

Lilian Cristina Vessoni Iwaki

**VERIFICAÇÃO DOS GRAUS DE MAGNIFICAÇÕES
EM RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS E
TOMOGRAFIAS CONVENCIONAIS E INFLUÊNCIA
DO POSICIONAMENTO DO CRÂNIO EM
MENSURAÇÕES VERTICAIS MANDIBULARES EM
RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS**

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas, para a obtenção do
Título de Doutor em Radiologia
Odontológica.

Piracicaba
2004

LILIAN CRISTINA VESSONI IWAKI

**VERIFICAÇÃO DOS GRAUS DE MAGNIFICAÇÕES
EM RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS E
TOMOGRAFIAS CONVENCIONAIS E INFLUÊNCIA
DO POSICIONAMENTO DO CRÂNIO EM
MENSURAÇÕES VERTICAIS MANDIBULARES EM
RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do Título de Doutor em Radiologia Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Haiter Neto

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Edevaldo Tadeu Camarini

Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo

Prof. Dr. Francisco Haiter Neto

Prof. Dr. Júlio Cezar de Melo Castilho

Prof. Dr. Luis Augusto Passeri

Piracicaba

2004

Ficha Catalográfica

Iw9v	Iwaki, Lilian Cristina Vessoni. Verificação dos graus de magnificações em radiografias panorâmicas e tomografias convencionais e influência do posicionamento do crânio em mensurações verticais mandibulares em radiografias panorâmicas. / Lilian Cristina Vessoni Iwaki. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2004. xvi, 114p. : il. Orientador: Prof. Dr. Francisco Haiter Neto. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. 1. Radiografia panorâmica. 2. Crânio – Radiografia. 3. Tomografia. I. Haiter Neto, Francisco. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.
------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

Dedico com muito amor e carinho este trabalho

A Deus, pela minha existência, pela proteção e paz transmitida.

A meus pais, Anésio e Neide, que me deram a vida, construíram o meu caráter, me ensinaram princípios de honestidade, dignidade, responsabilidade, me mostraram que a vida é amor, solidariedade, respeito ao próximo, esperança e fé.

Aos meus irmãos Sandra e Waldecir, pelo carinho sempre demonstrado e pela família maravilhosa que possuímos.

Ao meu marido Liogi, meu maior exemplo profissional. Ele é uma pessoa que nasceu para brilhar. Com seu amor, carinho, compreensão e dedicação, me sinto segura e feliz para viver cada dia da minha vida. Ele esteve e está presente em todos os momentos mais difíceis e felizes da minha história.

As minhas filhas queridas, Isabela, Mariana e Fernanda, riquezas da minha vida. Com seus jeitinhos doces, inocentes, elas mostram como a vida é maravilhosa e como ela deve ser valorizada a cada momento.

Agradecimentos Especiais

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Francisco Haiter Neto**, pela confiança em mim depositada, pelo seu companheirismo, amizade e paciência. Profissional de extrema competência, responsável pelos meus primeiros passos dentro da Radiologia Odontológica. Meus sinceros agradecimentos pela oportunidade de ser sua aprendiz.

Ao **Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo** e à **Prof^a. Dra. Solange Maria de Almeida** que, mesmo não me conhecendo, me acolheram e deram-me a oportunidade de crescer profissionalmente. Eles são exemplos de professores, pesquisadores e seres humanos. Agradeço com todo o meu respeito.

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, representada pelo diretor Prof. Dr. Thales Rocha de Mattos Filho, pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

À Universidade Estadual de Maringá - UEM e ao Departamento de Odontologia, representados pelo chefe de Departamento Prof. Dr. André Gasparetto, por possibilitarem a minha qualificação.

Ao Centro de Ensino Superior de Maringá – CESUMAR e à Faculdade de Odontologia, representados pelo Coordenador Prof. Wagner Simm, por possibilitarem a minha qualificação.

À Pró-Reitoria de Pós-Graduação da UEM, pelo auxílio e orientação nas questões burocráticas.

Aos professores de Radiologia e Estomatologia da Universidade Estadual de Maringá - UEM, Prof. Dr. João Carlos Miguel e Prof^a. Neli Pialarissi e aos professores do Centro de Ensino Superior de Maringá – CESUMAR, Prof. Renato Zardetto Júnior e Prof. Vilmar Gottardo, cujo apoio, companheirismo foram fundamentais.

Aos Departamentos de Anatomia da Universidade Estadual de Maringá – UEM e Centro de Ensino Superior de Maringá – CESUMAR por fornecerem os crânios macerados.

À Center Imagem – Centro de Diagnóstico por Imagem em Odontologia de Maringá, representada por seus proprietários e

funcionários, por fornecerem o espaço físico e aparelhos para o desenvolvimento deste trabalho.

À amiga, colega de doutorado e de docência Mariliani Chicarelli, pelo carinho e atenção. Uma pessoa especial que divide os momentos difíceis e festeja os momentos alegres.

Aos meus amigos, Alfredo, Deise, Ângelo, Narumi, Edevaldo e Margarida que sempre me apoiaram e tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas de profissão, Reginaldo Poncetti, Roseli Cabral Paschoalin e Taciliani Gomes de Souza por não medirem esforços em me ajudar nestes anos todos.

Aos colegas de Pós-Graduação, pela felicidade de nosso convívio profissional.

Aos funcionários da Disciplina de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP e principalmente à Raquel e Roberta pela amizade e solicitude dispensadas.

À Prof^a. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano e à aluna de Pós-Graduação Andréa pela orientação na análise estatística.

Aos funcionários da biblioteca pelo auxílio e orientação em todos os trabalhos científicos.

À Prof^a. Thaís Brito pela correção ortográfica.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	01
LISTA DE TABELAS.....	05
RESUMO.....	09
ABSTRACT.....	11
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 Exames radiográficos utilizados em Implantodontia.....	17
2.2 Graus de distorções de imagens em radiografias panorâmicas.....	26
2.3 Plano focal de imagem.....	32
2.4 Posicionamento padrão e erros de técnica nas obtenções de radiografias panorâmicas.....	35
2.5 <i>Softwares</i> para realizações das mensurações.....	42
3. PROPOSIÇÃO.....	45
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	47
4.1 Material.....	47
4.1.1 Amostra.....	47
4.1.2 Radiografias panorâmicas, telerradiografias em norma lateral e tomografias convencionais.....	47
4.1.3 Moldagens para realizações das tomografias convencionais.....	48
4.1.4 Demarcações e aferições das áreas avaliadas.....	48
4.1.5 Mensurações computadorizadas.....	48
4.2 Métodos.....	48
4.2.1 Seleção da amostra.....	49
4.2.2 Obtenções das imagens com os crânios posicionados corretamente para radiografias panorâmicas e cortes tomográficos.....	51
4.2.3 Obtenções das imagens com os crânios posicionados de forma incorreta em radiografias panorâmicas.....	53

4.2.4	Obtenções das imagens em tomografias convencionais.....	61
4.2.5	Digitalizações das imagens panorâmicas e cortes tomográficos e obtenções das mensurações pelo <i>software RADIOIMP</i>	66
4.2.6	Análise das ampliações das imagens.....	68
4.2.7	Análises estatísticas.....	69
5.	RESULTADOS.....	71
5.1	Mensurações manuais (reais) nos crânios macerados.....	71
5.2	Mensurações computadorizadas nos crânios macerados realizadas em radiografias panorâmicas utilizando magnificação de 25%.....	72
5.3	Mensurações computadorizadas nos crânios macerados realizadas em radiografias panorâmicas utilizando magnificação individualizada.....	77
5.4	Mensurações computadorizadas nos crânios macerados realizadas em tomografias convencionais utilizando magnificação de 40%.....	82
5.5	Mensurações computadorizadas nos crânios macerados realizadas em tomografias convencionais utilizando magnificação individualizada.....	83
5.6	Análises estatísticas.....	85
6.	DISCUSSÃO.....	93
6.1	Considerações gerais.....	93
6.2	Metodologia empregada.....	94
6.3	Graus de magnificações nas radiografias panorâmicas.....	96
6.4	Influência das alterações nas posições dos crânios nas mensurações verticais em radiografias panorâmicas.....	97
6.5	Graus de magnificações nas tomografias convencionais.....	99
7.	CONCLUSÕES.....	103
	REFERÊNCIAS	105
	ANEXOS.....	113

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Regiões avaliadas: incisivo central, canino, 2º pré-molar, 2º molar, inferiores esquerdos.....	52
Figura 2 – Corpo de prova com os marcadores radiopacos.....	52
Figura 3 – Obtenções das mensurações manuais (reais) com a utilização de um paquímetro digital.....	53
Figura 4 – Crânio posicionado no aparelho Orthoralix 9200 Plus com auxílio de um suporte de madeira.....	54
Figura 5 – Radiografia panorâmica padrão com imagens das esferas metálicas.....	55
Figura 6 – a) Crânio posicionado com PHF paralelo ao Plano Horizontal e dispositivo de acrílico indicando inclinação ventral de 9º; b) Feixe luminoso do PH deslocado inferiormente até o ponto de inclinação ventral de 9º; c) Crânio posicionado com inclinação ventral de 9º.....	56
Figura 7 – a) Crânio posicionado com PHF paralelo ao Plano Horizontal e dispositivo de acrílico indicando inclinação dorsal de 9º; b) Feixe luminoso do PH deslocado superiormente até o ponto de inclinação dorsal de 9º; c) Crânio posicionado com inclinação dorsal de 9º.....	57
Figura 8 – a) Radiografia com inclinação ventral de 3º; b) Radiografia com inclinação ventral de 6º; c) Radiografia com inclinação ventral de 9º; d) Radiografia com inclinação ventral de 12º; e) Radiografia com inclinação dorsal de 3º; f) Radiografia com inclinação dorsal de 6º; g) Radiografia com inclinação dorsal de 9º; h) Radiografia com inclinação dorsal de 12º.....	58

Figura 9 – a) Demarcações na região do osso frontal para padronização das inclinações laterais; b) Inclinação do PSM de 9° para a esquerda.....	59
Figura 10 – a) Radiografia com inclinação lateral de 3° para a esquerda; b) Radiografia com inclinação lateral de 6° para a esquerda; c) Radiografia com inclinação lateral de 9° para a esquerda; d) Radiografia com inclinação lateral de 12° para a esquerda; e) Radiografia com inclinação lateral de 3° para a direita; f) Radiografia com inclinação lateral de 6° para a direita; g) Radiografia com inclinação lateral de 9° para a direita; h) Radiografia com inclinação lateral de 12° para a direita.....	60
Figura 11 – a) Ponto demarcado na calota craniana para facilitar a padronização das rotações do PSM; b) Rotação do PSM de 9° para a esquerda.....	61
Figura 12 – a) Radiografia com rotação do PSM de 3° para a esquerda; b) Radiografia com rotação do PSM de 6° para a esquerda; c) Radiografia com rotação do PSM de 9° para a esquerda; d) Radiografia com rotação do PSM de 12° para a esquerda; e) Radiografia com rotação do PSM de 3° para a direita; f) Radiografia com rotação do PSM de 6° para a direita; g) Radiografia com rotação do PSM de 9° para a direita; h) Radiografia com rotação do PSM de 12° para a direita.....	62
Figura 13 – a) Material de moldagem Aquasil™ Soft Putty, base e catalisador; b) Moldeiras fornecidas pelo fabricante do aparelho.....	64
Figura 14 – Demarcação dos locais dos cortes tomográficos nas moldagens.....	65
Figura 15 – a) e b) Suporte de bancada fornecido pelo aparelho Orthoralix 9200 Plus.....	65
Figura 16 – Parte do suporte de bancada adaptada no aparelho Orthoralix 9200 Plus.....	66

Figura 17 – a) Adaptação da moldagem no suporte de bancada; b) Adaptação do crânio macerado na moldagem.....	66
Figura 18 – Tomograma com os três cortes (mesial, central e distal), sendo a) Incisivo central; b) Canino; c) 2º Pré-molar; d) 2º Molar.....	67
Figura 19 – a) e b) Equipamento utilizado para digitalização e análise das imagens.....	68
Figura 20 – Recurso de ampliação da imagem com ajuste de brilho e contraste.....	69
Figura 21 – Obtenção da mensuração computadorizada no incisivo central inferior por meio do <i>software</i> RADIOIMP.....	69
Figura 22 – Realização da distância real entre os dois pontos marcados na imagem para obtenção da magnificação individualizada.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Mensurações manuais (reais) nos crânios macerados em milímetros.....	73
Tabela 2 - Médias obtidas em milímetros nos incisivos centrais inferiores esquerdos (magnificação de 25%).....	75
Tabela 3 - Médias obtidas em milímetros nos caninos inferiores esquerdos (magnificação de 25%).....	76
Tabela 4 - Médias obtidas em milímetros nos 2º pré-molares inferiores esquerdos (magnificação de 25%).....	77
Tabela 5 - Médias obtidas em milímetros nos 2º molares inferiores esquerdos (magnificação de 25%).....	78
Tabela 6 - Médias das mensurações em milímetros obtidas em incisivos centrais inferiores esquerdos (magnificação individual).....	80
Tabela 7 - Médias das mensurações em milímetros obtidas em caninos inferiores esquerdos (magnificação individual).....	81
Tabela 8 - Médias das mensurações em milímetros obtidas em 2º pré-molares inferiores esquerdos (magnificação individual).....	82
Tabela 9 - Médias das mensurações em milímetros obtidas em 2º molares inferiores esquerdos (magnificação individual).....	83

Tabela 10 - Mensurações em milímetros realizadas em tomografias convencionais com auxílio do <i>software</i> RADIOIMP com magnificações de 40% por regiões.....	84
Tabela 11 - Médias das mensurações realizadas em tomografias convencionais com auxílio do <i>software</i> RADIOIMP com magnificações individualizadas nos incisivos centrais inferiores esquerdos.....	85
Tabela 12 - Médias das mensurações realizadas em tomografias convencionais com auxílio do <i>software</i> RADIOIMP com magnificações individualizadas nos caninos inferiores esquerdos.....	86
Tabela 13 - Médias das mensurações realizadas em tomografias convencionais com auxílio do <i>software</i> RADIOIMP com magnificações individualizadas nos 2º pré-molares inferiores esquerdos.....	86
Tabela 14 - Médias das mensurações realizadas em tomografias convencionais com auxílio do <i>software</i> RADIOIMP com magnificações individualizadas nos 2º molares inferiores esquerdos.....	87
Tabela 15 - Magnificações individualizadas de radiografias panorâmicas obtidas com o <i>software</i> RADIOIMP comparadas com a magnificação de 25% fornecida pelo fabricante do aparelho Orthoralix 9200 Plus. Valores em porcentagem.....	88
Tabela 16 - Comparação das mensurações obtidas em panorâmicas (magnificação individualizada) com as mensurações reais (obtidas nos crânios macerados). Valores em milímetros.....	88
Tabela 17 - Comparação das mensurações obtidas em panorâmicas (magnificação de 25%) com as mensurações reais (obtidas nos crânios macerados). Valores em milímetros.....	89

Tabela 18 - Valores médios e DP das magnificações individualizadas comparadas com o valor real (posição 26).....	01
Tabela 19 - Valores médios e DP das magnificações de 25% comparadas com o valor real (posição 26).....	01
Tabela 20 - Magnificações individualizadas de tomografias convencionais obtidas com o <i>software</i> RADIOIMP comparadas com a magnificação de 40% fornecida pelo fabricante do aparelho Orthoralix 9200 Plus. Valores em porcentagem.....	01
Tabela 21 - Comparação das mensurações obtidas em tomografias (magnificação individualizada) com as mensurações reais (obtidas nos crânios macerados). Valores em milímetros.....	01
Tabela 22 - Comparação das mensurações obtidas em tomografias (magnificação de 40%) com as mensurações reais (obtidas nos crânios macerados). Valores em milímetros.....	01

RESUMO

Atualmente a Implantodontia é considerada uma ciência consagrada no meio odontológico. Vários sistemas de implantes foram desenvolvidos, possibilitando um maior acesso da população a este tipo de tratamento cujas vantagens são bem conhecidas. Acompanhando este processo evolutivo, os métodos de diagnóstico por imagem também desenvolveram novas técnicas para propiciar ao Implantodontista informações necessárias para um correto planejamento cirúrgico. Apesar de existir vários métodos mais modernos para auxílio de diagnóstico como a tomografia computadorizada, a ressonância magnética e a radiografia digital, a radiografia panorâmica e a tomografia convencional têm sido os principais métodos de diagnóstico. Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram: a) avaliar a confiabilidade dos fatores de ampliações fornecidos pelo fabricante comparando-os com os valores reais em radiografias panorâmicas e tomografias convencionais e b) avaliar se alterações de posicionamentos dos crânios durante a realização de radiografias panorâmicas influenciam a obtenção de mensurações verticais na mandíbula. Para a realização desta pesquisa, foram utilizados sete crânios humanos macerados, nos quais foram marcadas com esferas metálicas as áreas dos incisivos centrais, caninos, segundos pré-molares e segundos molares (todos inferiores e dos lados esquerdos dos crânios, para padronização), totalizando uma amostra de 175 radiografias panorâmicas e 28 tomografias convencionais. Nas radiografias panorâmicas os crânios foram posicionados corretamente e com inclinações ântero-posteriores (flexões ventrais e dorsais), inclinações laterais e rotações para esquerda e direita. Diante dos resultados estatísticos, pôde-se concluir que: flexões ventrais ou dorsais de até 6° e inclinações e rotações de até 3° não interferem nas mensurações verticais realizadas nas mandíbulas em radiografias panorâmicas; não há diferença, em milímetros, entre as mensurações individualizadas e as fornecidas pelo fabricante; e que, nas tomografias convencionais, há a necessidade de se utilizar as magnificações individualizadas, uma vez que as magnificações fornecidas pelo fabricante são estatisticamente diferentes do real.

ABSTRACT

Nowadays Dental Implantology is considered to be a consecrated science in Dentistry. Several systems of implants have been developed, enabling the population to have a greater access to this type of treatment, whose advantages are widely known. Following this evolutive process, the methods of image diagnosis have also developed new techniques to propitiate every piece of information necessary to a proper surgical planning. Although there are several methods of diagnosis with images which are more modern, such as the computed tomography, the magnetic resonance and the digital radiograph, the panoramic X-ray and the conventional tomography have been the main methods of diagnosis. Therefore, the goals of this work were: a) to assess how reliable the factors of amplification supplied by the manufacturer are by comparing them to the actual values in panoramic X-rays and conventional tomographies and b) to assess whether the position changes of the skulls during the execution of the panoramic X-rays act on the obtainment of vertical measurements of the mandible, and In order to accomplish this research, seven macerated human skulls were used and the areas of their central incisors, canines, second premolars and second molars (all inferior and in the left side of the skull, for standardization) were marked with metallic spheres, totaling a sample of 175 panoramic X-rays and 28 linear tomographies. In the panoramic X-rays, the skulls were placed correctly and with anteroposterior inclinations (ventral and dorsal flexions), side inclinations and rotations to the left and right. With the statistical results in hand, it was possible to conclude that: the ventral or dorsal flexions of up to 6° and the inclinations and rotations of up to 3° do not interfere in the vertical measurements performed in the mandibles with panoramic X-rays; there is no difference, in millimeters, between the individualized measurements and the ones supplied by the manufacturer; and that, in conventional tomographies, it is necessary to use individualized magnifications, as the ones supplied by the manufacturer are statistically different from the real ones.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a Implantodontia é considerada uma ciência consagrada no meio odontológico. Vários sistemas de implantes foram desenvolvidos, possibilitando um maior acesso da população a este tipo de tratamento cujas vantagens são bem conhecidas (Tyndall *et al.*, 2000). Acompanhando este processo evolutivo, os métodos de diagnóstico por imagem também desenvolveram novas técnicas para propiciar ao Implantodontista toda a informação necessária para um correto planejamento cirúrgico. As dimensões do local a ser inserido um implante, a quantidade e qualidade de osso disponível, a ausência de patologias ósseas, a inclinação do processo alveolar remanescente são fundamentais para o cirurgião, sendo que altura, espessura e relação espacial com estruturas anatômicas nobres têm que ser avaliadas com mensurações, as mais próximas do real, para o sucesso do procedimento cirúrgico (Frederiksen, 1995; Ismail *et al.*, 1995; Lam *et al.*, 1995; Tyndall *et al.*, 2000).

O planejamento cirúrgico para a colocação de implantes dentários tem como objetivo maximizar a utilização da morfologia existente, enquanto minimiza alterações ou traumatismos à região. Portanto, as características e padrões de reabsorção óssea precisam ser conhecidos, entendidos e precisamente avaliados para um bom planejamento, evitando que falhas e complicações possam vir a ocorrer.

Em Implantodontia uma das fases mais importantes é o planejamento pré-operatório (Kaepler *et al.*, 1999; Saba & Voyer, 2000). Neste, devem ser usados todos os recursos tecnológicos disponíveis para evitar falhas no plano de tratamento, como por exemplo: anamnese, exame físico, análise de modelos, exames laboratoriais e radiográficos (Prado *et al.*, 1999).

O exame radiográfico, assim, torna-se um importante meio auxiliar do cirurgião-dentista na fase inicial de planejamento, bem como no trans e pós-operatórios, servindo também como base de controle protético (Prado *et al.*, 1999).

A análise radiográfica para a Implantodontia tem sido variável. Alguns casos são planejados somente com o auxílio de radiografias intrabucais e extrabucais, outros com tomografias convencionais e computadorizadas (Tyndall *et al.*, 2000). A indicação do

método radiográfico é baseada na quantidade de implantes necessários, dose de radiação para o paciente, confiabilidade do exame e principalmente o binômio custo-benefício. O exame considerado ideal é aquele que atende a todos estes quesitos.

O valor de qualquer método de diagnóstico depende da quantidade e qualidade da informação que pode ser extraída do mesmo. Os exames radiográficos intrabuciais são excelentes no que se refere a ótimo detalhe e baixo grau de distorção, porém se limitam na abrangência da área de interesse. As radiografias extrabuciais apresentam maior área de abrangência, mas apresentam como desvantagens o maior grau de distorção, menor detalhe e superposição de estruturas anatômicas (Ismail *et al.*, 1995; Tyndall *et al.*, 2000).

Apesar de existir vários métodos mais modernos de diagnóstico por imagem como a tomografia computadorizada, a ressonância magnética, a ultra-sonografia e a radiografia digital, a radiografia panorâmica tem sido um dos principais métodos de diagnóstico na Odontologia. Desde sua descoberta e desenvolvimento principalmente a partir das décadas de 1950 e 1960, a radiografia panorâmica vem ganhando cada vez mais importância no exame inicial do paciente odontológico. Provavelmente pela baixa dose de radiação, pela facilidade de execução de técnica e pela ampla área que abrange numa única radiografia, vem sendo adotada como primeiro exame complementar em várias especialidades da Odontologia (Chiles & Gores, 1973; Patel & Manson-Hing, 1986; Schiff *et al.*, 1986).

Entretanto, para que se possa obter o máximo de aproveitamento na interpretação radiográfica, faz-se necessário uma radiografia de boa qualidade principalmente devido ao fato da radiografia panorâmica ser um método dinâmico e do posicionamento do paciente ser crítico.

A Implantodontia é uma das especialidades que mais utiliza a radiografia panorâmica no exame inicial do paciente. Como a demanda de colocação de implantes dentários vem aumentando de forma extraordinária pela popularização desta especialidade, fica a preocupação e a curiosidade em relação ao controle de qualidade da imagem radiográfica destes exames que fazem parte de uma documentação para implantes. Esta preocupação se justifica pelo fato da maioria dos profissionais que recebem uma radiografia panorâmica não saberem interpretá-la, sujeitando-se somente ao que vem descrito no laudo radiográfico

ou no traçado computadorizado. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do posicionamento da cabeça do paciente na radiografia panorâmica para obtenção de mensurações para planejamento de implantes osseointegrados usando traçados computadorizados e também determinar o fator de ampliação real das radiografias panorâmicas e tomografias convencionais obtidas no aparelho Orthoralix 9200 Plus e compará-los com os fatores fornecidos pelo fabricante.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Para tornar a leitura mais didática e ordenada, esta revisão da literatura foi dividida em cinco grandes grupos: o primeiro representado pelos exames radiográficos utilizados em Implantodontia; o segundo por graus de distorções de imagens em radiografias panorâmicas; o terceiro por plano focal de imagem; o quarto por posicionamento padrão e erros de técnica nas obtenções de radiografias panorâmicas e o quinto por *softwares* para as realizações das mensurações.

2.1 EXAMES RADIOGRÁFICOS UTILIZADOS EM IMPLANTODONTIA

O uso da radiografia é essencial na clínica odontológica, pois determinados exames são necessários na maioria dos pacientes. Como resultado, as radiografias são freqüentemente requisitadas como o principal auxílio dos clínicos para realizar um diagnóstico. A restauração do maxilar edêntulo ou parcialmente dentado usando uma variedade de próteses retidas por implante tem se tornado um procedimento clínico relativamente comum. Uma avaliação radiográfica detalhada da maxila e/ou mandíbula em questão é necessária. Os principais exames são: radiografias panorâmicas ocasionalmente completadas com periapicais; telerradiografias em norma lateral; tomografias convencionais; e tomografia computadorizada (Lam *et al.*, 1995; Tyndall *et al.*, 2000; Whaites E., 2003a).

