14.22 |

Dias, Luis Carlos Sampaio.  
Avaliação da reprodutibilidade de um método de análise  
radiográfica para a localização de minimplantes inseridos na região  
posterior da maxila/ Luís Carlos Sampaio Dias. – São Luís, 2009.

51 f.

Dissertação. (Mestrado em Odontologia) – Centro Universitário do  
Maranhão – Uniceuma, 2009.

1. Minimplantes. 2. Estabilidade. 3. Ancoragem Ortodôntica. I.  
Título.

CDU 616.314

Comitê de Ética do UNICEUMA  
Protocolo n°: 00795/08  
Data: 27/04/2009

LUÍS CARLOS SAMPAIO DIAS

**Avaliação da reprodutibilidade de um método de análise radiográfica para a  
localização de miniplantes inseridos na região posterior da maxila**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia do Centro Universitário do Maranhão – UniCeuma, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Dissertação aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Júlio de Araújo Gurgel ( Orientador )

---

1º Examinador (a)

---

2º Examinador (a)