Eckerdal & Kvint (1986) relataram que o planejamento pré-cirúrgico de implantes dentários na maxila é mais difícil, pois o padrão de reabsorção freqüentemente difere da mandíbula. Informações restritas sobre a morfologia ocorrem devido à característica bidimensional dos exames radiográficos convencionais. Atenção especial tem que ser dada aos seios maxilares, soalho da fossa nasal e forame incisivo. Neste trabalho realizou-se um planejamento de implantes em um paciente edêntulo no maxilar superior. De acordo com a avaliação clínica e interpretação da radiografia panorâmica, os locais de colocação dos

implantes foram determinados. O paciente foi submetido a tomografias convencionais. Posteriormente a isto, os implantes foram colocados na região ântero-superior. Os autores concluíram que a associação entre radiografia panorâmica e tomografia convencional ajudaram na escolha, inclinação e posicionamento dos implantes.

Klinge *et al.* (1989) ressaltaram a importância da localização exata do canal mandibular para colocação de implantes osseointegrados na região posterior da mandíbula de pacientes edêntulos. Citaram que a colocação dos implantes muito próxima ao canal pode causar trauma vascular ou dano ao nervo alveolar inferior gerando parestesia ao lábio inferior e região mentoniana, e o contato do implante com os tecidos moles que circundam os nervos e os vasos pode levar à falha na osseointegração. Os autores compararam os achados radiográficos do canal mandibular de radiografias convencionais e tomografias computadorizadas com as avaliações macroscópicas. O estudo foi realizado em mandíbulas maceradas utilizando pequenas esferas metálicas para marcar a posição dos cortes tomográficos. Os exames radiográficos utilizados foram as radiografias periapical e panorâmica e as tomografias convencional e computadorizada. Para o estudo macroscópico, os espécimes foram seccionados nas áreas demarcadas, removendo-se fatias de 2mm em espessura que foram radiografadas pela técnica periapical. Um observador avaliou todos os exames radiográficos convencionais e um outro analisou as tomografias. Primeiro avaliou-se se o canal mandibular estava visível ou não. Depois mensurações foram realizadas da crista do rebordo alveolar até a margem superior do canal e comparadas com mensurações tomadas dos espécimes seccionados. Em 13 locais na radiografia panorâmica não foi possível identificar o canal do nervo alveolar inferior; na tomografia convencional foram 12 e na radiografia periapical nove. Na tomografia computadorizada foi possível a identificação em todas as tomadas e em 94% delas as mensurações não tiveram diferença superior a 1mm. Para radiografias periapicais esta porcentagem foi de 53%, para tomografia convencional 39% e para radiografia panorâmica 17%. Concluíram que as técnicas convencionais fornecem menos informações sobre o canal mandibular quando comparadas às tomografias computadorizadas. Na necessidade de colocação de implantes na região posterior da mandíbula em situações críticas, deve se considerar o exame de

tomografia computadorizada no pré-operatório e trabalhar com margem de segurança de 1 a 2mm.

Lindh & Petersson (1989) consideraram que o planejamento cirúrgico para a colocação de implantes dentários no segmento posterior da mandíbula é mais complicado do que em outras regiões devido à presença do canal mandibular e também à necessidade de determinar as dimensões vestibulo-linguais. Para localizar o canal mandibular, a tomografia computadorizada em três dimensões tem sido muito aceita; todavia esta técnica não tem sido largamente utilizada devido ao seu alto custo. Portanto, estes autores realizaram um estudo para comparar a radiografia panorâmica com a tomografia convencional para localização do canal mandibular. Quinze pacientes foram selecionados. Destes, 23 segmentos posteriores mandibulares foram submetidos à radiografia panorâmica e à tomografia convencional. Os tomogramas e as radiografias panorâmicas foram interpretados por dois Radiologistas. Os canais mandibulares não puderam ser vistos em 17% dos tomogramas e 35% das radiografias panorâmicas. Concluíram que as tomografias convencionais apresentam uma melhor imagem do canal mandibular no primeiro centímetro à distal do forame mental e não apresentou diferença estatisticamente significativa numa região mais posterior.

Stella & Tharanon (1990a) relataram que nos últimos 20 anos a cirurgia para colocação de implantes sofreu consideráveis mudanças decorrentes de um avanço tecnológico e científico. A perda óssea após a extração dos dentes é inevitável e está diretamente ligada a fatores fisiológicos. O uso de implantes na região posterior da mandíbula requer uma quantidade suficiente de osso superiormente ao canal mandibular para promover uma osseointegração sem traumatizar o nervo alveolar inferior. Embora o canal mandibular seja freqüentemente visualizado em duas dimensões (súpero-inferior e ântero-posterior) através das radiografias panorâmicas, não é possível obter a terceira dimensão (vestíbulo-lingual). Para a instalação de implantes é necessária uma quantidade e qualidade óssea que somente por meio de exames radiográficos comuns não é possível. De acordo com estes dados, os autores realizaram tomografias convencionais em oito mandíbulas maceradas edêntulas ou parcialmente edêntulas, num aparelho com 40% de magnificação. Os resultados mostraram que este tipo de exame apresenta dificuldades em

avaliar as três dimensões quando existem perdas ósseas severas no rebordo alveolar inferior, uma vez que em 17,5% dos casos tiveram dificuldade na interpretação, especialmente na região posterior. Os autores recomendaram, para estes casos, a tomografia computadorizada.

Stella & Tharanon (1990b), na segunda parte do trabalho, propuseram-se a avaliar a colocação de implantes na região posterior da mandíbula com o auxílio de tomografias convencionais. Utilizaram o lado esquerdo de oito mandíbulas humanas maceradas. Para cada mandíbula confeccionou-se um guia de acrílico com algumas referências metálicas para orientação e as tomografias convencionais foram realizadas com planos de corte incluindo o forame mental, 1, 2, 3 e 4cm para posterior. Da análise das tomografias convencionais com o guia de acrílico e tomando como auxiliar as referências metálicas (fios e esferas), definiram ângulos e posições para a colocação dos implantes através de perfurações no guia acrílico. As perfurações no guia de acrílico foram realizadas de modo a manter os implantes posicionados a 1 ou 2mm da margem externa do canal do nervo alveolar inferior. Com o auxílio do guia, os implantes foram posicionados e depois as mandíbulas foram seccionadas e comparadas com as tomografias convencionais realizadas após a colocação dos implantes. Foi considerado sucesso quando o implante foi posicionado como previsto e com menos de 1mm de erro, sem danificar o canal do nervo alveolar inferior; foi considerada falha quando o implante foi mal posicionado e danificou o canal do nervo; alguns casos foram excluídos quando não havia espessura suficiente para a colocação do implante ou a desintegração do osso esponjoso tivesse ocorrido, não sendo possível identificar o canal. O índice de sucesso deste método foi de 76,5%. Quando avaliada a posição do implante, nos locais de 1 a 2cm posterior ao forame mental, o índice de sucesso foi de 94%. A 3 e 4cm para posterior do forame, este índice caiu para 54,5%. Assim, os autores concluíram que o planejamento para colocação de implantes com o auxílio de tomografia convencional e guia de acrílico pode ser utilizado com segurança em pacientes que necessitem implantes a 1 e 2cm posterior ao forame mental e que de 3 a 4cm para posterior o risco de dano ao alveolar inferior pode chegar até a 54,5%.

Ismail *et al.* (1995) ressaltaram que as dimensões dos implantes dentários e as seleções dos sítios de colocação dos mesmos são fatores muito importantes no sucesso da

Implantodontia. Exames radiográficos precisam oferecer informações seguras quanto à qualidade e quantidade ósseas. Radiografias convencionais fornecem imagens em duas dimensões, com superposição das estruturas no sentido vestibulo-lingual. Tomografias convencionais e computadorizadas são mais exatas no que se refere a qualidade, quantidade e relação com estruturas vitais. Comparada à tomografia computadorizada, a tomografia convencional apresenta uma imagem aceitável, porém com menos dose de radiação (280 a 345 μ Gy) e com menos custo. Uma grande vantagem da tomografia convencional é que ela pode ser utilizada no pós-operatório sem exibir artefatos de imagem. Os autores apresentaram neste trabalho um protocolo de planejamento de implantes osseointegrados baseando-se em tomografias convencionais juntamente com exame clínico e radiografia panorâmica. No protocolo da Universidade de Pittsburg recomendava-se a realização de uma moldagem e confecção de um guia de material termo-plástico do maxilar no qual seria colocado o implante. Adaptou-se o guia no modelo de estudo. Traçou-se uma linha no Plano Sagital Mediano (PSM) do modelo e do guia. Marcou-se o longo eixo méso-distal do rebordo alveolar do guia. Linhas perpendiculares ao longo eixo méso-distal partiram no sentido vestibulo-lingual em direção à linha do PSM. Marcadores radiopacos foram colocados nos locais dos futuros implantes. Um transferidor foi colocado sobre o guia e o modelo para medir os ângulos formados por estas linhas. Isto facilitou a demarcação do local onde deveria ser realizado o corte tomográfico. O guia foi colocado no paciente para realização da tomografia. Neste trabalho utilizou-se o aparelho Quint Sectograph para a realização das imagens tomográficas. Os resultados mostraram que a tomografia convencional é bastante útil no pré e pós-operatórios, sendo um exame mais acessível ao cirurgião-dentista do que a tomografia computadorizada, porém está desaconselhado quando seis ou mais cortes tomográficos forem necessários.

Ferreira (1996) sugeriu que o exame radiográfico é indispensável para a realização de um implante, cabendo ao profissional a escolha da técnica e aparelhagem radiográfica mais adequada para cada caso, visando sempre o binômio custo-benefício. No que se refere às radiografias periapicais pela técnica do paralelismo, ele encontrou uma melhor definição, uma melhor avaliação do trabeculado ósseo, uma menor distorção, favorecendo uma visão mais aproximada da altura óssea disponível. As radiografias panorâmicas foram

consideradas fundamentais no planejamento cirúrgico dos implantes, pois permite uma avaliação geral da maxila, mandíbula e regiões adjacentes em uma única tomada, apesar de apresentarem áreas com pequeno grau de nitidez, variação nos tamanhos e formas das estruturas. No que diz respeito à tomografia computadorizada, esta permite uma visualização precisa da altura, largura e espessura do osso, além de avaliar qualitativamente o tecido ósseo. Como desvantagem foi citado um maior custo do exame e de interferências locais devido à presença de artefatos metálicos. A tomografia convencional por sua vez permite a execução de tomadas em cortes, fornecendo uma análise da altura, largura e espessura óssea.

Pinto (1998) verificou a eficiência de diferentes técnicas de uso odontológico, comumente empregadas em Implantodontia para a identificação e localização do forame mental, e posteriormente determinou qual destas técnicas forneceu valores mensuráveis mais próximos do real. Com esta finalidade, foram utilizadas 31 mandíbulas e uma hemi-mandíbula, perfazendo um total de 63 regiões de pré-molares, nas quais foram tomadas as mensurações da distância do forame mental ao rebordo alveolar nas radiografias periapicais pela técnica do paralelismo, periapicais pela técnica do paralelismo com tela milimetrada, e panorâmicas, sendo depois comparadas com aquelas encontradas nas peças anatômicas. Desta forma, procurou-se estabelecer qual técnica ou quais técnicas são mais favoráveis para o planejamento cirúrgico de implantes dentários. Frente aos resultados encontrados estatisticamente concluiu-se que não há diferença que justifique o emprego de qualquer uma das técnicas quando o objetivo é a visualização do forame mental. Porém, em relação às mensurações, as radiografias periapicais pela técnica do paralelismo e periapicais pela técnica do paralelismo com tela milimetrada foram as que apresentaram valores mais fidedignos, ao passo que as radiografias panorâmicas apresentaram imagens ampliadas, dificultando uma correta avaliação das mensurações.

Prado *et al.* (1999) avaliaram a profundidade do canal mandibular em relação ao rebordo alveolar, com o emprego de radiografia panorâmica (aparelho Panex EC da Morita CO), para o planejamento cirúrgico de implantes. Essa avaliação foi feita em uma amostra de 64 casos. Foram colocados, em todas as mandíbulas, fios metálicos de 7mm de diâmetro

e de 8 a 10cm de comprimento, através do forame, seguindo a direção do sulco milo-hióideo, a fim de servir como guia de contraste para orientação das mensurações em relação ao próprio canal. Esferas de aço de 5mm foram fixadas pela face lingual nas regiões delimitadas de caninos, pré-molares e molares. As radiografias foram traçadas em papel vegetal de forma que ficasse viável a obtenção das leituras radiográficas das mensurações verticais das esferas e de traços aleatórios. Aos resultados mensurados, foi aplicada uma fórmula geométrica. Aplicado o fator de correção para a mensuração do traço aleatório, foi obtida a mensuração considerada ideal para ser aplicada na segunda fase do trabalho, que correspondeu à perfuração das mandíbulas na mensuração obtida como “ideal” de perfuração, daí sendo realizadas novas radiografias panorâmicas das mandíbulas com os pinos posicionados. Para exemplificar, foi escolhida aleatoriamente a leitura da mandíbula número 50. A esfera lida no filme alcançou 5,673mm, provocando, assim, uma ampliação percentual de 13,46%, que resultou num fator multiplicador de aproximadamente 0,88. Do traço aleatório de 16,4mm, após ter sido aplicado o fator multiplicador resultou uma profundidade ideal de 14mm. Radiografando-se com o pino metálico naquela altura, demonstrou-se estar o referido marcador no canal mandibular. Com os resultados obtidos concluíram que nas regiões de molares e pré-molares, a segurança da mensuração com aplicação do desvio padrão é clinicamente relevante. O mesmo não se pôde dizer relativamente à região de caninos, mas de qualquer forma, é recomendável a utilização de outras técnicas radiográficas para a garantia de preservação de estruturas vitais.

Carneiro Júnior (2000) utilizou a técnica tomográfica convencional em oito regiões totalmente desdentados de sete crânios humanos macerados. Realizou cortes tomográficos convencionais perpendiculares ao contorno do arco utilizando os aparelhos: Quint Sectograph, Orthopantomograph OP 100 e o Planmeca 2002 CC Proline. As imagens foram mensuradas e comparadas com os valores anatômicos reais. Os dados foram submetidos à análise estatística e demonstraram que, quando os valores reais foram comparados com os valores radiográficos, as médias das mensurações obtidas no aparelho Quint apresentaram uma tendência a se aproximar dos valores reais. Os valores obtidos nos exames dos aparelhos OP 100 e PM2002 diferiram do aparelho Quint, resultando em valores métricos superiores aos valores reais. Quando da comparação dos valores reais com os valores

radiográficos descontados da ampliação sugerida pelo fabricante, as médias das mensurações obtidas no aparelho Quint, OP 100 e PM2002 diferiram dos valores reais, resultando valores métricos inferiores aos valores anatômicos. Quando comparados os valores reais, com os valores radiográficos, descontados a ampliação obtida pela imagem dos guias radiográficos, as médias das mensurações obtidas no aparelho Quint, OP 100 e PM2002 aproximaram dos valores reais, resultando valores métricos similares aos valores anatômicos.

Kurita *et al.* (2001) compararam o sistema de obtenção indireto de radiografias digitalizadas, via *scanner*, com as radiografias panorâmicas convencionais, na visualização das alterações ósseas periimplantares. Quatorze radiografias panorâmicas de pacientes que possuíam implantes na região posterior da mandíbula foram digitalizadas através de um *scanner* (Hewlett Packard - Scanjet 4C). Foram feitos recortes de parte das imagens das panorâmicas. Através do *software* Digora *for Windows* 1.51 (Orion Corporation - Soredex - Finlândia), as imagens totais e parciais foram manipuladas com ampliação, inversão de contraste, realce em relevo (três dimensões - 3D), colorização e otimização da imagem. Os resultados mostraram que a radiografia panorâmica convencional permite uma visualização de regular a boa das alterações ósseas periimplantares. A radiografia panorâmica convencional mostrou-se melhor que todos os tipos de imagens digitalizadas manipuladas, com diferença estatística de $p < 0,05$; exceto as imagens com realce em relevo (3D), que obtiveram resultados inferiores, os outros tipos de tratamento da imagem tiveram resultados bem próximos, mas sempre inferiores aos da radiografia panorâmica convencional. Desta forma, os autores concluíram que o processo de digitalização indireta de radiografias convencionais não melhora a qualidade da imagem.

Oliveira & Veeck (2001) estudaram a confiabilidade das mensurações obtidas a partir de tomografias convencionais e de um sistema de digitalização indireta da imagem, comparando-as com as mensurações reais tomadas diretamente do espécime anatômico, após sua secção transversal. Com a utilização do equipamento Vera View Scope X-600 (Morita Co.) foram realizadas tomografias convencionais da região localizada a 1cm da porção mais anterior da abertura do forame mental de 20 hemi-mandíbulas humanas

maceradas. Cinco distâncias de referência foram estabelecidas entre: a) o limite superior do rebordo alveolar e o limite inferior da basilar; b) os limites internos do rebordo alveolar e basilar; c) os limites externos das corticais vestibular e lingual, a 10mm do limite inferior da basilar; d) os limites externos das corticais vestibular e lingual, a 10mm do limite superior do rebordo alveolar; e) os limites internos das corticais vestibular e lingual, a 10mm do limite superior do rebordo alveolar. As distâncias nos espécimes anatômicos e nas imagens tomográficas correspondentes foram mensuradas por um paquímetro eletrônico digital e, para as imagens digitalizadas, utilizou-se a escala de mensurações do próprio *software* de digitalização, o DentScan-DentView® (APICA Co.). Através do teste t de Student, as mensurações obtidas nas tomografias convencionais e nas imagens digitalizadas indiretamente foram comparadas com aquelas realizadas diretamente no espécime anatômico. Diferenças estatisticamente significantes foram encontradas para as imagens tomográficas originais em duas das cinco mensurações analisadas. Por outro lado, estatisticamente, não foram observadas diferenças significantes para nenhuma das cinco mensurações após a digitalização e manipulação dessas mesmas imagens no sistema DentScan-DentView®. Este estudo permitiu chegar à conclusão que a tomografia convencional é um método confiável para a realização de mensurações lineares, seja diretamente sobre a tomografia ou após a sua digitalização.

Almong *et al.* (2002) quantificaram a variação em solicitar tomografias associadas com guias radiopacos de imagem pelos cirurgiões-dentistas, clínicos gerais e especialistas na fase de plano de tratamento para colocação de implantes. Foram revisados 1640 tomogramas de 630 pacientes. Os tipos de guias, sítios de implantes e profissionais que solicitaram os exames foram anotados. Foi encontrado que 326 pacientes (52%) fizeram tomografias sem o uso de guias radiopacos de imagens e os 304 restantes (48%) apresentavam guias circunferenciais, cones de guta-percha, hastes verticais de chumbo, e tubos de aço inoxidável no local onde seria colocado o implante durante o exame tomográfico. Os clínicos gerais (42,2%) foram os que mais solicitaram as tomografias, seguidos por periodontistas (35,1%), cirurgiões buco-maxilo-faciais (13,3%) e protesistas (7%). Um dado importante a se observar é que 76,7% dos clínicos gerais não utilizaram

guias de imagem, onde se pôde concluir que os especialistas são os que mais utilizam este método de exame pré-operatório.

Dantas (2002) comparou as mensurações obtidas em imagens de tomografias computadorizadas executadas de maneira padronizada com alterações no posicionamento do plano mandibular em relação ao plano horizontal, em locais passíveis de colocação de implantes. Com este propósito, foram obtidos exames de tomografia computadorizada de 10 mandíbulas humanas maceradas, em três posições: padrão e com inclinação de 19° nos sentidos inferior e superior. Um examinador realizou mensurações de altura e largura ósseas apresentadas nas imagens, em três épocas distintas. Os resultados demonstraram que, em relação à altura óssea implantar, foi encontrada diferença estatisticamente significativa apenas para a região de incisivos, quando a mandíbula era inclinada para superior. Quanto à espessura do rebordo ósseo, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes apenas para a região de molar, quando a mandíbula era inclinada para inferior, e para a região de canino, quando a inclinação era para superior. Dessa forma, foi possível concluir que incorreções no posicionamento mandibular de 19° produzem discrepâncias nos valores das mensurações de altura e espessura ósseas, que não foram expressivas a ponto de determinar a repetição do exame, uma vez que foram observadas diferenças menores que 10% do valor encontrado para a posição padrão.

2.2 GRAUS DE DISTORÇÕES DE IMAGENS EM RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS

A radiografia panorâmica é considerada um método de diagnóstico bastante útil em Odontologia, pois em um único filme é possível visualizar a imagem da maxila, mandíbula e estruturas bilaterais associadas (Chiles & Gores, 1973; Schiff *et al.*, 1986; Xie *et al.*, 1996; Farman *et al.*, 1997); a dose de radiação é significativamente menor para o paciente; existe uma simplicidade e rapidez no procedimento; necessita de procedimentos mínimos de controle de infecção; o filme é colocado extrabucalmente, o que a torna mais cômoda

para o paciente. Porém, apesar dessas vantagens, como todo método radiográfico, existem algumas desvantagens: é um tipo de imagem tomográfica que representa apenas uma secção do paciente (Paatero, 1961); estruturas ou anormalidades que não estejam na área focal podem não estar evidentes (Langland & Sippy, 1968; Barton, 1970; Edge *et al.*, 1972; Welander *et al.*, 1989; Razmus *et al.*, 1989; Hayakama *et al.*, 1996; Eraso *et al.*, 1997; Farman *et al.*, 1997; Scarfe *et al.*, 1998); imagens de tecidos moles e de ar podem sobrepor estruturas de tecidos duros importantes; imagens fantasmas ou artefatuais podem sobrepor estruturas que estão dentro da área focal; a técnica não é adequada para crianças com menos de cinco anos ou para pacientes com alguma deficiência, devido à duração do ciclo de exposição. As desvantagens mais relevantes no que se refere às radiografias panorâmicas são a presença de distorções e a falta de detalhe. O movimento tomográfico em conjunto com a distância entre a área focal e o filme produz uma distorção e ampliação da imagem final. A forma da área focal não se adequa a todos os arcos dentais, fazendo com que algumas estruturas se apresentem fora de foco (Schiff *et al.*, 1986; Tyndall *et al.*, 2000; Langland & Langlais, 2002a; Whaites E., 2003b).

Welander *et al.* (1989) descreveram os princípios gerais da distorção radiográfica vertical, horizontal e angular. A distorção angular é descrita como uma associação da distorção horizontal e vertical. Para estes autores, um erro de $\pm 5^\circ$ pode ser tolerado, dependendo do tipo de procedimento clínico a ser realizado e a distorção da imagem da radiografia panorâmica está vinculada ao fato de que as dimensões verticais dependem do foco de projeção da fonte de raios X, enquanto que as dimensões horizontais dependem da projeção dos centros de rotação. Assim, as dimensões horizontais são afetadas pelo movimento do filme em relação aos raios X e o grau de distorção vertical depende da profundidade do objeto e de sua distância ao filme, ou seja, objetos posicionados longe do filme radiográfico aparecerão maiores e mais borrados, ao passo que objetos mais próximos aparecerão com pouca alteração de tamanho e mais nítidos.

Almeida (1992) realizou um estudo com 50 voluntários que foram submetidos a duas técnicas radiográficas panorâmicas. O objetivo deste trabalho foi comparar as distorções produzidas pelo elipsopantomógrafo e pelo ortopantomógrafo. Para tanto foram realizadas moldagens e confeccionados modelos de gesso em cada paciente voluntário. Utilizou-se

dois fios de cobre de tamanho conhecido, o de maior diâmetro foi posicionado na face oclusal dos dentes permitindo medir a distorção horizontal e o de menor diâmetro foi posicionado como hastes verticais permitindo medir a distorção vertical. Depois das placas de mordida estarem perfeitamente adaptadas às arcadas dentárias dos pacientes, as radiografias foram obtidas. Mensurações foram realizadas nas imagens radiográficas. De acordo com os resultados concluiu-se que a imagem radiográfica obtida em ambos os métodos apresentou um nível de distorção bastante significativo com relação à mensuração real dos objetos em estudo. A imagem radiográfica obtida pelo método elipsopantomográfico apresentou uma distorção menor e mais homogênea do que a imagem radiográfica obtida pelo método ortopantomográfico. Com relação à imagem radiográfica das hastes verticais, em ambos os métodos, houve uma maior distorção para as hastes posicionadas entre os pré-molares. A imagem das hastes verticais apresentou distorção diferente nos segmentos antagonistas, mas não nos segmentos homólogos, no aparelho elipsopantomógrafo. Com relação à mensuração horizontal para o segmento de arcos oclusais, houve uma maior distorção da imagem dos segmentos posteriores do que dos segmentos anteriores, em ambos os métodos estudados. Já com relação à mensuração vertical para os segmentos de arcos, houve uma maior distorção para as imagens verticais das hastes inferiores direita, esquerda e anterior. As hastes superiores direita e esquerda apresentaram menor distorção em ambos os métodos.

Para Sonick *et al.* (1994) a colocação de implantes dentários no segmento posterior da mandíbula tornou-se uma prática comum, particularmente em pacientes parcialmente desdentados. Para realização deste procedimento cirúrgico existe a necessidade da localização exata do canal mandibular. Por estas razões, é essencial que se faça um bom planejamento pré-cirúrgico. A introdução da tomografia computadorizada possibilitou a visualização em três dimensões. Anteriormente, as principais radiografias utilizadas eram as periapicais e panorâmicas. Dado as vantagens tridimensionais que as tomografias computadorizadas oferecem, os autores realizaram uma comparação entre estes três exames. Foi realizada uma moldagem em uma mandíbula humana macerada. Posteriormente foi fabricado um modelo de resina e acrílico. Quatro entalhes retangulares foram bilateralmente cortados no modelo. Marcadores de guta-percha foram bilateralmente

colocados nos entalhes e submetido às três técnicas. Mensurações foram feitas entre os marcadores de guta-percha no modelo e também entre os marcadores e os pontos anatômicos da mandíbula. A média de distorção encontrada nas radiografias periapicais, panorâmicas e tomografias computadorizadas foi de 1,9, 3,0 e 0,2mm respectivamente. A média de distorção para as periapicais, panorâmicas e tomografias computadorizadas, em porcentagem foi de 14%, 23,5% e 1,8% respectivamente. Assim sendo, a tomografia computadorizada foi o exame que apresentou maior confiabilidade.

Lam *et al.* (1995) relataram que há uma distorção das estruturas nos planos vertical e horizontal nas radiografias panorâmicas. A quantidade de distorção depende da distância entre a fonte de raios X e o filme, da distância entre a fonte de raios X e o centro do plano focal, a projeção efetiva dos raios, a velocidade relativa do feixe de raios X e o filme e a angulação do feixe nos planos vertical e horizontal. Todavia, o movimento da fonte de raios X ao redor dos maxilares, pode não permanecer estritamente perpendicular às superfícies da mandíbula e da maxila. No plano horizontal, pode ocorrer uma variação de 30° entre o raio incidente e o osso. No plano vertical pode ocorrer uma variação de até 15°. Embora o operador não tenha controle sobre estes fatores, ele pode controlar o posicionamento do paciente. Todos estes fatores contribuem para a ampliação da imagem. Este estudo comparou mensurações da altura óssea dos maxilares em duas modalidades de imagens. Dezenove sítios para colocação de implantes em 10 pacientes foram radiografados. Radiografias e tomografias em duas dimensões (2D) foram realizadas. Medições foram feitas e comparadas entre si. Diferenças significantes ($p < 0,005$) foram encontradas entre as duas modalidades de imagem no que se refere à altura óssea. Em todos os casos, exceto três, as alturas ósseas foram maiores nas radiografias panorâmicas.

Ávila (1996) afirmou que é de fundamental importância o conhecimento da magnitude das distorções ao se examinar uma radiografia panorâmica. Conhecendo-se o índice de distorção esperado para o aparelho utilizado, pode-se avaliar melhor a morfologia do objeto estudado e sua relação com estruturas adjacentes, propiciando uma interpretação mais segura da radiografia panorâmica. Quanto às características básicas da radiografia panorâmica, a autora explicou que a formação de uma imagem radiográfica é produzida a partir de duas projeções centrais que agem simultaneamente. Uma delas é o centro de

rotação, considerado o foco imaginário que determina a extensão horizontal da imagem. Este fator é afetado pela velocidade do filme em relação à velocidade do feixe. A outra é o feixe proveniente da área focal dos tubos de raios X, considerado foco efetivo, proporcionando a extensão vertical da imagem. A imagem da radiografia, denominada real, forma-se quando um objeto está localizado entre o centro de rotação e o filme. Imagens duplas são formadas quando o objeto está posicionado entre o centro de rotação e o filme e é interceptado duas vezes pelos raios X. Quando descreveu o grau da distorção na formação da imagem na radiografia panorâmica, relatou que essa distorção depende das características próprias de cada aparelho como forma e espessura da camada de corte e angulação dos raios X. Além das distorções inerentes à técnica, fatores externos podem afetar o resultado final da radiografia, tais como: assimetria dos arcos dentários, posicionamento incorreto do paciente no aparelho e falta de cooperação do mesmo durante a execução da técnica. Com o objetivo de analisar e comparar os índices de distorção da imagem radiográfica produzida em sete diferentes aparelhos panorâmicos (Orthopantomograph OP-2, Funk X-15, GE 3000, Panoura 10C, Panex EC, Rotograph 230 EUR e Super Veraview), utilizou-se um crânio macerado de adulto, ao qual foram fixados fios de chumbo (1, 10 e 30mm de comprimento e 1mm de diâmetro) em oito regiões anatômicas selecionadas. Outras estruturas foram submetidas a medições diretamente no crânio, constituindo ao todo 12 regiões estudadas. A partir da comparação entre as mensurações reais obtidas no crânio e aquelas obtidas nas imagens radiográficas dos aparelhos panorâmicos, verificou-se que o aparelho Rotograph 230 EUR apresentou o menor índice geral de distorção (19,59%), sendo seguido pelo aparelho Panex EC (20,4%), Super Veraview (22,17%), Funk (23,29%), Panoura 10C (23,45%), GE 3000 (24,1%) e Orthopantomograph OP-2 (28,55%). As imagens radiográficas obtidas nos aparelhos panorâmicos testados apresentaram índices de distorção bastante variáveis (0 - 63,5%), quando diferentes regiões foram consideradas nas radiografias. A região lateral, que compreende de 3º molar até ramo ascendente mandibular, apresentou os menores índices de distorção (0 - 30%), sendo que a região paramedial (de canino a 3º molar) resultou nos maiores índices de distorção (13,5 - 63,5%).

Segundo Amir *et al.* (1998), a radiografia panorâmica é um meio de diagnóstico amplamente utilizado, pois fornece em um único filme imagens das estruturas maxilares e mandibulares e articulações têmporo-mandibulares. É possível através deste exame detectar raízes residuais, cistos, tumores e outros corpos estranhos. Representa um papel importante na Implantodontia, uma vez que oferece informações sobre a dimensão vertical e relação com as estruturas anatômicas nobres. Atualmente existem outras técnicas mais precisas como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética, porém muito mais onerosas. Mensurações feitas em radiografias panorâmicas podem envolver erros metodológicos consideráveis. O maior fator limitante da radiografia panorâmica é o grau de distorção. O posicionamento do paciente entre a fonte de radiação e o filme é responsável pela magnificação mostrada nas radiografias. A pequena zona de nitidez é livre de distorção, o que significa que o fator de distorção é o mesmo nos sentidos horizontal e vertical. Objetos fora do plano focal aparecem distorcidos na imagem devido à diferença de velocidade do filme, à velocidade da projeção do objeto no filme e também à posição do objeto em relação ao tubo e filme. A imagem é afetada pelos erros de magnificação e deslocamento. Há um grande número de aparelhos de radiografias panorâmicas disponíveis no mercado. O fator de ampliação varia de um fabricante para o outro por causa de geometrias diferentes de projeção. Para realizar um estudo longitudinal é necessário o mesmo tipo de máquina. O objetivo deste estudo foi avaliar a precisão e confiabilidade de mensurações realizadas em mandíbulas através de radiografias panorâmicas. Foram obtidos vários ângulos e mensurações verticais, horizontais e oblíquas, em 25 mandíbulas maceradas, de regiões previamente demarcadas por esferas metálicas. As mandíbulas foram posicionadas e radiografadas no aparelho Orthophos D3200, fabricado pela Siemens (Sirona). Foram feitas mensurações nas radiografias panorâmicas e nas mandíbulas maceradas. Todos os dados foram analisados estatisticamente. Os resultados mostraram diferença estatisticamente significativa entre a magnificação divulgada pelo fabricante e a ampliação encontrada nas imagens radiográficas. O estudo também mostrou que mensurações lineares feitas em um só lado da imagem panorâmica eram muito próximas das dimensões da mandíbula macerada; todavia as mensurações que se estendiam além da

linha média foram fortemente aumentadas devido ao grande fator de magnificação, portanto tais mensurações não devem ser realizadas.

Sant'ana (2002) avaliou a distorção na posição de terceiros molares inferiores, segundo classificação de Winter, em radiografias panorâmicas realizadas pelo aparelho Rotograph Plus® quando comparada às mensurações realizadas em modelos de gesso, obtidos a partir de moldagens trans-cirúrgicas dos pacientes. O estudo foi realizado a partir de radiografias panorâmicas de 15 pacientes com indicação de exodontia dos terceiros molares inferiores; durante as cirurgias foram realizadas moldagens com silicona de adição, após a exposição da coroa do dente a ser extraído. Foram confeccionados, então, modelos de gesso, obtendo-se um total de 19 modelos. Após a realização das mensurações nas radiografias e nos modelos de gesso, obteve os seguintes resultados: há uma diferença média entre a posição do terceiro molar na radiografia panorâmica e no modelo de gesso de $5,37^\circ$ (desvio padrão 1,46). Em teste t de Student foi verificado que o ângulo formado na radiografia é maior que o formado nos modelos de gesso, com $p > 0,05$. A radiografia panorâmica sempre mostrou o dente em posição mesializada, quando comparado clinicamente. Pode-se concluir que existe considerável distorção na posição dos dentes, resultado que pode influenciar o planejamento cirúrgico dos mesmos, considerando que uma das indicações do seccionamento do dente durante a cirurgia é sua inclinação, o que não invalida o uso da radiografia panorâmica como principal meio de diagnóstico e planejamento cirúrgico dos terceiros molares inferiores não irrompidos.

2.3 PLANO FOCAL DE IMAGEM

Desenvolvida por Paatero (1949), a técnica radiográfica panorâmica utiliza o princípio geral da tomografia. As estruturas localizadas no plano de corte ou focal são registradas, enquanto que as demais desaparecem por borramento (Langland & Sippy, 1968; Barton, 1970; Edge *et al.*, 1972; Hayakama *et al.*, 1996). O plano de corte ou focal, freqüentemente chamado zona de nitidez, é a zona definida do objeto que contém pontos registrados, com detalhes suficientes que permitem a sua identificação. A camada da

imagem é uma região tri-dimensional de mínimo de borramento da imagem, única em largura e forma para cada aparelho panorâmico. É determinada pela geometria de varredura do feixe de raios X, distância fonte-filme, tamanho do ponto focal, largura do feixe de raios X e pelo receptor de imagem (Langland & Langlais, 2002a). A forma da camada está relacionada à forma média dos arcos dentários em indivíduos adultos (Scarfe *et al.*, 1998). O plano central da camada de foco é um plano livre de distorção, onde o borramento é mínimo e a ampliação vertical se iguala à horizontal. Se houver borramento nesta região, o mesmo é atribuído ao tamanho do ponto focal e ao filme (Hayakama *et al.*, 1996).

Por tratar-se de um método dinâmico, onde o filme e a fonte de raios X movimentam-se ao redor do paciente, a radiografia panorâmica apresenta uma série de fatores que influenciam a formação da imagem radiográfica. Langland & Sippy (1968) citaram alguns fundamentos físicos da tomografia: a) na tomografia, todos os objetos cujos longos eixos são paralelos à direção do feixe de raios X não são borrados e sim alongados. Por outro lado, aqueles onde os longos eixos são perpendiculares à trajetória são borrados completamente; b) o borramento é um fenômeno que se torna mais evidente à medida que o objeto se afasta da camada focal do aparelho; c) a espessura da camada focal dos aparelhos panorâmicos pode ser controlada por dois fatores: 1º) o plano de corte está diretamente relacionado à distância do centro de rotação ao plano central da imagem. A largura desse plano depende do movimento de raios X. Quanto maior o movimento, mais espesso o plano; 2º) a largura do plano de corte é inversamente proporcional à largura longa e ou estreita do feixe. Quanto menor o movimento do feixe, mais largo o plano de corte da imagem; d) a distorção pode ser controlada pelos fatores de distância e alinhamento, sendo que a ampliação dos objetos pode variar de 29 a 35% no plano vertical e de 30 a 46% no plano horizontal. Segundo estes autores, a distorção dos dentes nos planos horizontal e vertical pode ser minimizada pelo correto posicionamento da cabeça do paciente.

Para que haja o máximo de aproveitamento de uma radiografia como auxiliar de diagnóstico é importante que o profissional tenha uma radiografia que forneça o máximo de informação possível no que se refere a uma região anatômica específica. O profissional deve ter uma radiografia da mais alta qualidade possível. A qualidade radiográfica refere-se

à fidelidade com a qual a estrutura anatômica está representada na radiografia. Segundo Razmus *et al.* (1989) testes de controle de qualidade em radiografias intrabuciais e extrabuciais estão bem documentados; porém em equipamentos panorâmicos os mesmos são negligenciados. Diante deste relato os autores compararam a localização da camada focal entre máquinas produzidas pelo mesmo fabricante. Utilizaram os aparelhos Panoral (J. Morita Corp. of Japan), Orthopantomograph – 5 (Siemens Corp. of Finland), Panelipse (Gendex – Medical Systems Division, Milwaukee, Wis.), Panorex – I (S.S. White Dental Products Division, Holmdel, N.J.) de clínicas privadas e de instituições, sempre comparando-os com uma unidade similar perfeitamente calibrada. Os resultados encontrados foram: que as máquinas apresentaram diferentes localizações da camada focal; máquinas produzidas pelo mesmo fabricante tinham localizações da camada focal diferente da unidade calibrada do mesmo tipo; várias calibrações foram feitas em cada aparelho, sendo elas com resultados sempre diferentes e, algum tempo após a checagem da calibragem, esta já se apresentava alterada. De acordo com estes resultados os autores concluíram que, devido à instabilidade da localização da camada focal nas máquinas testadas, existe a necessidade de estabelecer um teste de controle de qualidade para verificar a localização da camada focal antes de expor o paciente à radiação.

Eraso *et al.* (1997) estudaram as características da camada focal e a distorção de imagem do aparelho panorâmico Orthophos Plus (Siemens AG, Bensheim, Germany). O filme utilizado foi o T-Mat G combinado com um écran lanex regular (Eastman Kodak, Rochester, NY) e os raios X foram atenuados com um filtro Nioblum (Ken-Jon Corp. Austin, TX) para compensar a ausência de tecido mole e duro da grade de resolução Kyokko tipo 1 (Kassei/Optonix, Tokyo, Japan) sobre o qual foram realizadas as radiografias panorâmicas. Os autores observaram que a espessura da camada focal na região anterior deste aparelho é de 12mm e vai aumentando até chegar a 37mm; os fatores de magnificação se apresentaram constante tanto no sentido vertical quanto no horizontal em toda extensão dos arcos dentários. Concluíram que o aparelho Orthophos Plus promove uma boa resolução no centro da camada focal e que a dimensão da camada focal é suficiente para radiografar e abranger a grande maioria dos pacientes nas mais variadas formas e tamanhos dos arcos dentários.

2.4 POSICIONAMENTO PADRÃO E ERROS DE TÉCNICA NA OBTENÇÃO DE RADIOGRAFIA PANORÂMICA

O posicionamento do paciente nos aparelhos de radiografias panorâmicas é fundamental. A cabeça deve ser posicionada precisamente, de maneira que os dentes permaneçam dentro da área focal. As regiões dos maxilares que permanecerem fora da área focal estarão fora de foco (Schiff *et al.*, 1986; Xie *et al.*, 1996).

As técnicas exatas de posicionamento variam de um aparelho para o outro (Patel & Manson-Hing, 1986). Contudo, existem alguns requisitos gerais que são comuns a todos os aparelhos e que podem ser resumidos da seguinte forma: (a) deve-se pedir ao paciente que remova brincos, jóias, grampos de cabelo, óculos, próteses removíveis ou aparelhos móveis; (b) o procedimento e os movimentos do equipamento devem ser explicados para a segurança do paciente; (c) pedir para o paciente morder a canaleta do bloco de mordida; (d) fechar os guias laterais, (e) posicionar o mento; (f) manter o paciente ereto; (g) pedir ao paciente que coloque a língua no palato, degluta e se mantenha imóvel; (h) realizar a exposição (Langland & Langlais, 2002b; Whaites E., 2003b).

Diante da grande utilização das radiografias panorâmicas por parte dos cirurgiões-dentistas e principalmente suas vantagens, Schiff *et al.* (1986) estudaram 1000 radiografias panorâmicas do arquivo de uma universidade. Radiografias foram realizadas em diversos aparelhos e por diversos indivíduos, incluindo estudantes, técnicos em Radiologia Odontológica e auxiliares. As radiografias foram numeradas e analisadas por um avaliador que as classificou quanto a erros de posicionamento, técnica e também frequência com que esses erros aparecem. No que se refere à inclinação ventral da cabeça do paciente, pôde-se observar: uma excessiva curvatura do plano oclusal; as imagens das raízes dos dentes ântero-inferiores não puderam ser observadas com precisão; a distância intercondilar ficou diminuída; a porção superior dos côndilos não puderam ser visualizadas; houve uma pronunciada sobreposição das interproximais dos dentes posteriores. Na inclinação dorsal da cabeça do paciente: o plano oclusal se apresentou plano ou mesmo com uma curva reversa; as raízes dos dentes ântero-superiores não puderam ser observadas com precisão;

houve o alongamento da distância intercondilar ocorrendo muitas vezes a perda das imagens dos côndilos nas laterais do filme; superposição do palato duro sobre as raízes dos dentes anteriores. Na rotação da cabeça: ocorreu uma magnificação diferente entre os ramos mandibulares e os dentes posteriores; as estruturas mais próximas ao filme apresentaram-se diminuídas; as estruturas mais próximas à fonte de raios X apresentaram-se alargadas; houve uma excessiva sobreposição nos pré-molares no lado mais próximo ao filme. Na inclinação lateral da cabeça: houve uma distância desigual entre as bases da mandíbula dos lados esquerdo e direito até a borda inferior do filme que causou a perda da imagem da porção superior do côndilo em um dos lados e também uma magnificação desigual entre os dois lados. Os resultados demonstraram uma maior porcentagem de erros de posicionamento, sendo o maior deles a falta de posicionamento da língua no palato. Os autores enfatizaram que embora uma porcentagem de erros ocorra devido ao posicionamento impróprio do paciente, a maioria dos erros técnicos estão sob o controle do operador que pode eliminá-los completamente através de atenção aos detalhes.

Reijnem & Sanderink (1987) realizaram um estudo para encontrar a origem da radiopacidade na região do palato duro e para explicar a variabilidade na aparência desta radiopacidade na radiografia panorâmica. Isto pôde ser demonstrado com o uso de marcadores metálicos fixados a um crânio humano macerado; neste posicionou-se um fio metálico ao longo da junção do septo nasal com o soalho da fossa nasal; um outro ao longo da junção da fossa nasal com o seio maxilar e um último ao longo da sutura palatina mediana. O crânio foi radiografado em diferentes inclinações pósterio-anteriores. A radiopacidade vista na região do palato duro representa a junção do septo nasal e o palato duro e a junção dos seios maxilares ao palato duro. A aparência de uma ou duas linhas depende da angulação do crânio. Uma posição mais inclinada do crânio para baixo (flexão ventral) produz duas linhas, enquanto que a posição do crânio inclinada para trás (flexão dorsal) resulta em uma sobreposição das duas linhas produzindo só uma. A imagem da junção do septo nasal e o palato duro é borrada devido à maior distância do plano focal. A junção do seio maxilar e o palato duro aparecerá como uma linha pronunciada por ser mais próxima à camada focal.

Iwaki Filho (1994) estudou a imagem radiográfica do palato duro e/ou soalho da fossa nasal em radiografias panorâmicas. Utilizou 20 crânios humanos macerados que foram radiografados em três diferentes aparelhos panorâmicos e em três diferentes posições ântero-posteriores (flexão ventral de 10°, Plano Horizontal de Frankfurt (PHF) paralelo ao Plano Horizontal e flexão dorsal de 10°). Estudou ainda a relação entre o posicionamento do crânio durante a técnica radiográfica e as formas da imagem radiográfica do palato duro e/ou soalho da fossa nasal. As diversas formas receberam nomes representativos e foram quantificadas na amostra empregada. Os resultados obtidos permitiram-no concluir que as imagens radiográficas descritas na literatura como palato duro e/ou soalho da fossa nasal são representadas por áreas de maior densidade óssea na fossa nasal que determinaram duas imagens radiográficas distintas, uma inferior e outra superior; a imagem inferior é uma linha ou estreita faixa radiopaca bem nítida e representa o soalho da fossa nasal, particularmente os seus limites laterais e anteriores; a imagem superior é uma faixa radiopaca, de pobre nitidez, às vezes esboçando linhas radiopacas, sendo principalmente representada pela junção do septo com o soalho da fossa nasal; as diferentes inclinações ântero-posteriores dos crânios fazem variar as posições e as formas das imagens superior e inferior; a flexão ventral aumenta o borramento da imagem superior; a flexão dorsal do crânio pode provocar superposição da imagem superior com a inferior, dando uma falsa idéia de ser uma única imagem. Também pode haver uma inversão da posição entre ambas as imagens; a forma mais comum da imagem inferior (soalho da fossa nasal e dos seus limites laterais e anteriores) é em “W” aberto, seguida em ordem decrescente pelas formas de “V” aberto, arco côncavo e retilíneo. A inclinação anterior (flexão ventral de 10°) dá origem às formas de “W” e “V” enquanto que a inclinação posterior do crânio (flexão dorsal de 10°) é responsável pela forma de arco convexo. As três formas citadas indicam falha técnica na técnica radiográfica.

Xie *et al.* (1996) avaliaram se é possível realizar mensurações verticais com precisão nas radiografias panorâmicas. Para isto cinco crânios humanos macerados foram usados nesta pesquisa: quatro eram totalmente edêntulos e um parcialmente edêntulo. Marcadores radiopacos foram colocados em 12 locais na maxila e mandíbula. Na maxila eles foram todos colocados na crista óssea alveolar. O primeiro foi colocado na distal do 1º molar

superior direito, o segundo na distal do 1º pré-molar superior direito, o terceiro entre os incisivos centrais superiores, o quarto na distal do 1º molar superior esquerdo e o quinto na distal do 1º pré-molar superior esquerdo. Na mandíbula, os marcadores foram colocados nas mesmas posições na crista óssea alveolar e também no centro de cada forame mental, totalizando 12 marcadores. Nove radiografias panorâmicas foram realizadas em diferentes posições: a) plano oclusal paralelo ao plano horizontal, 0° e com 0mm de deslocamento; b) plano oclusal paralelo ao plano horizontal, 0° e com 5mm de deslocamento para frente; c) plano oclusal paralelo ao plano horizontal, 0° e com 5mm de deslocamento para trás; d) plano oclusal inclinado 5° para frente; e) plano oclusal inclinado 5° para frente e com 5mm de deslocamento para frente; f) plano oclusal inclinado 5° para frente e com 5mm de deslocamento para trás; g) plano oclusal inclinado 5° para trás; h) plano oclusal inclinado 5° para trás e com 5mm de deslocamento para frente; i) plano oclusal inclinado 5° para trás e com 5mm de deslocamento para trás. O aparelho utilizado foi o PM 2002CC® (Planmeca Co. Helsinki, Finlândia). Foi utilizado 4mm de alumínio em frente ao diafragma como filtragem adicional para obter uma densidade ideal. As mensurações foram feitas manualmente e com auxílio de um *software* desenvolvido por um pesquisador. O scanner utilizado para digitalização das imagens foi o UC 1200S, fabricado pela UMAX. As linhas demarcadas foram: a) distância entre os forames infra-orbitais; b) distância entre as porções mais inferiores da eminência articular ou tubérculo articular; c) distância entre as porções mais inferiores dos processos zigomáticos; d) distância entre o forame infra-orbital e o marcador localizado à distal do 1º molar superior direito; e) distância entre a linha das eminências articulares e o marcador localizado à distal do 1º molar superior direito; f) distância entre a linha dos processos zigomáticos e o marcador localizado à distal do 1º molar superior direito; g) distância entre o soalho da fossa nasal e o marcador localizado entre os incisivos superiores; h) distância entre o marcador localizado à distal do 1º molar inferior direito e a base da mandíbula; i) distância entre o forame mental direito e a base da mandíbula; j) distância do marcador localizado entre os incisivos centrais inferiores e a base da mandíbula. Concluíram que a inclinação sagital influenciou mais as mensurações na região anterior da maxila do que em outras regiões. Deslocamentos sagitais têm pouca influência nas mensurações tanto da maxila quanto da mandíbula. Os autores salientaram

que mensurações verticais devem ser realizadas somente utilizando pontos de referência que estejam localizados anatomicamente diretamente acima ou abaixo do ponto a ser mensurado, evitando pontos de referência mais distantes. Comentaram ainda que na prática diária, ao utilizar os posicionadores dos aparelhos, dificilmente têm-se erros maiores dos que os reproduzidos por este experimento, pois o PHF varia entre as pessoas normais em $\pm 5^\circ$ e variações dentro desta faixa não causam alterações significativas nas mensurações verticais, principalmente nas regiões posteriores da maxila e mandíbula e anterior da mandíbula.

Para Rushton *et al.* (1999) a qualidade de qualquer radiografia depende de uma técnica precisa e de um processamento cuidadoso. O bom posicionamento e preparação do paciente são necessários para não aumentar ainda mais o grau de distorção e a produção de imagens fantasmas. O principal objetivo deste estudo foi averiguar a qualidade das radiografias panorâmicas, determinar a frequência de erros e identificar os erros que interferem diretamente na qualidade da imagem final. Um mil, oitocentas e treze radiografias panorâmicas de pacientes adultos realizadas por 41 dentistas diferentes foram avaliadas por dois professores de Radiologia. As radiografias foram classificadas em excelentes, aceitáveis ou inaceitáveis. O termo excelente foi aplicado quando não houve nenhum erro de técnica ou processamento. Nesta amostra somente 14 (0,8%) radiografias estavam livres de erros, 1200 (66,2%) continham alguns erros, sendo classificadas como aceitáveis, e 599 (33,0%) foram consideradas inaceitáveis. O erro mais comum foi o não posicionamento da língua no palato. Os erros que mais interferiram na imagem final foram má posicionamento ântero-posterior, baixa densidade e baixo contraste.

Mckee *et al.* (2001) relataram que uma avaliação crítica das posições das coroas e raízes dos dentes é importantíssimo no planejamento ortodôntico, no tratamento e depois do tratamento. Além do exame clínico, os Ortodontistas freqüentemente avaliam o paralelismo das raízes e angulação méso-distal dos dentes através de radiografias panorâmicas. O propósito deste estudo foi examinar o efeito dos erros mais comuns de posicionamento do paciente em aparelhos panorâmicos no que diz respeito à angulação méso-distal dos dentes e comparar estas angulações em radiografias realizadas em cabeças bem posicionadas. Um crânio humano macerado adaptado com um *typodont* (Ormco Corporation) com oclusão de

segundo a segundo molar foi posicionado no aparelho Orthopantomograph OP100. Em cada dente foram colocadas esferas metálicas na borda incisal ou oclusal da coroa e no ápice da raiz, com exceção dos primeiros e segundos molares superiores e inferiores e primeiro pré-molar superior. Nestes dentes as esferas foram colocadas na bifurcação ou trifurcação. Os dentes não apresentavam dilaceração radicular; caso houvessem eram lixados até ficarem retilíneos. Os *typodonts* foram preparados com braquetes, bandas metálicas, tubos e fios ortodônticos. Um crânio adulto Classe I de Angle serviu como uma matriz, sendo a maxila e parte da mandíbula seccionadas para adaptar o *typodont*. A fossa mandibular foi preenchida com resina acrílica para posicionar o côndilo e para permitir a abertura e fechamento da mandíbula. Esferas metálicas foram colocadas em alguns pontos craniométricos como, por exemplo, o násio, pórios anatômicos direito e esquerdo e pogônio para servir como referência. Telerradiografias em normas lateral e frontal foram realizadas para que análises nos sentidos transversal, ântero-posterior e vertical constatassem que o conjunto crânio/*typodont* estava em Classe I de canino e molar, sobressaliência e sobremordida de 2mm e as linhas médias coincidentes. Os crânios foram radiografados na posição normal, com flexão dorsal de 5°, com flexão ventral de 5°, com rotação de 5° para direita e com rotação de 5° para esquerda. As imagens foram digitalizadas e submetidas a um *software* de imagem para avaliar as angulações méso-distais dos dentes. Os resultados mostraram que os ângulos nas imagens alteradas em 5° foram estatisticamente diferentes das imagens com posicionamento normal da cabeça. Os dentes da maxila foram mais sensíveis às inclinações no sentido ântero-posterior, com flexão dorsal causando projeção mesial, e flexão ventral causando projeção distal; as raízes e os dentes da mandíbula foram mais sensíveis às alterações de rotação direita e esquerda com uma diferença de 22,3° de angulação, concluindo-se que a avaliação de inclinação de dentes através de radiografias panorâmicas deve ser realizado com bastante cautela.

Matheus (2001) avaliou a relação entre as variações de posicionamento do PSM e a assimetria mandibular em radiografias panorâmicas. Para isto, crânios macerados foram posicionados, alterando-se o PSM em relação ao feixe central de luz do aparelho panorâmico, sendo realizadas as seguintes alterações: desvio lateral de 2, 4, 6, 8 e 10mm; inclinação em 2, 4, 6, 8 e 10°; e por fim, giro em 2, 4, 6, 8 e 10°, sempre para a direita. As

alterações foram avaliadas observando-se o comprimento do corpo, a altura e a largura do ramo da mandíbula e a largura e a altura do côndilo da mandíbula. Os crânios foram classificados quanto ao seu grau de assimetria mandibular quando do posicionamento correto e quando das alterações de posicionamento. Além disso, foi realizada uma análise subjetiva, que teve como finalidade avaliar a capacidade de profissionais em identificar a presença e tipos de erros. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística por meio do teste t de Student e teste Tukey. Tendo como base os resultados, pôde-se concluir que a alteração no posicionamento do PSM do crânio em relação ao feixe central de luz do aparelho panorâmico que proporcionou um maior índice de distorção foi o desvio lateral seguido pela inclinação e giro; as mensurações realizadas no sentido horizontal foram as que mais sofreram influências das alterações no posicionamento, e entre elas o comprimento do corpo que se apresentou com maiores índices de distorção; a assimetria mandibular apresentou-se mais acentuada com a realização do desvio lateral, pois com um desvio de 10mm, 71% dos crânios foram classificados como apresentando assimetria mandibular avançada. Com a inclinação em até 10° apenas 14% dos crânios foram classificados com este grau de assimetria, enquanto que com a realização do giro em até 10° nenhum crânio apresentou assimetria mandibular avançada. Os examinadores apresentaram um índice de concordância de 0,33 e 0,38 no que se refere à presença de erros e à identificação destes erros respectivamente, índice este considerado leve de acordo com a classificação pelo Teste de Kappa; o desvio lateral do PSM foi o tipo de alteração que causou maior distorção nas estruturas analisadas, proporcionando um maior aumento no índice de assimetria, sendo as mensurações do corpo da mandíbula, as que apresentaram maior distorção. A avaliação da análise subjetiva, de acordo com o teste de Kappa, classificou a concordância entre os examinadores como sendo leve.

Segundo Akarslan *et al.* (2003) a radiografia panorâmica representa um dos maiores exames complementares utilizados em Odontologia apresentando um aumento extraordinário na sua requisição. Para evitar expor os pacientes a uma dose de radiação desnecessária, tem-se que tomar cuidado e atenção no posicionamento do paciente e no processamento do filme. Com estas medidas o profissional obterá uma imagem com alto nível de qualidade e minimizará o número de imagens impróprias para diagnósticos. Um

total de 460 radiografias panorâmicas realizadas por assistentes treinadas e com experiência no manuseio do aparelho Orthopantomograph OP100 (Instrumentarium Corporation – Finlândia), processadas em máquinas automáticas, foram avaliadas por um Radiologista com 13 anos de experiência. Vinte tipos de erros diferentes foram averiguados. Das 460 radiografias panorâmicas realizadas no Departamento de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Ankara-Turquia, 173 (37,61%) não tiveram erros. O erro mais comum de posicionamento foi a falta de manutenção da língua no palato durante a exposição de raios X, o que causou uma radioluscência sobre as raízes dos dentes ântero-superiores (46,30%). Superposição do osso hióide sobre a base da mandíbula (26,30%) e superposição da coluna vertebral sobre os dentes anteriores (22, 17%) foram os próximos erros mais comuns. O erro mais comum de técnica foi a alta densidade (16,52%), seguida pela baixa densidade das imagens (15,65%). O erro menos comum de posicionamento foi o alargamento dos dentes anteriores devido ao paciente não ter mordido a canaleta do bloco de mordida (1,30%) e o erro menos comum de técnica foi presença de sujeiras e curvaturas no filme (0,21%). Algumas imagens tinham mais que um erro, portanto as porcentagens excederam 100%. Os autores concluíram o trabalho destacando o grande número de radiografias livres de erros (37,61%) encontradas nos seus Departamentos e atribuem este sucesso à qualidade do aparelho e também ao fato das radiografias serem realizadas por técnicos treinados e não por estudantes de Odontologia. O maior erro encontrado está diretamente ligado ao esquecimento e confusão que o paciente tem durante a realização da radiografia.

2.5 SOFTWARES PARA REALIZAÇÕES DE MENSURAÇÕES

Nos últimos anos surgiram na Odontologia *softwares* desenvolvidos para auxiliar o profissional no planejamento de implantes. Esses *softwares* possibilitam o cálculo das distâncias e ângulos necessários ao planejamento de implantes, considerando a magnificação da imagem de radiografias panorâmicas, periapicais e tomografias diversas. A partir de imagens digitalizadas, o profissional marca dois pontos na tela do computador. As imagens podem ser manipuladas através de ferramentas que movem, ampliam, reduzem,

giram, ajustam o brilho e o contraste das imagens, proporcionando uma visualização satisfatória ao observador, de acordo com um nível adequado de tons de cinza.

Butterfield *et al.* (1997) estudaram a precisão clínica da tomografia convencional no planejamento cirúrgico de implantes dentários. Cinco mandíbulas maceradas parcialmente edêntulas foram utilizadas. As posições dos segundos molares foram marcadas e submetidas à tomografia convencional no aparelho Quint Sectograph (Soredex Corporation, Anaheim, Califórnia). Seis cirurgiões Buco-maxilo-faciais e um Radiologista com experiência em tomografia convencional fizeram a interpretação dos tomogramas. Nenhum dos profissionais tinha visto as mandíbulas maceradas antes da avaliação. Cada profissional fez cinco traçados do canal mandibular e da cortical óssea num intervalo de uma semana entre cada traçado. As mandíbulas foram seccionadas. As imagens dos tomogramas e as mandíbulas seccionadas foram *scanneadas*. As magnificações foram analisadas através do *software* de imagens “Pro Pus” (Media Cybernetics, Silver Spring, Md) seguindo os seguintes critérios: a) área mandibular total; b) canal mandibular; c) distância da cortical superior do canal mandibular ao rebordo alveolar inferior; d) distância da cortical inferior do canal mandibular à base da mandíbula; e) distância da cortical vestibular ao canal mandibular; f) distância da cortical lingual ao canal mandibular; g) circunferência total da mandíbula; h) circunferência total do canal mandibular. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes intra-observadores, interobservadores e entre os tomogramas e as mandíbulas seccionadas, o que mostrou uma limitação e instabilidade da tomografia convencional para planejamento cirúrgico de implantes dentários.

Segundo Fonteles (2002) o tratamento reabilitador de regiões edêntulas por meio de implantes endósseos está cada vez mais difundido e o sucesso desses procedimentos depende de uma avaliação criteriosa. Os progressos da informática têm sido imensuráveis, estimulando a utilização de métodos cada vez mais avançados na procura de resultados mais precisos, levando os profissionais a trabalharem com maior segurança. O objetivo do seu estudo foi avaliar a confiabilidade da mensuração óssea em cortes tomográficos lineares de maxila e mandíbula em regiões pré-determinadas de um crânio macerado edêntulo obtida no aparelho Quint Sectograph Linear Tomography Unit. As imagens foram

digitalizadas e inseridas nos *softwares* RADIOIMP e SURGPLAN e mensuradas sobre linhas previamente traçadas. Também foram realizadas mensurações manuais diretamente sobre as imagens utilizando paquímetro e negatoscópio. Seis observadores especialistas em Radiologia Odontológica devidamente calibrados realizaram as mensurações em dois momentos com intervalo de 30 dias. Os resultados tratados estatisticamente mostraram que as mensurações não apresentaram diferença significativa (em nenhum dos dois momentos). Estatisticamente não foi observada diferença entre os métodos utilizados, manual e computadorizado. Não houve diferença estatística significativa na avaliação interexaminadores. Concluiu-se, portanto, que qualquer um dos métodos analisados pode ser utilizado.

Freitas (2002) avaliou a concordância interexaminadores na obtenção de mensurações por dois métodos de traçados radiográficos para planejamento de implantes (o manual e o com auxílio do *software* RADIOIMP); avaliou a exatidão dessas mensurações e comparou o desempenho dos dois métodos. Para isso, foram utilizadas 21 radiografias panorâmicas de arquivo. As radiografias foram obtidas de crânios macerados, humanos e edêntulos. Para a aquisição das imagens, sobre a crista óssea alveolar das regiões correspondentes às de incisivo central, canino, pré-molar e molar, superiores e inferiores, esferas de aço de 3,16mm de diâmetro foram fixadas com cera. Estas radiografias panorâmicas foram analisadas por cinco avaliadores, pelos dois métodos, em duas ocasiões. No método manual, os avaliadores realizaram, com o auxílio de um negatoscópio, um traçado sobre papel acetato fixado às imagens e, com um paquímetro, obtiveram mensurações de nove regiões. Para a análise das imagens no *software*, essas foram digitalizadas e exibidas em uma tela de computador. Para desconto da ampliação inerente à técnica, foram obtidas mensurações verticais de esferas presentes nas imagens. Os resultados foram submetidos à análise estatística. Houve baixa concordância interexaminadores, sendo que os avaliadores apresentaram maior dificuldade na reprodução das mensurações quando utilizaram o *software*; houve falta de exatidão das mensurações nas regiões anteriores e na região que envolveu a visualização do canal mandibular, sendo que a maioria dessas mensurações foi obtida ao se utilizar o mesmo *software*. Dessa forma, a autora concluiu que os *softwares* destinados ao planejamento de implantes devem ser utilizados com cautela.

3. PROPOSIÇÃO

O intuito deste trabalho foi:

- Avaliar a confiabilidade dos fatores de ampliações fornecidos pelo fabricante comparando-os com os valores reais em radiografias panorâmicas e tomografias convencionais;
- Avaliar se alterações de posicionamentos dos crânios durante a realização de radiografias panorâmicas influenciam a obtenção de mensurações verticais na mandíbula.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 AMOSTRA

Para a realização desta pesquisa, foram utilizadas sete mandíbulas humanas, maceradas, edêntulas ou parcialmente edêntulas, com características radiográficas compatíveis com a idade adulta, pertencentes aos acervos das Disciplinas de Anatomia das Faculdades de Odontologia do Centro de Ensino Superior de Maringá – CESUMAR, e da Universidade Estadual de Maringá – UEM. O protocolo de pesquisa foi apreciado de acordo com a resolução nº 196/96 e complementares do CNS/MS, na 89ª reunião do COPEP em 24/09/2004 e registrado sob o nº 102/2004, com parecer nº 257/2004 (ANEXO 1).

Os sete crânios selecionados eram todos braquicefálicos, segundo cefalometrias computadorizadas – análises de Ricketts realizadas previamente. Crânios com padrões meso e dolicocefálicos foram excluídos da amostra por motivo de padronização.

4.1.2 RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS, TELERRADIOGRAFIAS EM NORMA LATERAL E TOMOGRAFIAS CONVENCIONAIS.

As radiografias foram obtidas em um aparelho para radiografia panorâmica, telerradiografia e tomografia convencional modelo Orthoralix 9200 Plus, fabricado pela Dentsply-Gendex, Itália.

Foram utilizados filmes radiográficos T-Mat G/RA, tamanho 18X24cm para telerradiografias e 15X30cm para radiografias panorâmicas e tomografias convencionais, produzidos e distribuídos pela Kodak brasileira, comércio e indústria Ltda com seus respectivos chassis portas-filme metálicos, tamanhos 18X24cm e 15X30cm, com placas

intensificadoras, Kodak Lanex Médium Extraoral Imaging Screens X-Omat, fabricados pela Eastman Kodak Company, Rochester, Nova York, EUA.

Lâminas de alumínio com 1mm de espessura foram colocadas junto ao diafragma para compensar a ausência dos tecidos moles.

O processamento das películas radiográficas foi realizado por meio de uma processadora automática Macrotec MX-2 indústria e comércio de equipamentos Ltda, com tempo de trabalho de 120 segundos operando com soluções da Kodak RP X-Omat.

4.1.3 MOLDAGENS PARA REALIZAÇÕES DAS TOMOGRAFIAS CONVENCIONAIS

Para a obtenção das moldagens para a tomografia convencional foi empregado um *kit* de material de moldagem Aquasil™ Soft Putty, base e catalisador e moldeiras acrílicas Polytrays, com furos anteriores para adaptação do garfo porta-moldeira, fabricado pela Dentsply Detrey – Alemanha, e que acompanha o equipamento radiográfico.

4.1.4 DEMARCAÇÕES E AFERIÇÕES DAS ÁREAS AVALIADAS

As regiões mandibulares avaliadas foram demarcadas com esferas de aço 3,00mm de diâmetro e aferidas com o auxílio de um paquímetro digital, fabricado pela Messer, com resolução de 0,01mm.

4.1.5 MENSURAÇÕES COMPUTADORIZADAS

As imagens foram digitalizadas em um *scanner* com adaptador de transparência, tipo Astra UTA 2400S, fabricado pela UMAX Technologies, Inc, EUA (Copyright©, 1999) e mensuradas por meio de um *software* para traçado computadorizado para implante (RADIOIMP – linha 1994-2000 Copyright©), fabricado pela Radio Memory Ltda, Brasil.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Para a pesquisa foram utilizados sete crânios humanos macerados (identificados por C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7) nos quais foram marcadas as áreas dos incisivos centrais, caninos, segundos pré-molares e segundos molares, todos inferiores e do lado esquerdo dos crânios para padronização, totalizando uma amostra de 175 radiografias panorâmicas e 28 tomografias convencionais.

Optou-se pela utilização dos próprios alvéolos dentários quando estes estavam presentes ou cada sítio selecionado foi demarcado obedecendo a seguinte regra:

De acordo com Della Serra & Ferreira (1981), as médias das dimensões méso-distais das coroas dos dentes inferiores são, aproximadamente:

- ⇒ Incisivo central inferior = 5,60mm;
- ⇒ Incisivo lateral inferior = 6,00mm;
- ⇒ Canino inferior = 7,00mm;
- ⇒ 1º pré-molar inferior = 6,80mm;
- ⇒ 2º pré-molar inferior = 7,30mm;
- ⇒ 1º molar inferior = 11,40mm;
- ⇒ 2º molar inferior = 10,70mm;

Esferas metálicas foram colocadas no centro do diâmetro méso-distal de cada dente, como pode ser visto na figura 1.

Incisivo central inferior esquerdo: localizado 2,80mm à distal da linha sagital mediana ($5,60 \div 2$);

Canino inferior esquerdo: localizado 15,10mm à distal da linha sagital mediana ($5,60 + 6,00 + [7,00 \div 2]$);

2º Pré-molar inferior esquerdo: localizado 29,05mm à distal da linha sagital mediana ($5,60 + 6,00 + 7,00 + 6,80 + [7,30 \div 2]$);

2º Molar inferior esquerdo: localizado 49,45mm à distal da linha sagital mediana ($5,60 + 6,00 + 7,00 + 6,80 + 7,30 + 11,40 + [10,70 \div 2]$).

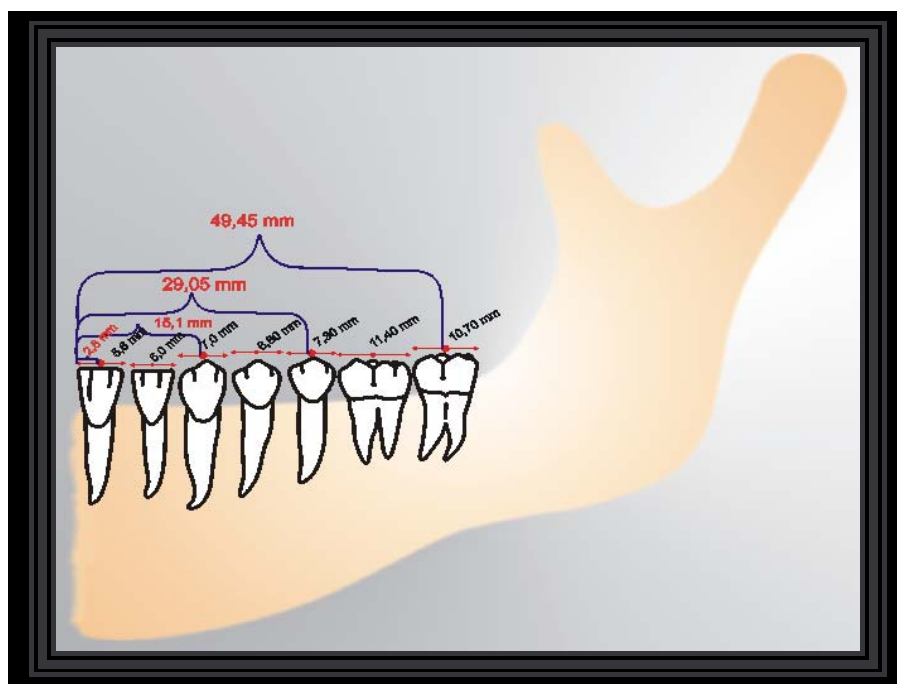


Figura 1 – Regiões avaliadas: incisivo central, canino, 2º pré-molar, 2º molar, inferiores esquerdos

Sobre as cristas ósseas alveolares e bases das mandíbulas aplicou-se cera utilidade para fixação das esferas metálicas (FIG. 2).



Figura 2 – Corpo de prova com os marcadores radiopacos

As mensurações manuais (reais) em alturas foram realizadas nas mandíbulas com auxílio de um paquímetro digital (FIG. 3).

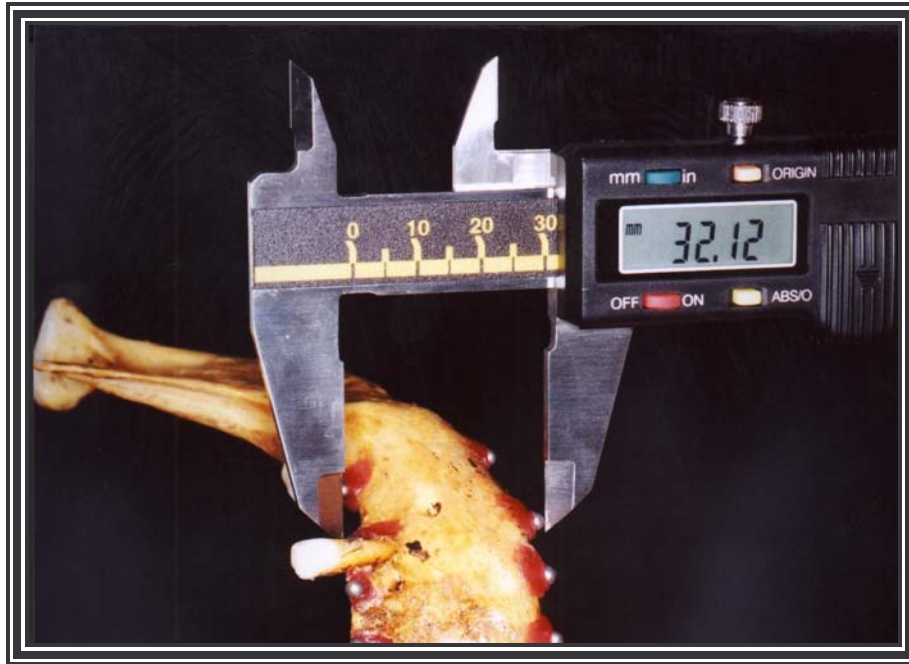


Figura 3 – Obtenções das mensurações manuais (reais) com a utilização de um paquímetro digital

4.2.2 OBTENÇÕES DAS IMAGENS COM OS CRÂNIOS POSICIONADOS CORRETAMENTE PARA RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS

Cada mandíbula, com seu crânio correspondente, foi posicionada no aparelho com o auxílio de um suporte de madeira especialmente confeccionado. Este foi introduzido no forame magno ou occipital até encontrar apoio na calota craniana, dando firmeza e apoio ao crânio. Para estabilizar a oclusão em máxima intercuspidação habitual foram colocadas cera utilidade na fossa mandibular e fita auto-adesiva ao redor do crânio e da mandíbula, padronizando desta forma o relacionamento entre maxila e mandíbula durante a obtenção de todas as radiografias panorâmicas. Com o auxílio das luzes de

orientação do aparelho, cada crânio foi posicionado com o Plano Sagital Mediano (PSM) perpendicular ao solo e o Plano Horizontal de Frankfurt (PHF) paralelo ao Plano Horizontal (PH), (FIG. 4). Os guias laterais foram acionadas para manter os crânios imóveis. As radiografias panorâmicas foram realizadas no aparelho Orthoralix 9200 Plus com 60 kVp, 3 mA, durante 12 segundos (tempo de exposição). Para atenuar a radiação, em virtude da ausência de tecidos moles foram colocadas junto ao diafragma sete lâminas de alumínio com espessura de 1mm cada uma. Com as lâminas de alumínio obteve-se uma imagem com ótimo detalhe, densidade e contraste médios, conforme mostra a figura 5.

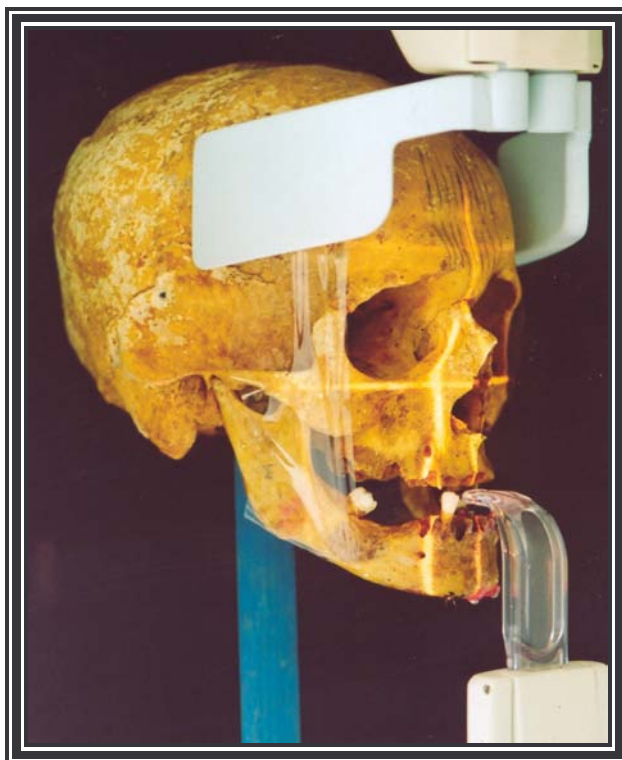


Figura 4 – Crânio posicionado no aparelho
Orthoralix 9200 Plus com auxílio
de um suporte de madeira



Figura 5 – Radiografia panorâmica padrão com imagens das esferas metálicas

4.2.3 OBTENÇÕES DAS IMAGENS COM OS CRÂNIOS POSICIONADOS DE FORMA INCORRETA EM RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS

Nesta etapa, os sete crânios foram radiografados alterando-se o posicionamento. Cada mandíbula, com seu crânio correspondente, foi posicionada no aparelho com o auxílio do suporte de madeira. Este foi introduzido no interior do forame magno ou occipital até encontrar apoio na calota craniana. As luzes de orientação do aparelho foram acionadas, cada crânio foi posicionado com o PSM perpendicular ao solo, PHF paralelo ao PH e o mento apoiado no suporte do aparelho. A partir daí, os crânios foram inclinados ventralmente em 3, 6, 9 (FIG. 6 a, b, c) e 12°. Após isso, os crânios foram posicionados na posição original, ou seja, PHF paralelo ao Plano Horizontal, e iniciaram-se as inclinações dorsais de 3, 6, 9 (FIG. 7 a, b, c) e 12°. Para marcar as inclinações, utilizou-se dispositivos de acrílico confeccionados com duas réguas e um transferidor que foram fixados nas inclinações descritas anteriormente. Tomou-se o cuidado para não inclinar lateralmente e/ou girar o PSM. A figura 8 mostra um exemplo das radiografias panorâmicas obtidas com

o crânio sete nas posições com inclinação ventral de 3, 6, 9 e 12° (Fig. 8 a, b, c, d) e nas posições com inclinação dorsal de 3, 6, 9 e 12° (Fig. 8 e, f, g, h).

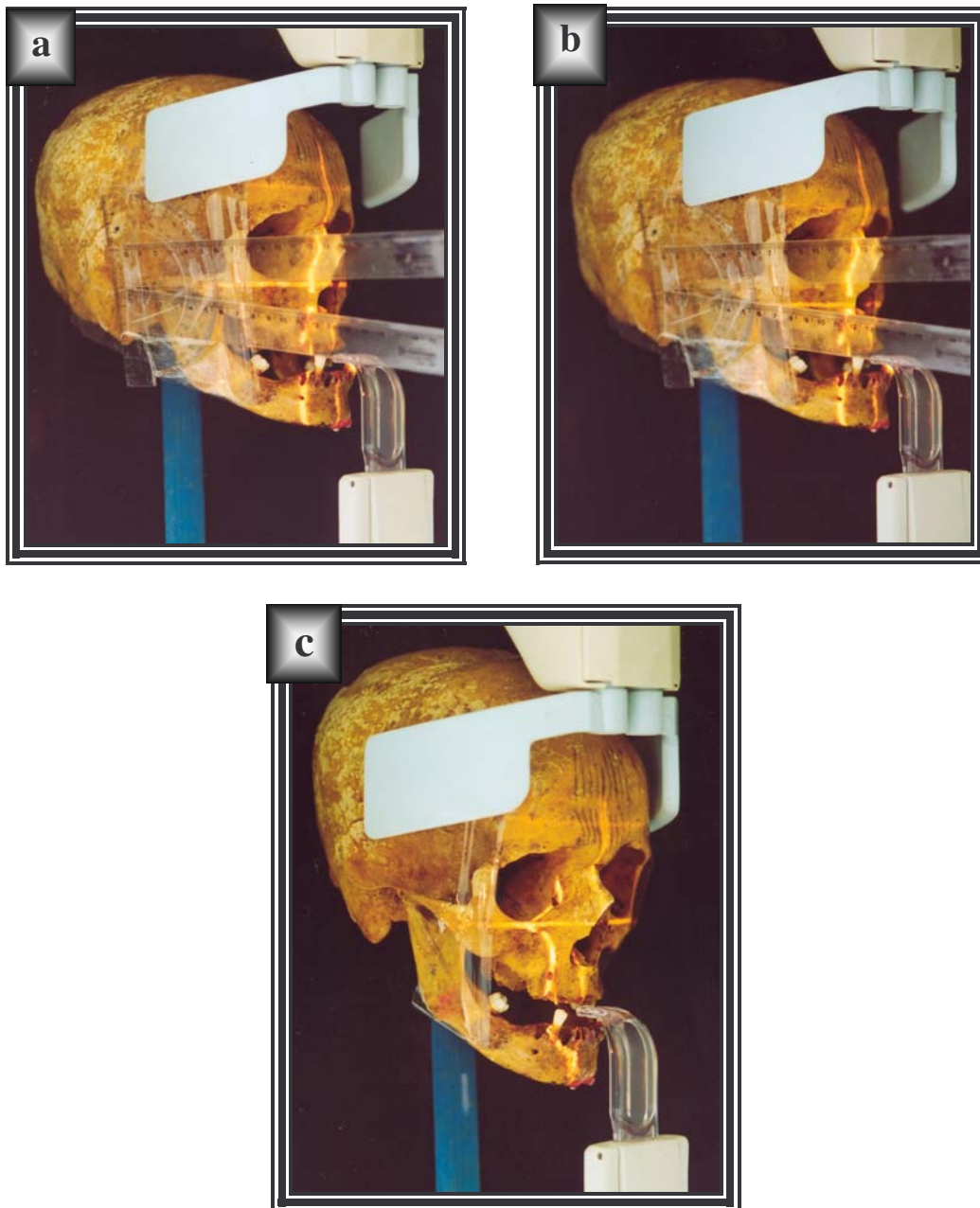


Figura 6 – a) Crânio posicionado com PHF paralelo ao Plano Horizontal e dispositivo de acrílico indicando inclinação ventral de 9°; b) Feixe luminoso do PH deslocado inferiormente até o ponto de inclinação ventral de 9°; c) Crânio posicionado com inclinação ventral de 9°

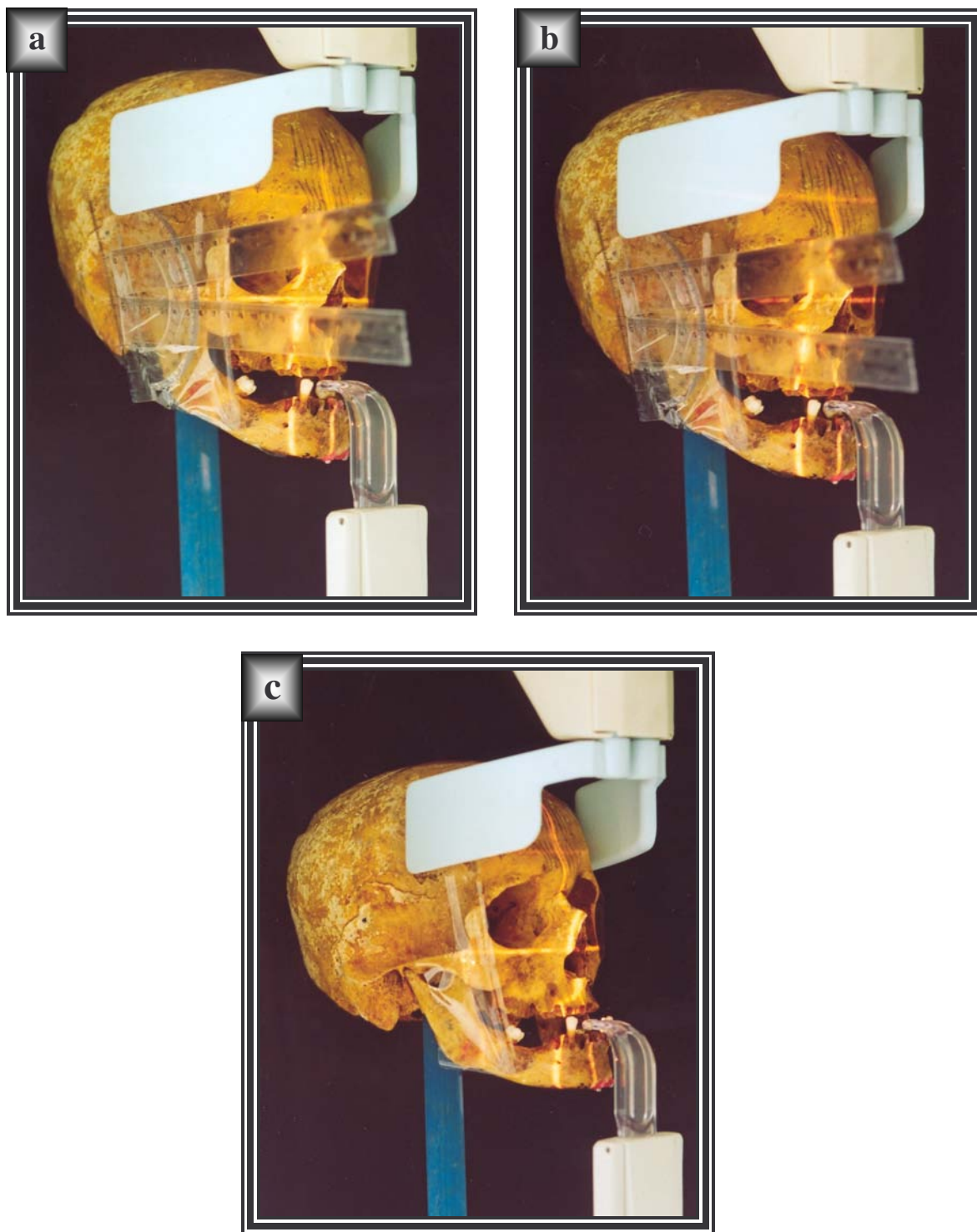


Figura 7 – a) Crânio posicionado com PHF paralelo ao Plano Horizontal e dispositivo de acrílico indicando inclinação dorsal de 9°; b) Feixe luminoso do PH deslocado superiormente até o ponto de inclinação dorsal de 9°; c) Crânio posicionado com inclinação dorsal de 9°

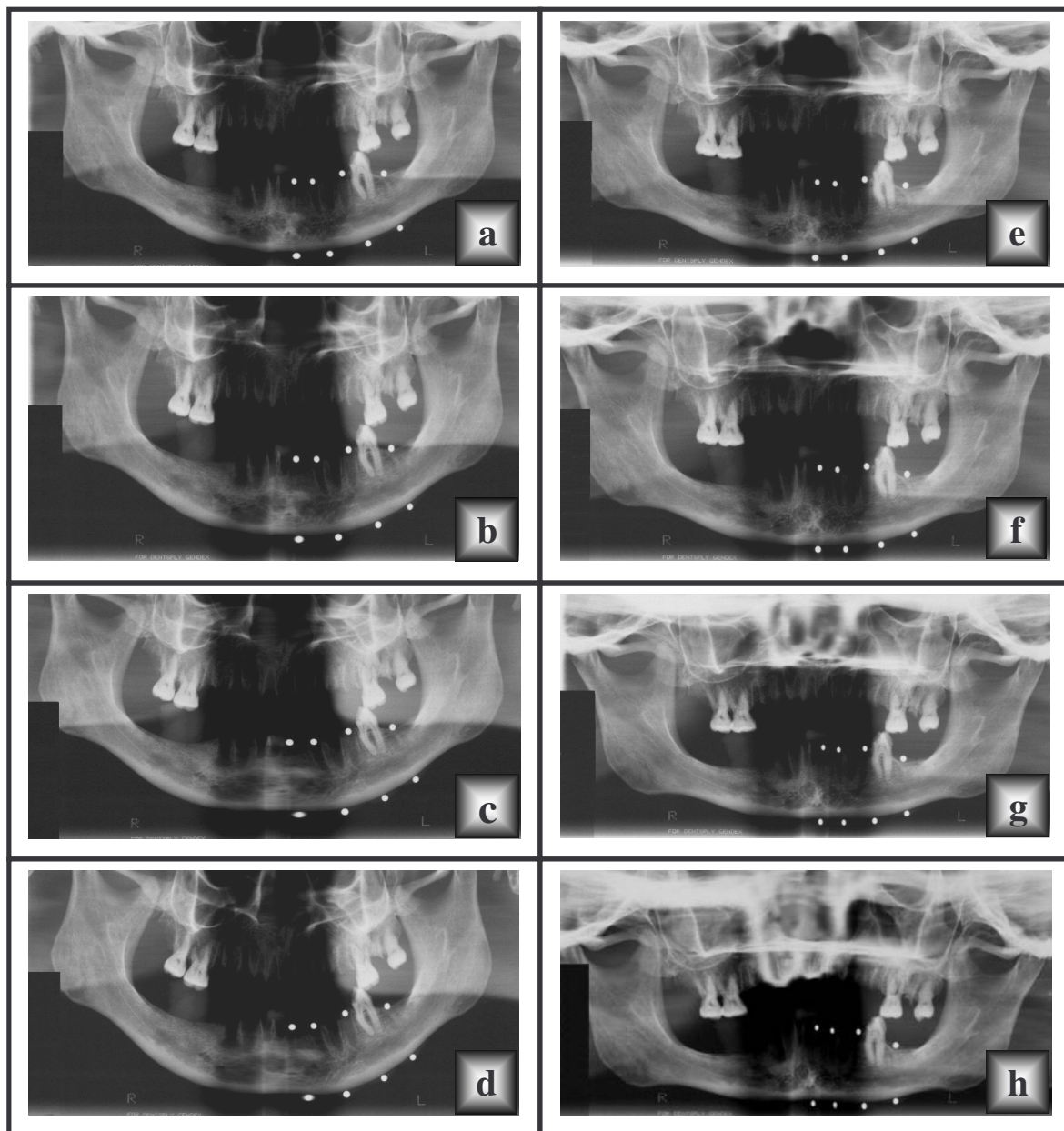


Figura 8 – a) Radiografia com inclinação ventral de 3°; b) Radiografia com inclinação ventral de 6°; c) Radiografia com inclinação ventral de 9°; d) Radiografia com inclinação ventral de 12°; e) Radiografia com inclinação dorsal de 3°; f) Radiografia com inclinação dorsal de 6°; g) Radiografia com inclinação dorsal de 9°; h) Radiografia com inclinação dorsal de 12°

Após as realizações das inclinações ântero-posteriores, iniciaram-se as inclinações laterais. Foram realizadas demarcações na região do osso frontal através de um transferidor para facilitar e padronizar as inclinações laterais (FIG. 9 a). Os crânios foram posicionados no suporte de madeira de forma que o PSM permanecesse inclinado 3, 6, 9 e 12° à esquerda em relação à linha central determinada pelo feixe de luz do aparelho (FIG. 9 b). O mesmo procedimento foi realizado para o lado direito. Desta vez, tomou-se o cuidado para não inclinar o crânio no sentido ântero-posterior e/ou girá-lo. Foram realizadas oito radiografias de cada crânio, perfazendo um total de 56 radiografias (FIG. 10 a, b, c, d, e, f, g, h).

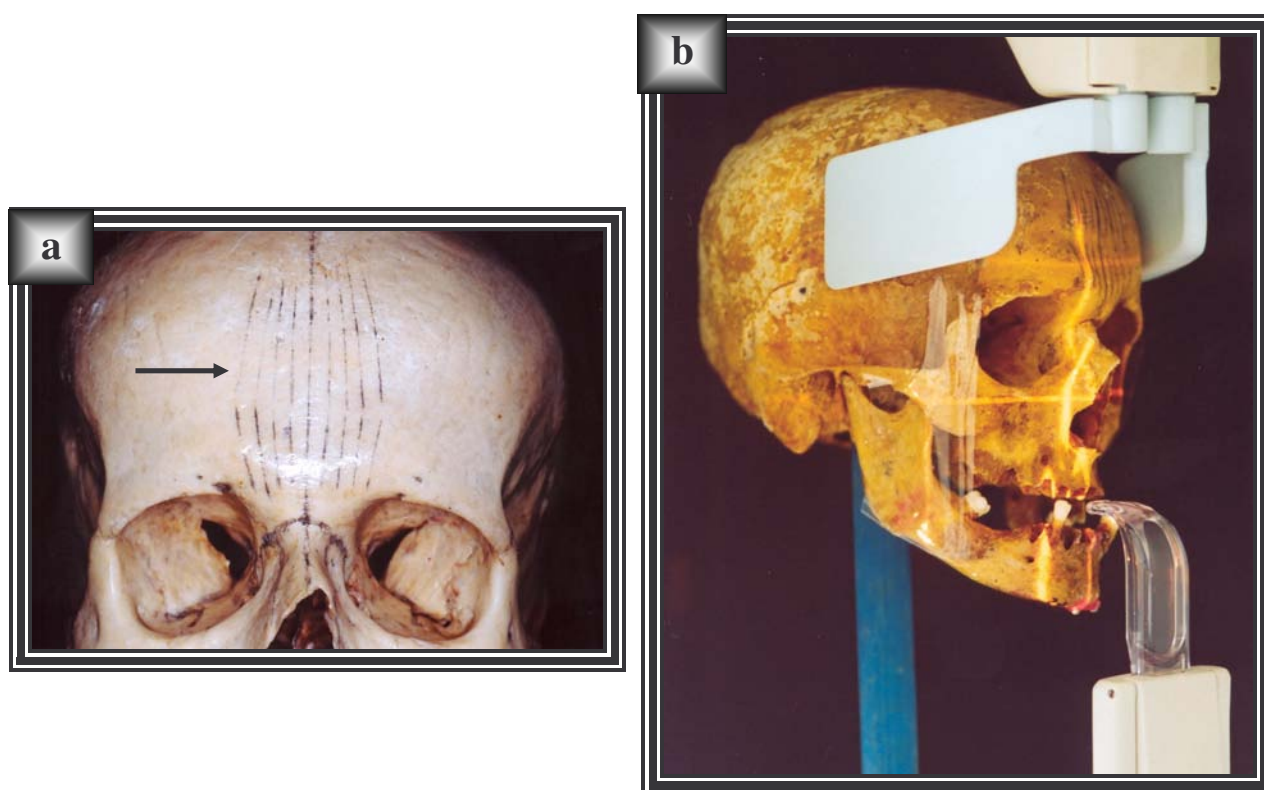


Figura 9 – a) Demarcações na região do osso frontal para padronização das inclinações laterais; b) Inclinação do PSM de 9° para a esquerda

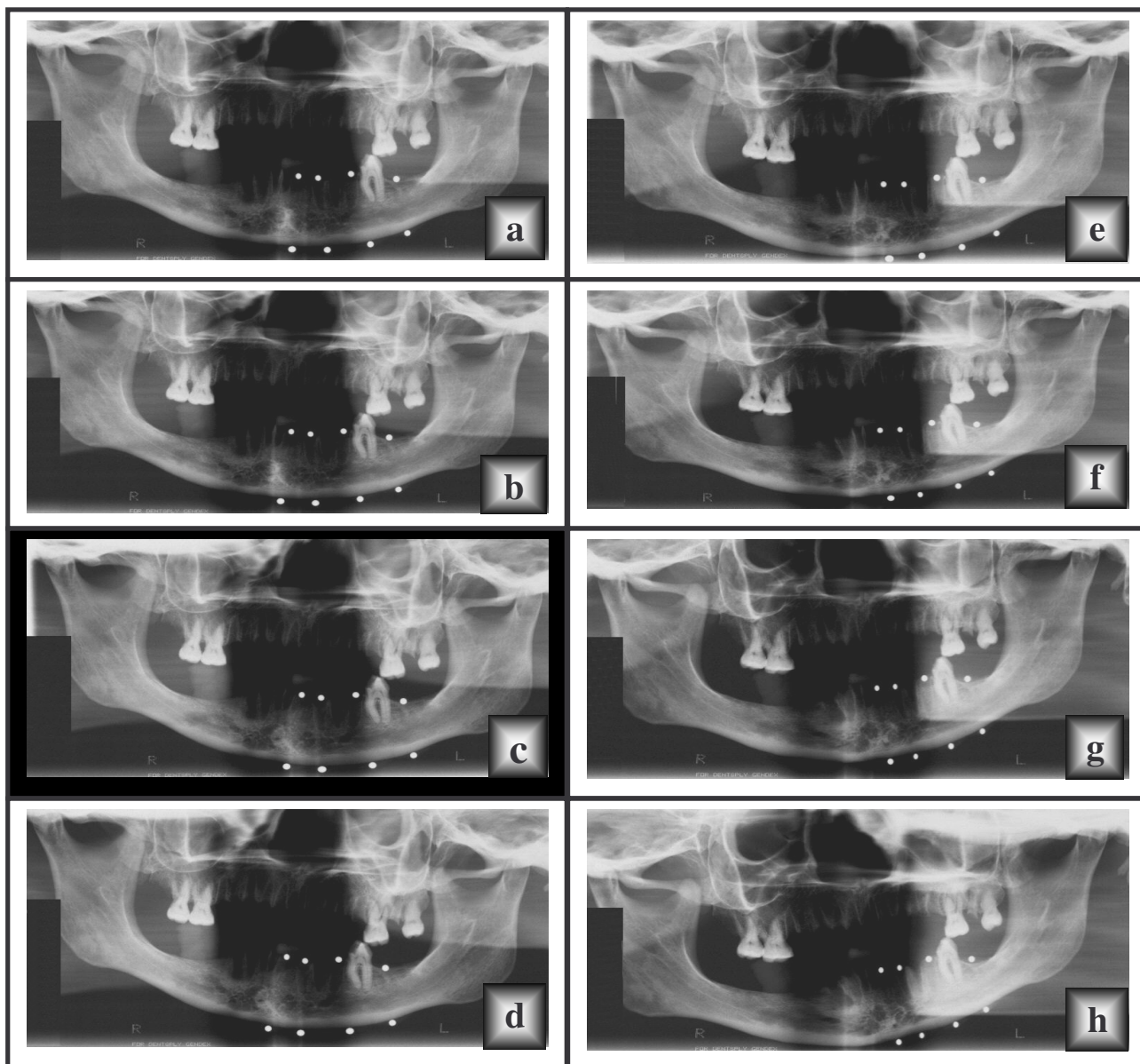


Figura 10 – a) Radiografia com inclinação lateral de 3° para a esquerda; b) Radiografia com inclinação lateral de 6° para a esquerda; c) Radiografia com inclinação lateral de 9° para a esquerda; d) Radiografia com inclinação lateral de 12° para a esquerda; e) Radiografia com inclinação lateral de 3° para a direita; f) Radiografia com inclinação lateral de 6° para a direita; g) Radiografia com inclinação lateral de 9° para a direita; h) Radiografia com inclinação lateral de 12° para a direita

A seguir, iniciaram-se as rotações do PSM. Demarcou-se exatamente o ponto onde o suporte de madeira tocou a calota craniana. Esta marca foi útil para visualizar as rotações do PSM (FIG. 11 a). O crânio foi posicionado no suporte de madeira e girado 3, 6, 9 e 12° para a esquerda em relação à linha central determinada pelo feixe de luz do aparelho. O mesmo procedimento foi realizado para o lado direito. Não houve inclinação no sentido ântero-posterior e/ou lateral (FIG. 11 b). Foram realizadas oito radiografias de cada crânio, perfazendo um total de 56 radiografias (FIG. 12 a, b, c, d, e, f, g, h).

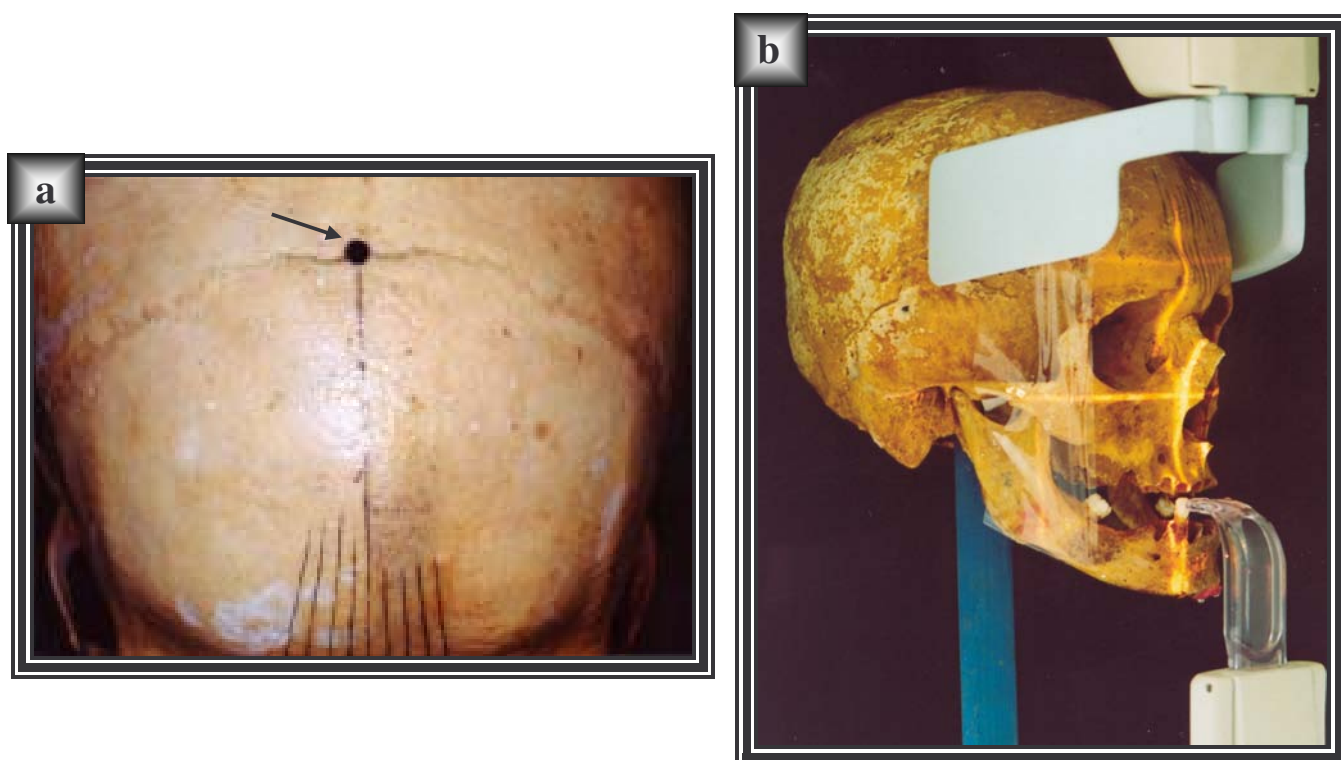


Figura 11 – a) Ponto demarcado na calota craniana para facilitar a padronização das rotações do PSM; b) Rotação do PSM de 9° para a esquerda

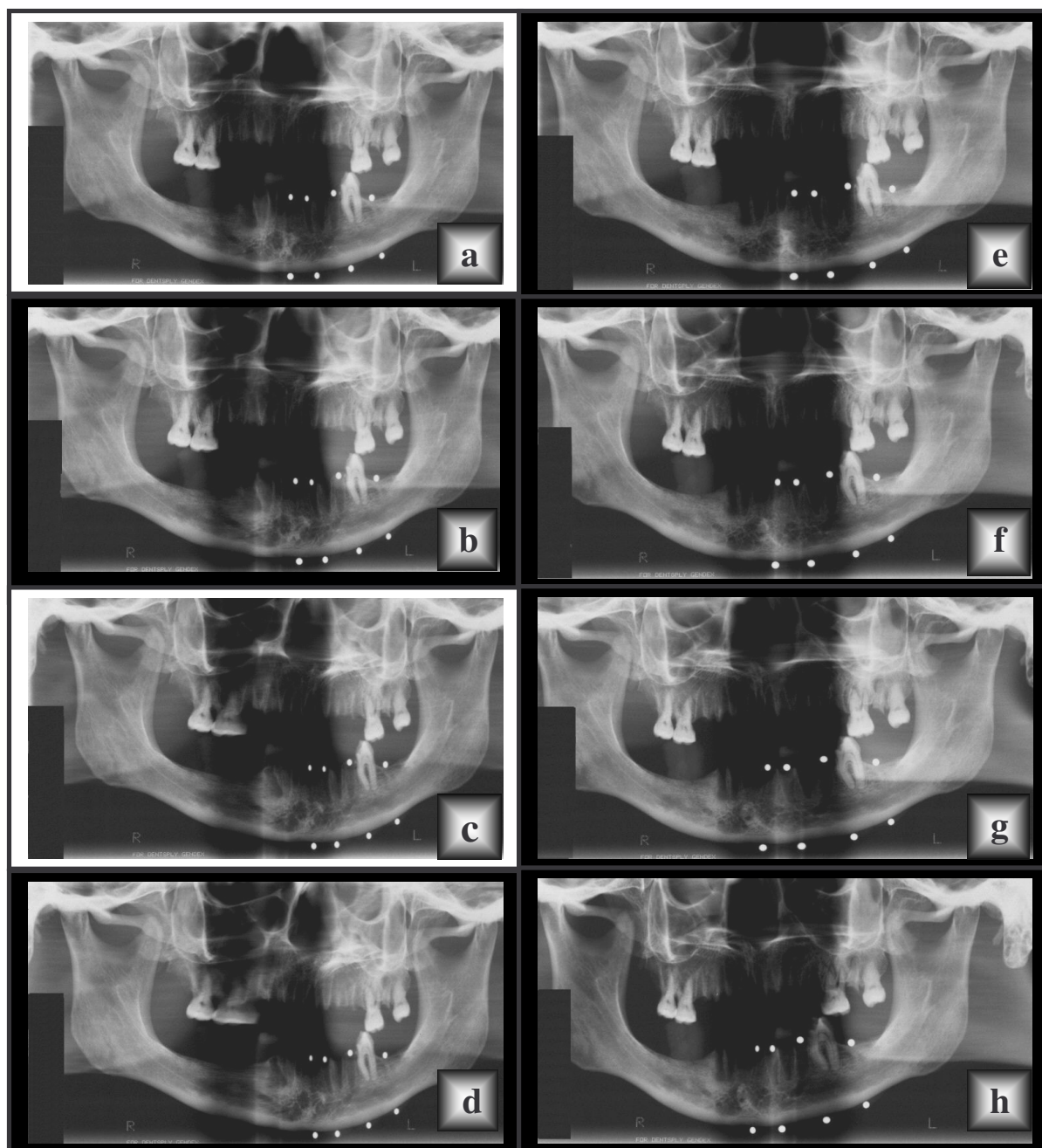


Figura 12 – a) Radiografia com rotação do PSM de 3° para a esquerda; b) Radiografia com rotação do PSM de 6° para a esquerda; c) Radiografia com rotação do PSM de 9° para a esquerda; d) Radiografia com rotação do PSM de 12° para a esquerda; e) Radiografia com rotação do PSM de 3° para a direita; f) Radiografia com rotação do PSM de 6° para a direita; g) Radiografia com rotação do PSM de 9° para a direita; h) Radiografia com rotação do PSM de 12° para a direita

Cuidados foram realizados quanto à identificação, tanto das radiografias panorâmicas e cortes tomográficos bem posicionados quanto às radiografias panorâmicas posicionadas de forma incorreta, evitando desta forma uma possível troca entre as películas, o que poderia comprometer os resultados finais desta pesquisa.

4.2.4 OBTENÇÕES DAS IMAGENS EM TOMOGRAFIAS CONVENCIONAIS

Para realizar os cortes tomográficos, as sete mandíbulas foram moldadas com material de moldagem Aquasil™ Soft Putty, base e catalisador, utilizando moldeiras específicas para este aparelho (FIG. 13 a, b). Os quatro locais dos cortes tomográficos (incisivo central, canino, segundo pré-molar e segundo molar) foram demarcados com grafite 0,7mm nas respectivas moldagens (FIG. 14). Cada corte tomográfico foi planejado separadamente. Para realização deste planejamento foi necessário utilizar um *kit* (*template* ou suporte de bancada) que é fornecido pelo fabricante do aparelho tipo Orthoralix 9200 Plus (FIG. 15 a, b). A moldeira da arcada dentária inferior foi adaptada no garfo porta-moldeira existente no suporte de bancada. O ângulo de rotação necessário para os exames do arco inferior foi de 10° de acordo com instruções do fabricante do aparelho. Depois de realizado o primeiro estudo, parte do *kit* foi colocado no aparelho (FIG. 16). A moldagem foi encaixada no *kit* e o conjunto moldeira/mandíbula/crânio foi encaixado no garfo porta-moldeira existente na porção do *kit* adaptada no aparelho (FIG. 17 a, b). As luzes de referências foram acionadas para verificar se não houve inclinação do crânio lateralmente. O crânio foi inclinado dorsalmente para que o plano mandibular ficasse paralelo ao Plano Horizontal. Após isso, os guias laterais foram fechados para manter fixa a posição do crânio durante a exposição. O aparelho foi programado para realização do primeiro corte tomográfico. As tomografias convencionais foram sempre feitas no aparelho Orthoralix 9200 Plus com espessura da camada focalizada de 6mm, com 60 kVp, 4mA, durante 5 segundos (tempo de exposição). Foi colocado um filme velado juntamente com o filme não exposto no chassi conforme instruções do fabricante.

Não houve necessidade de colocar as lâminas de alumínio no diafragma. Para realização do segundo corte tomográfico, a mandíbula foi retirada da moldagem, parte do *kit* também foi removido e um novo planejamento realizado. Portanto, cada mandíbula foi exposta quatro vezes, uma para cada região, totalizando 28 tomografias. Entre cada exposição foi necessário fazer um novo planejamento. Depois de pronta, cada tomografia apresentou três cortes: o corte central corresponde ao sítio do implante, o da esquerda é 7mm para mesial e o da direita 7mm para distal (FIG. 18). A ampliação da imagem a respeito do plano central da tomografia segundo o fabricante é de 1,40. Todas as tomografias também foram realizadas por um mesmo operador devidamente treinado.

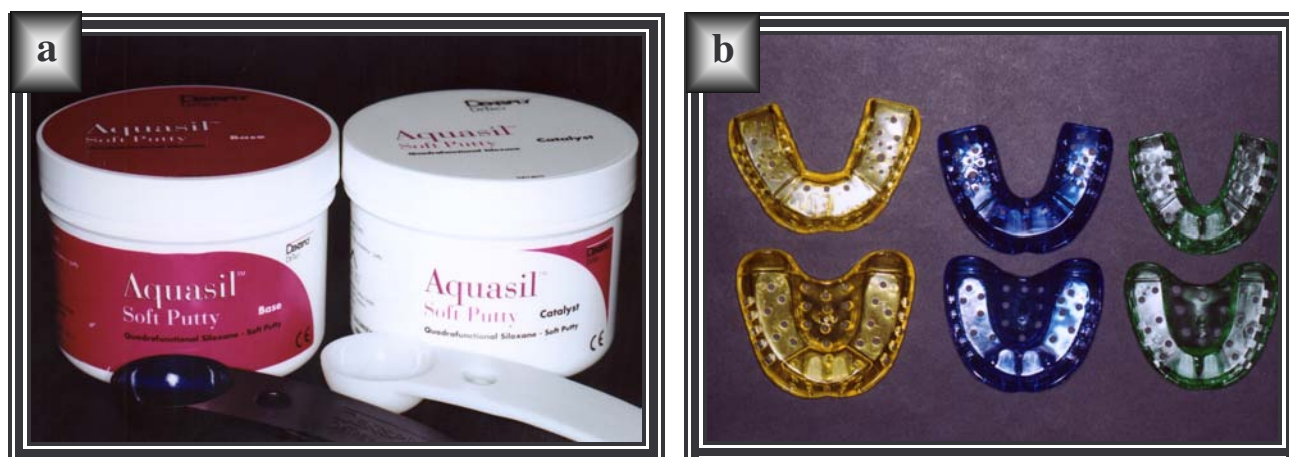


Figura 13 – a) Material de moldagem AquasilTM Soft Putty, base e catalisador; b) Moldeiras fornecidas pelo fabricante do aparelho

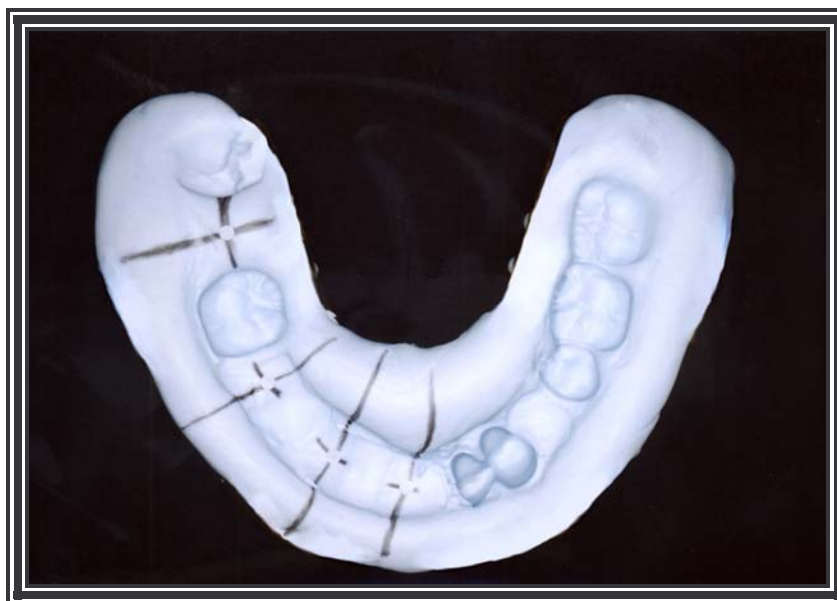


Figura 14 – Demarcação dos locais dos cortes tomográficos nas moldagens

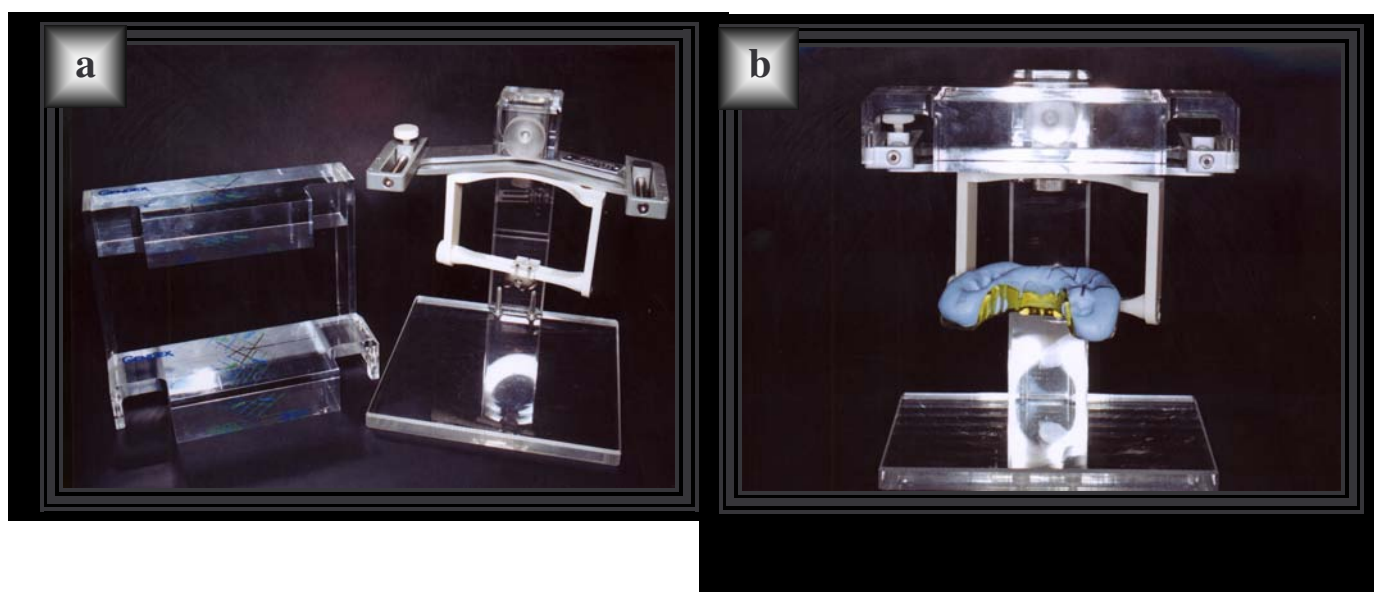


Figura 15 – a) e b) Suporte de bancada fornecido pelo aparelho Orthoralix 9200 Plus



Figura 16 – Parte do suporte de bancada adaptada
no aparelho Orthoralix 9200 Plus

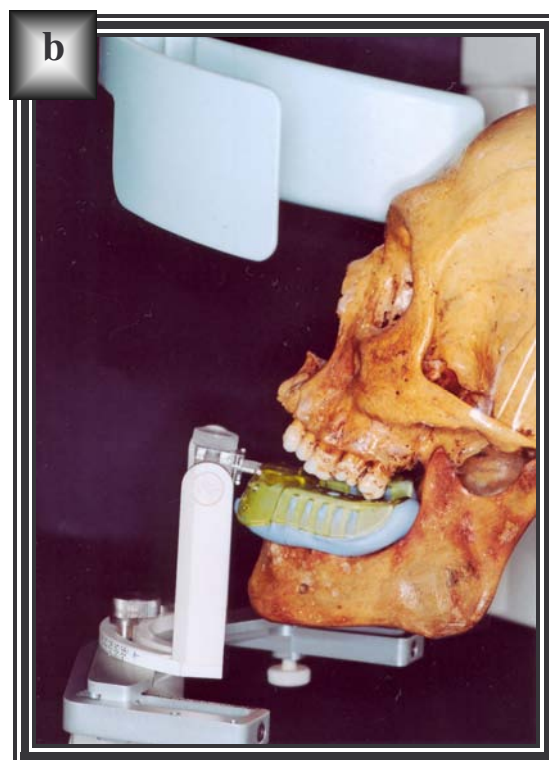


Figura 17 – a) Adaptação da moldagem no suporte de bancada; b) Adaptação do
crânio macerado na moldagem

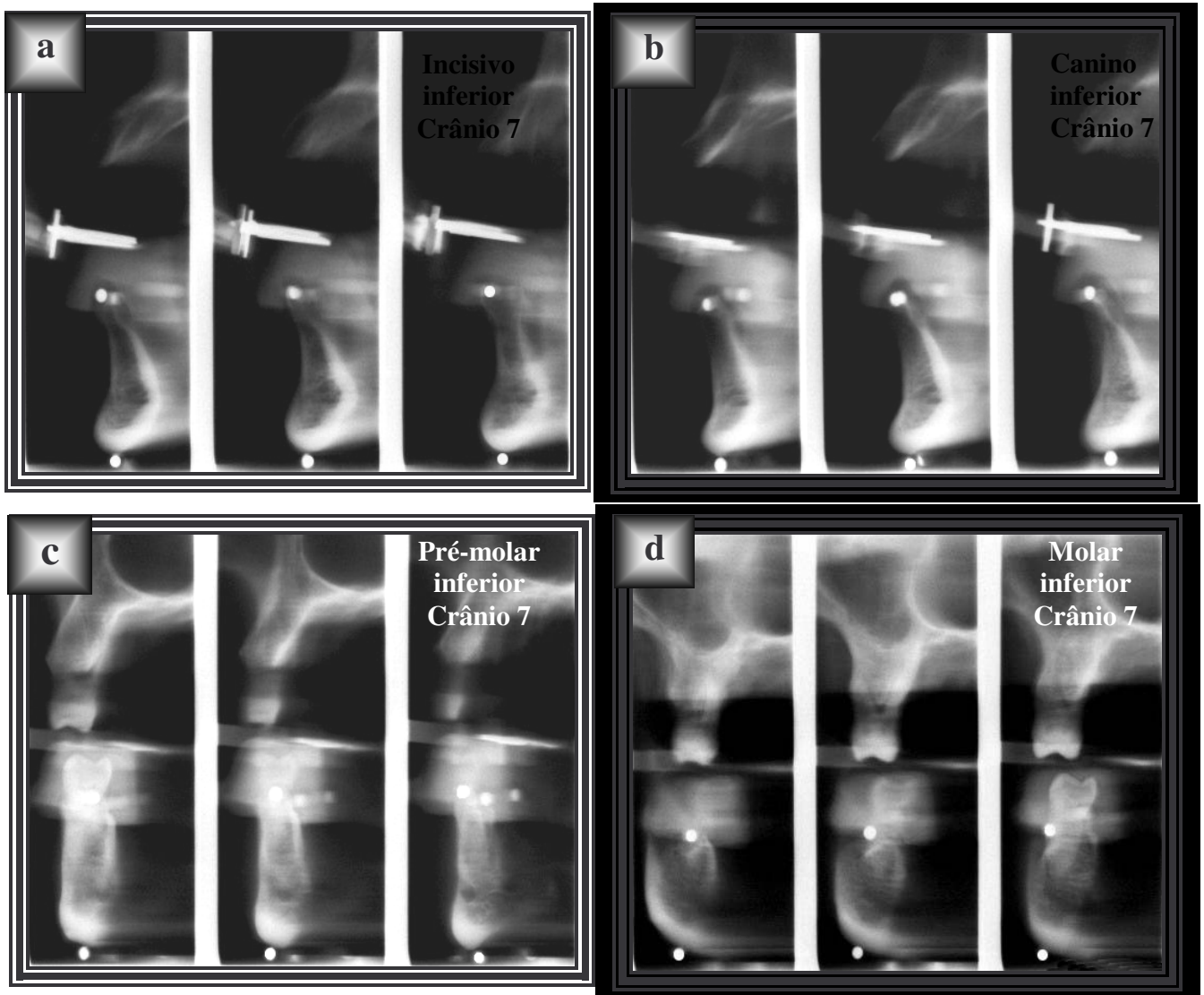


Figura 18 – Tomograma com os três cortes (mesial, central e distal), sendo a) Incisivo central; b) Canino; c) 2º Pré-molar; d) 2º Molar

4.2.5 DIGITALIZAÇÕES DAS IMAGENS PANORÂMICAS E CORTES TOMOGRÁFICOS E OBTENÇÕES DAS MENSURAÇÕES PELO *SOFTWARE* RADIOIMP

Cada imagem radiográfica ou tomográfica foi digitalizada no *scanner* com adaptador de transparência, modelo Astra UTA 2400S, com resolução de 254 *dpi* (*dots per inch*), conforme instrução do fabricante do *software* RADIOIMP, versão 2000 (FIG. 19 a, b). Isto significa dizer que as imagens possuíam 254 *pixels* (*picture elements*) para cada polegada de comprimento da imagem original. Os recursos do *software* RADIOIMP para a manipulação das imagens digitalizadas foram selecionados e acionados, permitindo o ajuste das imagens previamente à realização das mensurações das distâncias estabelecidas. As imagens foram ampliadas (*zoom*) e ajustadas em brilho e contraste, proporcionando uma visualização satisfatória ao observador, de acordo com um nível adequado de tons de cinza (FIG. 20). Todas as mensurações foram realizadas pelo mesmo operador, para manutenção da acuidade e desenvoltura no manuseio dos equipamentos. Cada imagem foi mensurada três vezes, obtendo-se posteriormente uma média. As imagens selecionadas foram todas digitalizadas e mensuradas desta maneira, tendo como base os mesmos pontos de referência utilizados para mensurações nos espécimes anatômicos (FIG. 21). Estas mensurações foram digitadas em tabelas e submetidas ao teste de estatística.



Figura 19 – a) e b) Equipamento utilizado para digitalização e análise das imagens

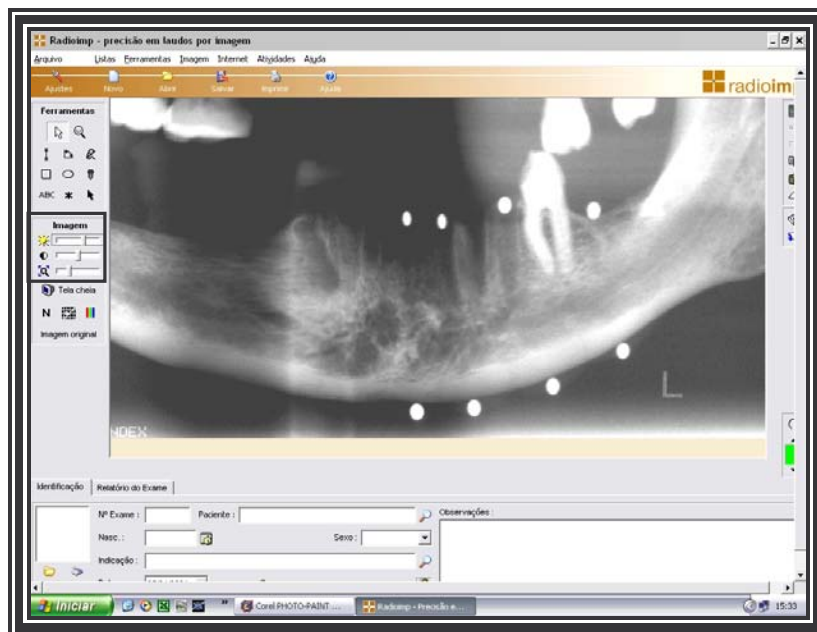


Figura 20 – Recurso de ampliação da imagem com ajuste de brilho e contraste

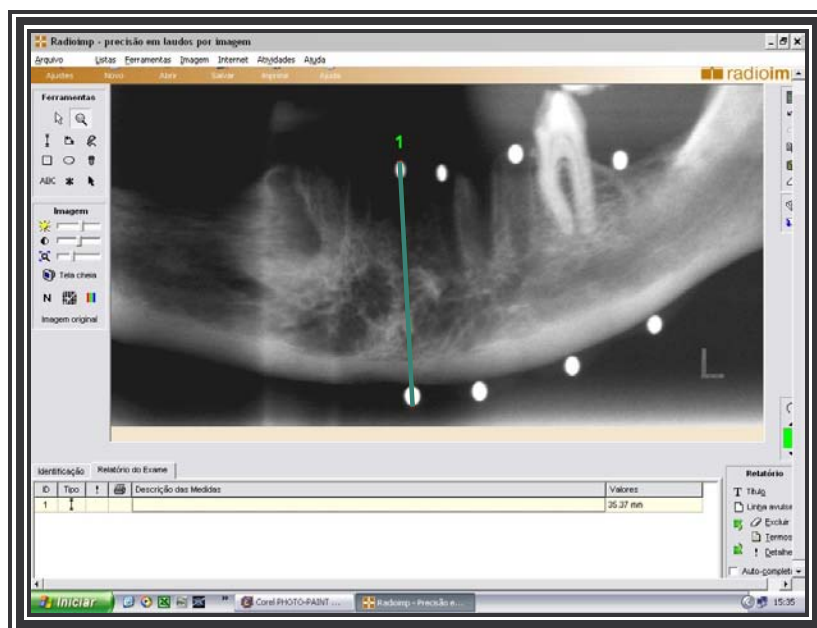


Figura 21 – Obtenção da mensuração computadorizada no incisivo central inferior por meio do *software* RADIOIMP

4.2.6 ANÁLISE DAS AMPLIAÇÕES DAS IMAGENS

Para definir o padrão de ampliação das radiografias panorâmicas dois métodos foram utilizados. Primeiramente foi utilizado a magnificação de 25% que corresponde ao grau de ampliação do aparelho Orthoralix 9200 Plus, segundo o fabricante. Depois de realizadas todas as mensurações, iniciou-se a etapa de utilização de magnificações individuais. Para realizar este segundo método foi necessário utilizar um recurso do *software* RADIOIMP para definições de magnificações, ou seja, traçaram-se linhas através da parte mais superior da esfera localizada na crista do rebordo alveolar inferior até a base da mandíbula de cada região estudada nas radiografias e digitou-se o valor real obtido através do paquímetro digital (FIG. 22). Automaticamente após cada método o *software* calculou o grau de ampliação. Tanto o método de magnificação de 25% quanto o método de magnificação individual real foi realizado pelo mesmo observador três vezes. Somente os valores médios foram tabulados. Para definir o padrão de ampliação das tomografias convencionais o mesmo procedimento foi realizado, porém com magnificação de 40%, conforme instruções do fabricante e também a determinação da distância real entre os pontos demarcados para obtenção das magnificações individuais.

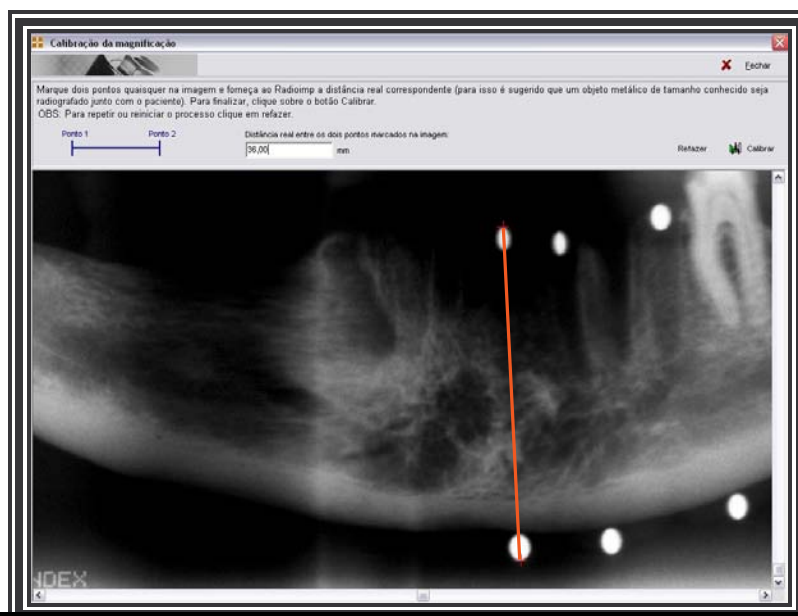


Figura 22 – Realização da distância real entre os dois pontos marcados na imagem para obtenção da magnificação individualizada

4.2.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados foram ordenados em tabelas e submetidos à análise estatística.

Foi realizada uma análise de variância (ANOVA) em esquema de parcela subdividida, sendo o grupo dentário considerado como a parcela e a posição como a subdivisão. Para realizar as comparações entre os quatro grupos dentários foi aplicado o Teste Tukey, e as diferenças entre as 26 posições foram analisadas pelo Teste Dunnett.

As comparações das ampliações de panorâmicas e tomografias com os valores de referência 25% e 40%, respectivamente, foram realizadas com o Teste t para uma amostra. Todas as análises estatísticas foram realizadas com nível de significância de 0,05.

5. RESULTADOS

Esta pesquisa foi baseada nas variações de mensurações lineares obtidas em crânios humanos macerados, radiografias panorâmicas e tomografias convencionais com diferentes alterações de posicionamento do crânio no aparelho ortopantomográfico. Desta forma os resultados foram organizados em tabelas para facilitar o entendimento e a interpretação destes dados numéricos que foram subdivididos de acordo com a seguinte seqüência:

5.1 MENSURAÇÕES MANUAIS (REAIS) NOS CRÂNIOS MACERADOS

Neste estudo, foram radiografados sete crânios com suas respectivas mandíbulas, sendo todos eles do mesmo padrão crânio-cefálico. Esferas metálicas foram colocadas nas regiões dos incisivos centrais, caninos, segundos pré-molares e segundos molares inferiores esquerdos. Todas as regiões demarcadas nas mandíbulas foram mensuradas manualmente por meio de um paquímetro digital, cujos valores estão registrados na tabela 1.

Tabela 1
Mensurações manuais (reais) nos crânios macerados em milímetros

	Crânio 1	Crânio 2	Crânio 3	Crânio 4	Crânio 5	Crânio 6	Crânio 7	Médias
Incisivo central inferior esquerdo	34,15	32,23	38,17	35,98	29,31	37,29	36,33	34,76
Canino inferior esquerdo	32,80	32,43	37,79	36,99	30,55	36,78	35,39	34,67
Pré-molar inferior esquerdo	31,20	29,02	34,23	36,36	29,22	36,43	30,80	32,46
Molar inferior esquerdo	28,10	24,53	28,29	30,99	24,37	28,81	29,79	27,84

5.2 MENSURAÇÕES COMPUTADORIZADAS NOS CRÂNIOS MACERADOS REALIZADAS EM RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS UTILIZANDO MAGNIFICAÇÃO DE 25%

Os crânios foram radiografados com o PHF paralelo ao Plano Horizontal, com flexões ventrais, flexões dorsais, inclinações para o lado esquerdo, inclinações para o lado direito, rotações para o lado esquerdo e rotações para o lado direito. As imagens foram digitalizadas e mensuradas com magnificações de 25%. Os valores são demonstrados nas tabelas 2, 3, 4 e 5.

Tabela 2

Médias obtidas em milímetros nos incisivos centrais inferiores esquerdos (magnificação de 25%)

Posição	Crânio 1	Crânio 2	Crânio 3	Crânio 4	Crânio 5	Crânio 6	Crânio 7
1) Plano de Frankfurt paralelo ao solo	32,25	36,59	37,31	35,44	28,94	36,57	36,33
2) Flexão ventral de 3°	31,05	35,23	37,13	35,08	29,05	35,93	36,08
3) Flexão ventral de 6°	30,50	34,31	36,45	34,50	29,14	35,24	35,46
4) Flexão ventral de 9°	30,26	34,00	35,62	33,56	29,26	34,88	34,74
5) Flexão ventral de 12°	30,64	34,26	34,52	32,17	29,12	34,29	34,52
6) Flexão dorsal de 3°	31,19	36,65	37,41	35,37	28,90	36,81	36,24
7) Flexão dorsal de 6°	32,33	36,56	37,36	35,60	28,50	36,71	36,42
8) Flexão dorsal de 9°	32,62	36,65	37,60	35,60	28,02	36,25	36,57
9) Flexão dorsal de 12°	32,51	36,80	37,04	35,36	27,61	36,27	36,04
10) Inclinação do PSM de 3° para a esquerda	31,52	36,00	37,36	35,41	28,97	36,42	36,14
11) Inclinação do PSM de 6° para a esquerda	31,21	35,69	37,28	35,38	28,64	36,52	36,04
12) Inclinação do PSM de 9° para a esquerda	30,75	35,82	37,49	35,41	28,13	36,64	36,42
13) Inclinação do PSM de 12° para a esquerda	32,01	35,36	37,15	35,20	28,12	36,49	36,22
14) Inclinação do PSM de 3° para a direita	30,93	36,03	37,00	35,34	28,31	36,80	36,13
15) Inclinação do PSM de 6° para a direita	30,91	36,05	36,88	35,64	27,65	35,97	36,02
16) Inclinação do PSM de 9° para a direita	31,04	36,39	36,59	35,14	27,16	36,06	36,15
17) Inclinação do PSM de 12° para a direita	32,37	36,25	36,54	35,39	25,92	36,51	36,25
18) Rotação do PSM de 3° para a esquerda	31,28	36,14	37,37	35,38	28,41	36,08	36,08
19) Rotação do PSM de 6° para a esquerda	31,13	35,83	37,22	34,84	28,17	36,12	35,78
20) Rotação do PSM de 9° para a esquerda	32,04	35,80	36,97	34,45	28,41	35,42	35,53
21) Rotação do PSM de 12° para a esquerda	31,38	35,41	36,50	34,43	27,84	35,17	35,21
22) Rotação do PSM de 3° para a direita	32,16	36,32	37,28	35,52	28,74	36,40	36,25
23) Rotação do PSM de 6° para a direita	32,37	36,09	37,29	34,89	28,76	36,43	36,05
24) Rotação do PSM de 9° para a direita	32,45	35,72	37,36	35,16	28,43	36,46	35,98
25) Rotação do PSM de 12° para a direita	32,07	35,51	36,96	34,67	28,32	35,82	35,43

Tabela 3

Médias obtidas em milímetros nos caninos inferiores esquerdos (magnificação de 25%)

Posição	Crânio 1	Crânio 2	Crânio 3	Crânio 4	Crânio 5	Crânio 6	Crânio 7
1) Plano de Frankfurt paralelo ao solo	31,13	36,98	36,58	35,84	29,98	36,19	34,97
2) Flexão ventral de 3°	30,07	36,10	36,27	35,18	30,38	35,82	34,79
3) Flexão ventral de 6°	30,00	36,01	35,66	34,66	30,46	35,91	34,65
4) Flexão ventral de 9°	29,57	35,47	35,08	34,56	30,31	36,65	35,53
5) Flexão ventral de 12°	30,33	35,66	34,33	33,87	30,60	35,47	34,48
6) Flexão dorsal de 3°	31,09	36,99	36,62	35,52	29,86	36,09	34,97
7) Flexão dorsal de 6°	31,16	37,17	36,80	36,02	29,28	35,96	34,92
8) Flexão dorsal de 9°	31,28	37,01	37,12	35,92	28,96	35,51	34,98
9) Flexão dorsal de 12°	31,36	37,12	36,49	35,85	28,48	35,54	34,96
10) Inclinação do PSM de 3° para a esquerda	30,22	36,51	36,74	35,68	30,01	35,95	34,75
11) Inclinação do PSM de 6° para a esquerda	30,27	36,10	36,26	35,77	29,77	36,05	34,33
12) Inclinação do PSM de 9° para a esquerda	29,37	35,74	36,44	35,60	29,53	36,08	34,12
13) Inclinação do PSM de 12° para a esquerda	30,67	35,29	36,29	35,36	29,85	36,06	34,79
14) Inclinação do PSM de 3° para a direita	30,06	36,68	35,91	35,80	29,48	36,09	35,01
15) Inclinação do PSM de 6° para a direita	30,10	36,58	35,91	35,78	28,97	35,90	34,66
16) Inclinação do PSM de 9° para a direita	30,23	36,61	35,53	35,60	28,00	34,79	34,38
17) Inclinação do PSM de 12° para a direita	30,83	36,44	35,91	35,91	26,89	34,77	34,30
18) Rotação do PSM de 3° para a esquerda	30,14	36,56	36,61	35,47	29,53	35,49	34,49
19) Rotação do PSM de 6° para a esquerda	30,00	36,11	36,28	35,20	29,36	35,54	34,49
20) Rotação do PSM de 9° para a esquerda	30,91	35,91	35,88	34,63	28,96	34,71	33,91
21) Rotação do PSM de 12° para a esquerda	30,31	35,73	35,64	34,61	29,04	34,43	33,68
22) Rotação do PSM de 3° para a direita	31,43	37,08	36,67	35,80	30,35	35,79	35,01
23) Rotação do PSM de 6° para a direita	31,58	36,88	36,75	35,59	29,82	36,10	35,21
24) Rotação do PSM de 9° para a direita	31,51	36,81	36,89	35,76	30,22	36,47	35,04
25) Rotação do PSM de 12° para a direita	31,12	36,52	37,13	35,52	30,26	35,74	34,84

Tabela 4

Médias obtidas em milímetros nos 2º pré-molares inferiores esquerdos (magnificação de 25%)

Posição	Crânio 1	Crânio 2	Crânio 3	Crânio 4	Crânio 5	Crânio 6	Crânio 7
1) Plano de Frankfurt paralelo ao solo	30,69	34,51	33,59	35,71	28,32	36,00	30,01
2) Flexão ventral de 3°	29,96	34,05	33,82	35,28	28,62	35,73	29,92
3) Flexão ventral de 6°	29,93	34,21	33,12	35,13	28,59	35,61	30,16
4) Flexão ventral de 9°	29,83	33,80	33,14	34,80	28,44	35,85	29,90
5) Flexão ventral de 12°	30,11	33,68	32,63	34,37	28,41	35,43	29,99
6) Flexão dorsal de 3°	30,59	34,46	33,61	35,40	28,69	36,07	30,13
7) Flexão dorsal de 6°	30,50	34,58	33,60	35,58	28,26	36,08	30,21
8) Flexão dorsal de 9°	30,46	34,45	33,69	35,70	28,16	35,69	30,17
9) Flexão dorsal de 12°	30,38	34,39	32,95	35,92	28,11	35,68	30,45
10) Inclinação do PSM de 3° para a esquerda	30,06	34,28	33,85	35,64	28,78	36,14	30,22
11) Inclinação do PSM de 6° para a esquerda	29,90	34,18	33,67	35,35	28,48	36,01	30,26
12) Inclinação do PSM de 9° para a esquerda	29,80	34,11	33,78	35,04	28,92	36,42	29,88
13) Inclinação do PSM de 12° para a esquerda	30,36	33,99	33,60	34,40	28,82	36,04	29,58
14) Inclinação do PSM de 3° para a direita	29,96	34,47	33,15	35,86	28,14	35,66	30,10
15) Inclinação do PSM de 6° para a direita	29,83	34,11	33,17	35,74	27,86	35,65	29,98
16) Inclinação do PSM de 9° para a direita	29,98	33,94	32,89	35,38	27,50	34,99	29,69
17) Inclinação do PSM de 12° para a direita	29,98	33,57	32,86	35,63	26,44	34,74	29,58
18) Rotação do PSM de 3° para a esquerda	29,97	34,21	33,78	35,05	28,44	35,48	29,75
19) Rotação do PSM de 6° para a esquerda	29,84	33,80	33,28	34,92	28,27	35,21	29,37
20) Rotação do PSM de 9° para a esquerda	30,12	33,61	33,01	34,38	27,70	34,66	29,26
21) Rotação do PSM de 12° para a esquerda	29,71	33,20	32,94	34,39	27,95	34,28	28,74
22) Rotação do PSM de 3° para a direita	31,08	34,78	34,00	35,65	28,54	36,22	30,63
23) Rotação do PSM de 6° para a direita	31,38	34,81	34,19	36,02	28,62	36,68	30,99
24) Rotação do PSM de 9° para a direita	31,44	35,34	34,42	36,53	29,19	37,49	31,65
25) Rotação do PSM de 12° para a direita	30,93	35,57	34,53	36,04	29,10	36,79	31,89

Tabela 5

Médias obtidas em milímetros nos 2º molares inferiores esquerdos (magnificação de 25%)

Posição	Crânio 1	Crânio 2	Crânio 3	Crânio 4	Crânio 5	Crânio 6	Crânio 7
1) Plano de Frankfurt paralelo ao solo	27,97	29,40	28,40	30,66	23,52	28,03	29,16
2) Flexão ventral de 3°	27,40	29,79	28,40	30,85	23,44	27,98	29,37
3) Flexão ventral de 6°	27,33	30,01	27,82	29,89	23,36	27,73	29,30
4) Flexão ventral de 9°	27,26	29,64	28,38	29,90	23,31	27,81	29,18
5) Flexão ventral de 12°	27,14	29,43	27,88	29,87	23,44	26,98	29,23
6) Flexão dorsal de 3°	27,83	29,63	28,19	30,31	23,63	27,79	29,11
7) Flexão dorsal de 6°	27,88	29,73	28,15	30,40	23,47	27,88	29,17
8) Flexão dorsal de 9°	27,79	29,29	27,84	30,44	23,54	27,66	28,82
9) Flexão dorsal de 12°	27,42	29,17	27,05	30,71	23,36	27,52	28,88
10) Inclinação do PSM de 3° para a esquerda	27,78	30,29	28,61	30,62	23,90	27,94	29,65
11) Inclinação do PSM de 6° para a esquerda	27,45	30,67	28,54	30,70	23,69	27,95	29,86
12) Inclinação do PSM de 9° para a esquerda	27,42	30,68	29,14	30,76	24,01	27,88	29,89
13) Inclinação do PSM de 12° para a esquerda	27,65	31,08	29,14	30,63	23,85	28,09	30,03
14) Inclinação do PSM de 3° para a direita	27,48	30,06	27,66	30,21	23,42	27,62	28,91
15) Inclinação do PSM de 6° para a direita	27,40	29,00	27,19	29,86	23,21	27,42	29,76
16) Inclinação do PSM de 9° para a direita	27,20	28,47	27,01	29,63	23,17	26,95	28,34
17) Inclinação do PSM de 12° para a direita	26,75	27,87	26,91	29,78	22,54	26,78	27,88
18) Rotação do PSM de 3° para a esquerda	27,38	29,65	28,37	30,08	23,61	27,48	29,09
19) Rotação do PSM de 6° para a esquerda	27,28	29,45	28,11	30,14	23,40	27,27	28,90
20) Rotação do PSM de 9° para a esquerda	27,34	29,27	27,93	29,37	23,13	26,95	28,62
21) Rotação do PSM de 12° para a esquerda	26,80	29,17	27,81	29,17	23,11	26,89	28,54
22) Rotação do PSM de 3° para a direita	28,00	30,05	28,75	30,43	23,65	28,15	29,34
23) Rotação do PSM de 6° para a direita	28,36	30,36	28,83	30,81	23,83	28,27	29,69
24) Rotação do PSM de 9° para a direita	28,56	30,80	29,07	31,57	24,39	28,89	30,12
25) Rotação do PSM de 12° para a direita	28,22	31,32	29,32	31,36	24,10	28,60	30,40

5.3 MENSURAÇÕES COMPUTADORIZADAS NOS CRÂNIOS MACERADOS REALIZADAS EM RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS UTILIZANDO MAGNIFICAÇÃO INDIVIDUALIZADA

Após serem mensuradas com magnificação de 25%, que é a magnificação sugerida pelo fabricante, as radiografias panorâmicas foram mensuradas com uma magnificação individualizada, ou seja, traçaram-se linhas da porção mais superior da esfera metálica localizada no rebordo alveolar até a porção mais inferior da esfera metálica localizada na base da mandíbula. Neste momento digitou-se o valor real obtido na mensuração manual por meio do paquímetro digital. Automaticamente o *software* RADIOIMP calculou o valor da magnificação, que foi denominado de magnificação individualizada. Todos os métodos descritos foram realizados pelo mesmo observador três vezes, mas somente os valores médios foram tabelados, como pode ser observado nas tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6

Médias das mensurações em milímetros obtidas em incisivos centrais inferiores esquerdos (magnificação individual)

Posição	Crânio 1	Crânio 2	Crânio 3	Crânio 4	Crânio 5	Crânio 6	Crânio 7
1) Plano de Frankfurt paralelo ao solo	34,15	32,23	38,17	35,98	29,31	37,29	36,34
2) Flexão ventral de 3°	32,88	32,15	37,99	35,61	28,05	36,64	36,09
3) Flexão ventral de 6°	32,37	32,16	37,29	35,02	29,51	35,93	35,47
4) Flexão ventral de 9°	32,04	32,48	36,44	34,07	29,64	35,57	34,75
5) Flexão ventral de 12°	32,44	33,03	35,32	32,66	29,49	34,97	34,53
6) Flexão dorsal de 3°	34,07	31,86	38,28	35,91	29,27	37,54	36,25
7) Flexão dorsal de 6°	34,23	31,11	34,90	36,14	28,86	37,45	36,43
8) Flexão dorsal de 9°	34,53	30,55	38,48	36,14	28,38	36,97	36,58
9) Flexão dorsal de 12°	34,42	29,65	37,90	35,89	27,96	36,98	36,05
10) Inclinação do PSM de 3° para a esquerda	33,37	32,03	38,23	35,95	29,34	37,14	36,15
11) Inclinação do PSM de 6° para a esquerda	33,05	31,52	38,15	35,91	29,01	37,24	36,05
12) Inclinação do PSM de 9° para a esquerda	32,56	31,93	38,36	35,95	28,48	37,36	36,43
13) Inclinação do PSM de 12° para a esquerda	33,89	32,12	38,02	35,73	28,48	37,21	36,23
14) Inclinação do PSM de 3° para a direita	32,74	32,06	37,86	35,88	28,67	37,52	36,14
15) Inclinação do PSM de 6° para a direita	32,72	31,55	37,74	36,18	28,00	36,68	36,03
16) Inclinação do PSM de 9° para a direita	32,86	31,25	37,44	35,67	27,51	36,77	36,16
17) Inclinação do PSM de 12° para a direita	34,27	30,67	37,38	35,93	26,25	37,23	36,26
18) Rotação do PSM de 3° para a esquerda	33,12	31,22	38,24	35,91	28,77	36,79	36,09
19) Rotação do PSM de 6° para a esquerda	32,96	31,37	38,08	35,37	28,53	36,83	35,79
20) Rotação do PSM de 9° para a esquerda	33,92	31,09	37,83	34,97	28,77	36,11	35,54
21) Rotação do PSM de 12° para a esquerda	33,22	30,99	37,35	34,95	28,19	35,86	35,22
22) Rotação do PSM de 3° para a direita	34,05	32,26	38,15	36,06	29,11	37,12	36,26
23) Rotação do PSM de 6° para a direita	34,27	31,88	38,15	35,42	29,13	37,14	36,06
24) Rotação do PSM de 9° para a direita	34,34	31,76	38,23	35,69	28,79	37,18	35,99
25) Rotação do PSM de 12° para a direita	33,95	31,37	37,82	35,19	28,68	36,53	35,44

Tabela 7

Médias das mensurações em milímetros obtidas em caninos inferiores esquerdos (magnificação individual)

Posição	Crânio 1	Crânio 2	Crânio 3	Crânio 4	Crânio 5	Crânio 6	Crânio 7
1) Plano de Frankfurt paralelo ao solo	32,80	31,96	37,76	36,99	30,54	36,78	35,38
2) Flexão ventral de 3°	31,68	32,49	37,44	36,31	30,71	36,40	35,20
3) Flexão ventral de 6°	31,61	32,62	36,81	35,77	30,79	36,50	35,07
4) Flexão ventral de 9°	31,16	32,63	36,21	35,67	30,63	37,25	34,94
5) Flexão ventral de 12°	31,96	32,68	35,44	34,97	30,93	36,05	34,79
6) Flexão dorsal de 3°	32,76	32,20	37,80	36,67	30,18	36,68	35,38
7) Flexão dorsal de 6°	32,83	32,09	37,99	37,18	29,60	36,54	34,33
8) Flexão dorsal de 9°	32,96	31,67	38,32	37,08	29,27	36,08	35,39
9) Flexão dorsal de 12°	33,04	30,78	37,67	38,00	28,78	36,212	35,37
10) Inclinação do PSM de 3° para a esquerda	31,84	32,36	37,93	36,83	30,33	36,53	35,17
11) Inclinação do PSM de 6° para a esquerda	31,89	32,32	37,43	36,92	30,08	36,64	34,74
12) Inclinação do PSM de 9° para a esquerda	30,94	32,54	37,62	36,75	29,84	36,67	34,52
13) Inclinação do PSM de 12° para a esquerda	32,32	32,50	37,46	36,50	30,17	36,64	35,20
14) Inclinação do PSM de 3° para a direita	31,67	32,32	37,07	36,95	29,80	36,67	35,43
15) Inclinação do PSM de 6° para a direita	31,71	31,73	37,07	36,93	29,27	36,48	35,07
16) Inclinação do PSM de 9° para a direita	31,86	31,44	36,67	36,75	28,29	35,36	34,79
17) Inclinação do PSM de 12° para a direita	32,48	31,05	37,07	37,06	27,17	35,34	34,71
18) Rotação do PSM de 3° para a esquerda	31,75	31,89	37,79	36,61	29,85	36,07	34,90
19) Rotação do PSM de 6° para a esquerda	31,61	31,50	37,45	36,33	29,68	36,12	34,90
20) Rotação do PSM de 9° para a esquerda	32,57	31,34	37,04	35,75	29,27	35,27	34,31
21) Rotação do PSM de 12° para a esquerda	31,94	31,15	36,79	35,73	29,35	34,99	34,08
22) Rotação do PSM de 3° para a direita	33,11	32,41	37,85	36,96	30,67	35,71	35,43
23) Rotação do PSM de 6° para a direita	33,28	32,65	37,93	36,73	30,13	36,69	35,63
24) Rotação do PSM de 9° para a direita	33,16	32,94	38,08	36,92	30,54	37,06	35,45
25) Rotação do PSM de 12° para a direita	32,79	32,78	38,33	36,66	30,58	29,07	35,25

Tabela 8

Médias das mensurações em milímetros obtidas em 2º pré-molares inferiores esquerdos (magnificação individual)

Posição	Crânio 1	Crânio 2	Crânio 3	Crânio 4	Crânio 5	Crânio 6	Crânio 7
1) Plano de Frankfurt paralelo ao solo	31,20	29,02	34,23	36,36	29,23	36,42	30,79
2) Flexão ventral de 3°	30,46	32,86	34,15	35,92	28,90	36,14	30,70
3) Flexão ventral de 6°	30,43	32,78	33,40	35,78	28,87	36,02	30,95
4) Flexão ventral de 9°	30,33	29,15	33,43	35,43	28,72	36,26	30,68
5) Flexão ventral de 12°	30,62	29,24	32,91	35,34	28,69	35,84	30,77
6) Flexão dorsal de 3°	31,11	28,53	33,89	36,05	28,96	36,49	30,92
7) Flexão dorsal de 6°	31,01	28,73	33,89	36,24	28,53	36,50	31,00
8) Flexão dorsal de 9°	30,97	28,16	33,98	36,33	28,43	36,11	30,96
9) Flexão dorsal de 12°	30,88	27,65	33,23	36,58	28,37	36,09	31,24
10) Inclinação do PSM de 3° para a esquerda	30,57	28,94	34,14	36,33	29,05	36,56	31,01
11) Inclinação do PSM de 6° para a esquerda	30,40	29,11	33,96	35,99	28,75	36,43	31,05
12) Inclinação do PSM de 9° para a esquerda	30,30	29,23	34,07	35,68	29,20	36,84	30,66
13) Inclinação do PSM de 12° para a esquerda	30,86	29,48	33,89	35,03	29,09	36,46	30,35
14) Inclinação do PSM de 3° para a direita	30,46	28,62	33,44	36,51	28,40	36,08	30,88
15) Inclinação do PSM de 6° para a direita	30,33	28,01	33,46	36,40	28,12	36,06	30,76
16) Inclinação do PSM de 9° para a direita	30,48	27,87	33,17	36,03	27,76	35,39	30,46
17) Inclinação do PSM de 12° para a direita	30,48	27,55	33,14	36,28	26,70	35,14	30,36
18) Rotação do PSM de 3° para a esquerda	30,47	28,32	34,07	35,69	28,71	35,89	30,53
19) Rotação do PSM de 6° para a esquerda	30,34	28,34	33,57	35,56	28,54	35,62	30,14
20) Rotação do PSM de 9° para a esquerda	30,62	27,67	33,29	35,01	27,97	35,06	30,02
21) Rotação do PSM de 12° para a esquerda	30,21	27,72	33,22	35,02	28,22	34,68	29,49
22) Rotação do PSM de 3° para a direita	31,61	29,06	34,29	36,30	28,82	36,64	31,43
23) Rotação do PSM de 6° para a direita	31,91	29,39	34,48	36,68	28,90	37,11	31,80
24) Rotação do PSM de 9° para a direita	31,97	29,72	34,71	37,20	29,47	37,93	32,48
25) Rotação do PSM de 12° para a direita	31,45	25,49	34,80	36,70	29,38	37,21	32,72

Tabela 9

Médias das mensurações em milímetros obtidas em 2º molares inferiores esquerdos (magnificação individual)

Posição	Crânio 1	Crânio 2	Crânio 3	Crânio 4	Crânio 5	Crânio 6	Crânio 7
1) Plano de Frankfurt paralelo ao solo	28,11	24,53	28,28	30,99	24,37	28,81	29,79
2) Flexão ventral de 3°	27,54	24,57	28,26	31,39	24,05	28,75	30,00
3) Flexão ventral de 6°	27,47	24,49	27,67	30,41	23,96	28,49	29,92
4) Flexão ventral de 9°	27,40	24,84	28,23	30,42	23,91	28,57	29,80
5) Flexão ventral de 12°	27,29	24,54	27,74	30,39	24,04	27,72	29,86
6) Flexão dorsal de 3°	27,98	24,58	28,05	30,86	24,23	28,55	29,73
7) Flexão dorsal de 6°	28,03	24,68	28,01	30,93	24,07	28,65	29,80
8) Flexão dorsal de 9°	27,94	24,27	27,70	30,97	24,05	28,42	29,43
9) Flexão dorsal de 12°	27,57	24,21	26,92	31,24	23,97	28,28	29,50
10) Inclinação do PSM de 3° para a esquerda	27,93	24,65	28,46	31,16	24,52	28,70	30,28
11) Inclinação do PSM de 6° para a esquerda	27,59	25,14	28,40	31,24	24,30	28,71	30,50
12) Inclinação do PSM de 9° para a esquerda	27,56	24,89	29,00	31,30	24,63	28,64	30,53
13) Inclinação do PSM de 12° para a esquerda	27,79	25,22	29,00	31,16	24,47	28,87	30,67
14) Inclinação do PSM de 3° para a direita	27,62	24,51	27,52	30,74	24,03	28,38	29,53
15) Inclinação do PSM de 6° para a direita	27,54	24,15	27,05	30,38	23,81	28,17	29,38
16) Inclinação do PSM de 9° para a direita	27,34	23,86	26,87	30,14	23,77	27,69	28,95
17) Inclinação do PSM de 12° para a direita	26,89	23,74	26,77	30,30	23,12	27,52	28,47
18) Rotação do PSM de 3° para a esquerda	27,52	24,27	28,23	30,61	24,22	28,23	29,71
19) Rotação do PSM de 6° para a esquerda	27,43	24,19	27,97	30,66	24,00	28,02	29,51
20) Rotação do PSM de 9° para a esquerda	27,48	24,04	27,79	29,89	23,72	27,70	29,23
21) Rotação do PSM de 12° para a esquerda	26,95	23,76	27,67	29,68	23,71	27,63	29,15
22) Rotação do PSM de 3° para a direita	28,15	24,76	28,60	30,96	24,26	28,92	29,97
23) Rotação do PSM de 6° para a direita	28,51	24,94	28,68	31,35	24,45	29,05	30,32
24) Rotação do PSM de 9° para a direita	28,71	25,16	28,92	32,12	25,02	29,69	30,76
25) Rotação do PSM de 12° para a direita	28,37	25,73	29,17	31,90	24,72	29,39	31,05

5.4 MENSURAÇÕES COMPUTADORIZADAS NOS CRÂNIOS MACERADOS REALIZADAS EM TOMOGRAFIAS CONVENCIONAIS UTILIZANDO MAGNIFICAÇÃO DE 40%

A imagem central de cada tomografia convencional foi mensurada por meio do *software* RADIOIMP, tendo como base os mesmos pontos de referência utilizados na mensuração manual. A tabela 10 ilustra os valores obtidos nos incisivos centrais, caninos, segundos pré-molares e molares utilizando a magnificação de 40% que é a ampliação sugerida pelo fabricante do aparelho Orthoralix 9200 Plus.

Tabela 10

Mensurações em milímetros realizadas em tomografias convencionais com auxílio do *software* RADIOIMP com magnificações de 40% por regiões

	Incisivo central inferior esquerdo	Canino inferior esquerdo	Pré-molar inferior esquerdo	Molar inferior esquerdo
Crânio	Valor obtido	Valor obtido	Valor obtido	Valor obtido
1	34,00	33,84	30,77	30,89
2	32,21	32,48	29,29	25,59
3	38,79	38,25	34,70	29,41
4	35,97	35,93	37,08	31,33
5	29,93	31,20	29,38	24,82
6	38,56	37,38	36,96	29,01
7	37,08	35,92	31,32	29,92
Médias	35,22	35,00	32,78	28,71

5.5 MENSURAÇÕES COMPUTADORIZADAS NOS CRÂNIOS MACERADOS REALIZADAS EM TOMOGRAFIAS CONVENCIONAIS UTILIZANDO MAGNIFICAÇÃO INDIVIDUALIZADA

As tabelas 11, 12, 13 e 14 representam os valores obtidos quando foram realizadas mensurações nas imagens centrais das tomografias convencionais dos sete crânios. Em cada imagem foram marcados dois pontos, um na porção mais superior da esfera localizada no rebordo alveolar e o outro na porção mais inferior da esfera localizada na base da mandíbula. Traçou-se uma linha unindo estes dois pontos por meio do *software*. A esta linha foi digitado o valor real obtido na mensuração dos espécimes anatômicos servindo como parâmetro para determinar a magnificação individual.

Tabela 11

Médias das mensurações realizadas em tomografias convencionais com auxílio do *software* RADIOIMP com magnificações individualizadas nos incisivos centrais inferiores esquerdos

Crânio	Magnificação %	Valor obtido em milímetros
1	39,35	34,16
2	40,00	32,21
3	40,06	35,96
4	43,10	29,29
5	44,17	37,27
6	44,17	37,27
7	42,90	36,33
Médias	41,96	34,64

Tabela 12

Médias das mensurações realizadas em tomografias convencionais com auxílio do *software* RADIOIMP com magnificações individualizadas nos caninos inferiores esquerdos

Crânio	Magnificação %	Valor obtido em milímetros
1	44,21	32,77
2	40,30	32,41
3	36,00	36,99
4	43,00	30,54
5	41,20	36,76
6	41,20	35,37
7	42,17	31,46
Médias	41,15	33,75

Tabela 13

Médias das mensurações realizadas em tomografias convencionais com auxílio do *software* RADIOIMP com magnificações individualizadas nos 2º pré-molares inferiores esquerdos

Crânio	Magnificação %	Valor obtido em milímetros
1	38,05	31,21
2	41,30	29,02
3	42,77	36,36
4	40,80	29,21
5	42,63	36,41
6	42,50	30,76
7	41,30	29,79
Médias	41,34	31,82

Tabela 14

Médias das mensurações realizadas em tomografias convencionais com auxílio do *software* RADIOIMP com magnificações individualizadas nos 2º molares inferiores esquerdos

Crânio	Magnificação %	Valor obtido em milímetros
1	54,10	28,07
2	46,10	24,52
3	41,60	30,98
4	42,60	24,36
5	41,17	28,77
6	44,57	29,80
7	44,20	32,20
Médias	44,90	28,38

5.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

De acordo com a proposição deste trabalho, a amostra foi submetida a quatro tipos de análises estatísticas, cujos resultados serão demonstrados a seguir pelas tabelas 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22.

Na tabela 15, as magnificações individualizadas em cada grupo foram comparadas à magnificação de 25% por meio do teste t para uma amostra. Verificou-se através deste teste que as magnificações encontradas em radiografias panorâmicas são estatisticamente diferentes de 25%, isto significa dizer que as magnificações de 23,09%; 22,30%; 23,35% e 23,17% são estatisticamente diferentes de 25% nos grupos dos incisivos, caninos, pré-molares e molares, respectivamente.

Tabela 15

Magnificações individualizadas de radiografias panorâmicas obtidas com o *software* RADIOIMP comparadas com a magnificação de 25% fornecida pelo fabricante do aparelho Orthoralix 9200 Plus. Valores em porcentagem

Grupo	Média	DP
Incisivo	23,09**	2,82
Canino	22,30**	2,15
Pré-molar	23,35**	0,90
Molar	23,17**	1,41

** Estatisticamente significativo em relação a 25% (Teste t para uma amostra $p < 0,05$)

Para melhor compreensão da tabela 15, as tabelas 16 e 17 expressam os valores em milímetros da comparação entre os valores médios obtidos nas quatro regiões (incisivos, caninos, pré-molares e molares) com magnificação individualizada e magnificação de 25%, com os valores médios reais das mesmas áreas.

Tabela 16

Comparação das mensurações obtidas em panorâmicas (magnificação individualizada) com as mensurações reais (obtidas nos crânios macerados). Valores em milímetros

Grupo	Média Individual	DP	Valor Real
Incisivo	34,78	3,12	34,76
Canino	34,60	2,82	34,67
Pré-molar	32,46	3,18	32,46
Molar	27,84	2,51	27,84

Tabela 17

Comparação das mensurações obtidas em panorâmicas (magnificação de 25%) com as mensurações reais (obtidas nos crânios macerados). Valores em milímetros

Grupo	Média	DP	Valor Real
Incisivo	34,78	3,06	34,76
Canino	34,52	2,80	34,67
Pré-molar	32,69	3,01	32,46
Molar	28,16	2,25	27,84

O teste Dunnett foi utilizado em seguida para comparar os valores obtidos nas 25 posições com o valor real (posição 26) e verificar, entre estes, quais produziam valores semelhantes. Foi encontrado diferença estatisticamente significativa** nas posições 4, 5, 15, 16, 17, 19, 20 e 21 nas magnificações individualizadas, e nas posições 5, 16, 17, 20 e 21 nas magnificações de 25%.

O teste Tukey foi utilizado para comparar os valores obtidos entre os quatro grupos (incisivos, caninos, pré-molares e molares) e verificar também, entre estes, quais produziam valores semelhantes. O resultado do teste Tukey foi representado por letras, onde médias com letras diferentes foram estatisticamente significantes. Na tabela 18, encontrou-se que o grupo dos incisivos é semelhante aos grupos dos caninos e estes são estatisticamente diferentes dos grupos dos pré-molares e molares nas magnificações individualizadas. Na tabela 19, que corresponde a magnificação de 25%, todos os grupos apresentaram-se estatisticamente diferentes, ou seja, cada grupo recebeu uma letra diferente.

Tabela 18

Valores médios e DP das magnificações individualizadas comparadas com o valor real (posição 26)

	Posição	Grupo								Média	DP
		Incisivo	DP	Canino	DP	Pré-molar	DP	Molar	DP		
Plano de Frankfurt paralelo ao Plano Horizontal	1	34,78	3,12	34,60	2,82	32,46	3,18	27,84	2,51	32,42	2,91
Flexão ventral de 3°	2	34,20	3,41	34,32	2,65	32,73	2,82	27,79	2,69	32,26	2,89
Flexão ventral de 6°	3	33,96	2,71	34,17	2,45	32,60	2,70	27,49	2,48	32,06	2,59
Flexão ventral de 9°	4	33,57	2,34	34,07	2,59	32,00	3,04	27,59	2,43	31,81**	2,60
Flexão ventral de 12°	5	33,20	2,00	33,83	1,96	31,91	2,85	27,37	2,40	31,58**	2,30
Flexão dorsal de 3°	6	34,74	3,23	34,52	2,83	32,28	3,24	27,71	2,48	32,31	2,95
Flexão dorsal de 6°	7	34,16	3,10	34,36	3,05	32,27	3,32	27,74	2,52	32,13	3,00
Flexão dorsal de 9°	8	34,52	3,70	34,39	3,22	32,13	3,39	27,55	2,53	32,15	3,21
Flexão dorsal de 12°	9	34,12	3,81	34,25	3,51	32,00	3,49	27,38	2,65	31,94	3,37
Inclinação do PSM de 3° para a esquerda	10	34,60	3,15	34,43	2,91	32,37	3,27	27,96	2,56	32,34	2,97
Inclinação do PSM de 6° para a esquerda	11	34,42	3,24	34,29	2,88	32,24	3,20	27,98	2,56	32,23	2,97
Inclinação do PSM de 9° para a esquerda	12	34,44	3,55	34,12	3,07	32,28	3,18	28,08	2,58	32,23	3,10
Inclinação do PSM de 12° para a esquerda	13	34,52	3,33	34,40	2,75	32,16	2,92	28,17	2,55	32,31	2,89
Inclinação do PSM de 3° para a direita	14	34,41	3,37	34,27	2,96	32,05	3,34	27,47	2,46	32,05	3,03
Inclinação do PSM de 6° para a direita	15	34,13	3,50	34,04	3,11	31,88	3,49	27,21	2,47	31,82**	3,14
Inclinação do PSM de 9° para a direita	16	33,95	3,60	33,59	3,15	31,60	3,36	26,94	2,40	31,52**	3,13
Inclinação do PSM de 12° para a direita	17	34,00	4,12	33,55	3,59	31,38	3,64	26,69	2,53	31,41**	3,47
Rotação do PSM de 3° para a esquerda	18	34,30	3,40	34,12	2,97	31,95	3,21	27,54	2,48	31,98	3,02
Rotação do PSM de 6° para a esquerda	19	34,13	3,35	33,94	2,98	31,73	3,14	27,40	2,50	31,80**	2,99
Rotação do PSM de 9° para a esquerda	20	34,03	3,11	33,65	2,73	31,38	3,11	27,12	2,38	31,55**	2,83
Rotação do PSM de 12° para a esquerda	21	33,68	3,16	33,43	2,69	31,22	3,05	26,93	2,38	31,32**	2,82
Rotação do PSM de 3° para a direita	22	34,71	3,15	34,59	2,60	32,59	3,21	27,94	2,53	32,46	2,87
Rotação do PSM de 6° para a direita	23	34,58	3,14	34,72	2,78	32,90	3,29	28,18	2,59	32,60	2,95
Rotação do PSM de 9° para a direita	24	34,57	3,29	34,88	2,74	33,35	3,38	28,62	2,68	32,86	3,02
Rotação do PSM de 12° para a direita	25	34,14	3,15	33,64	3,30	32,53	4,18	28,62	2,62	32,23	3,31
Valor Real	26	34,76	3,13	34,67	2,76	32,46	3,18	27,84	2,51	32,43	2,90
	Média	34,25 A	3,06	34,19 A	2,72	32,17 B	3,06	27,66 C	2,39	32,07	2,81

Médias com letras diferentes são estatisticamente significativas (ANOVA, Teste Tukey, $p < 0,05$)** Estatisticamente significativo em relação à posição 26 (Teste Dunnett, $p < 0,05$)

Tabela 19

Valores médios e DP das magnificações de 25% comparadas com o valor real (posição 26)

	Posição	Grupo								Média	DP
		Incisivo	DP	Canino	DP	Pré-molar	DP	Molar	DP		
Piano de Frankfurt paralelo ao Plano Horizontal	1	34,77	3,06	34,52	2,80	32,69	3,01	28,16	2,25	32,54	2,78
Flexão ventral de 3°	2	34,22	2,98	34,09	2,69	32,48	2,90	28,17	2,39	32,24	2,74
Flexão ventral de 6°	3	33,66	2,74	33,91	2,57	32,39	2,80	27,92	2,28	31,97	2,60
Flexão ventral de 9°	4	34,62	2,68	33,88	2,77	32,25	2,84	27,92	2,25	32,17	2,64
Flexão ventral de 12°	5	32,79	2,19	33,52	2,18	32,09	2,61	27,71	2,20	31,53**	2,30
Flexão dorsal de 3°	6	34,79	3,12	34,45	2,82	32,71	2,88	28,07	2,17	32,51	2,75
Flexão dorsal de 6°	7	34,78	3,22	34,47	3,04	32,69	3,02	28,10	2,26	32,51	2,89
Flexão dorsal de 9°	8	34,76	3,36	34,40	3,09	32,62	3,00	27,91	2,17	32,42	2,91
Flexão dorsal de 12°	9	34,52	3,40	34,26	3,15	32,55	2,99	27,73	2,31	32,27	2,96
Inclinação do PSM de 3° para a Esquerda	10	34,54	3,08	34,26	2,91	32,71	2,96	28,40	2,27	32,48	2,81
Inclinação do PSM de 6° para a esquerda	11	34,39	3,20	34,08	2,85	32,55	2,96	28,41	2,44	32,36	2,86
Inclinação do PSM de 9° para a esquerda	12	34,38	3,52	33,84	3,08	32,56	2,97	28,54	2,38	32,33	2,99
Inclinação do PSM de 12° para a esquerda	13	34,36	3,21	34,04	2,64	32,40	2,77	28,64	2,46	32,36	2,77
Inclinação do PSM de 3° para a direita	14	34,36	3,37	34,15	3,03	32,48	3,08	27,91	2,29	32,23	2,94
Inclinação do PSM de 6° para a direita	15	34,16	3,48	33,98	3,11	32,33	3,12	27,69	2,28	32,04	3,00
Inclinação do PSM de 9° para a direita	16	34,07	3,61	33,59	3,20	32,05	3,01	27,25	2,05	31,74**	2,97
Inclinação do PSM de 12° para a direita	17	34,17	3,93	33,58	3,49	31,83	3,28	26,93	2,21	31,63**	3,23
Rotação do PSM de 3° para a esquerda	18	34,39	3,27	34,04	2,97	32,38	2,89	27,95	2,17	32,19	2,83
Rotação do PSM de 6° ara a esquerda	19	34,15	3,27	33,85	2,92	32,10	2,86	27,79	2,21	31,97	2,82
Rotação do PSM de 9° para a esquerda	20	34,09	2,93	33,56	2,63	31,82	2,76	27,51	2,14	31,75**	2,62
Rotação do PSM de 12° para a esquerda	21	33,70	3,04	33,35	2,63	31,60	2,72	27,35	2,11	31,50**	2,63
Rotação do PSM de 3° para a direita	22	34,67	3,09	34,59	2,63	32,98	2,91	28,34	2,26	32,65	2,72
Rotação do PSM de 6° para a direita	23	34,55	3,00	34,56	2,75	33,24	2,97	28,59	2,31	32,74	2,76
Rotação do PSM de 9° para a direita	24	34,51	3,09	34,67	2,70	33,72	3,03	29,06	2,33	32,99	2,79
Rotação do PSM de 12° para a direita	25	34,11	2,96	34,45	2,68	33,55	2,92	29,04	2,51	32,79	2,77
Valor Real	26	34,76	3,13	34,67	2,76	32,46	3,18	27,84	2,51	32,43	2,90
	Média	34,32 A	2,97	34,11 B	2,68	32,51 C	2,77	28,04 D	2,17	32,25	2,65

Médias com letras diferentes são estatisticamente significantes (ANOVA, Teste Tukey, $p < 0,05$)** Estatisticamente significativo em relação à posição 26 (Teste Dunnett, $p < 0,05$)

Novamente o teste t foi aplicado na tabela 20, porém agora para comparar as magnificações individualizadas em cada grupo com a magnificação de 40% em tomografias. Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos dos incisivos e molares, ou seja, para o teste t para uma amostra $p < 0,05$, as magnificações 41,96% e 44,90% encontradas por meio do *software* RADIOIMP são diferentes estatisticamente de 40%.

Tabela 20

Magnificações individualizadas de tomografias convencionais obtidas com o *software* RADIOIMP comparadas com a magnificação de 40% fornecida pelo fabricante do aparelho Orthoralix 9200 Plus. Valores em porcentagem

Grupo	Média	DP
Incisivo	41,96**	2,09
Canino	41,15	2,61
Pré-molar	41,34	1,64
Molar	44,90**	4,41

** Estatisticamente significativo em relação a 40% (Teste t para uma amostra $p < 0,05$)

Para melhor compreensão da tabela 20, as tabelas 21 e 22 expressam os valores em milímetros da comparação entre os valores médios obtidos nas quatro regiões (incisivos, caninos, pré-molares e molares) com magnificação individualizada e magnificação de 40%, com os valores médios reais das mesmas áreas.

Tabela 21

Comparação das mensurações obtidas em tomografias (magnificação individualizada) com as mensurações reais (obtidas nos crânios macerados). Valores em milímetros

Grupo	Média Individual	DP	Valor Real
Incisivo	34,64	2,98	34,76
Canino	33,76	2,60	34,67
Pré-molar	31,82	3,21	32,46
Molar	27,10	3,04	27,84

Tabela 22

Comparação das mensurações obtidas em tomografias (magnificação de 40%) com as mensurações reais (obtidas nos crânios macerados). Valores em milímetros

Grupo	Média	DP	Valor Real
Incisivo	35,22*	3,33	34,76
Canino	35,00	2,58	34,67
Pré-molar	32,78	3,40	32,46
Molar	28,71*	2,53	27,84

* Estatisticamente significativo (Teste t para amostras pareadas).

6. DISCUSSÃO

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Assim como outras especialidades odontológicas, a Implantodontia vem sofrendo um processo de massificação, atingindo várias camadas sociais. É indiscutível o papel da radiografia panorâmica como exame inicial do paciente que irá se submeter à terapia com implantes e muitas vezes até como exame principal (Frederiksen, 1995). As vantagens da radiografia panorâmica já estão bem descritas na literatura, porém sabe-se também que esta técnica radiográfica apresenta algumas limitações (Schiff *et al.*, 1986; Sonick *et al.*, 1994; Ávila, 1996; Amir *et al.*, 1998; Tyndall *et al.*, 2000; Langland & Langlais, 2002a; Whaites, 2003ab) que são importantes quando se pensa em planejamento de implantes osseointegrados. Por se tratar de um dos principais métodos de diagnóstico por imagem no planejamento dos implantes, se torna fundamental avaliar a confiabilidade de tal exame.

A técnica panorâmica já foi comparada com várias outras técnicas radiográficas e normalmente os resultados demonstraram uma inferioridade desta técnica em relação às demais no que diz respeito a distorções e ampliações (Sonick *et al.*, 1994; Ismail *et al.*, 1995; Lam *et al.*, 1995; Amir *et al.*, 1998; Prado *et al.*, 1999) e em algumas situações pode causar interpretações inadequadas (Sant'ana, 2002). O grau de ampliação e distorção é variável de aparelho para aparelho (Almeida, 1992; Ávila, 1996) obrigando o profissional conhecer o equipamento no qual a radiografia foi realizada (Ávila, 1996).

A visualização do canal do nervo alveolar inferior tem sido alvo de várias pesquisas utilizando radiografias panorâmicas (Lindh & Peterson, 1989; Prado *et al.*, 1999) e tomografias convencionais (Klinge *et al.*, 1989; Lindh & Peterson, 1989; Stella & Tharanon, 1990ab). Esta avaliação se torna mais crítica à medida que vai caminhando para região distal ao forame mental, o que indica a necessidade de um cuidado maior no planejamento para colocação de implantes nestas regiões. A tomografia computadorizada se mostrou superior em relação à tomografia convencional, que por sua vez foi superior à radiografia panorâmica, porém, a tomografia computadorizada tem um maior custo e gera

uma maior dose de radiação (Klinge *et al.*, 1989; Lindh & Peterson, 1989; Stella & Tharanon, 1990ab; Ismail *et al.*, 1995; Ferreira, 1996).

Todos os autores são unânimes em afirmar que o posicionamento do paciente no aparelho panorâmico é fundamental para a realização de um exame radiográfico com qualidade. O intuito do correto posicionamento é manter as estruturas de interesse dentro do plano focal para que se possa obter imagens nítidas que facilitem a interpretação radiográfica (Langland & Sippy, 1968; Barton, 1970; Edge & Champion, 1972; Patel & Manson-Hing, 1986; Razmus *et al.*, 1989; Hayakama *et al.*, 1996; Eraso *et al.*, 1997; Farman *et al.*, 1997; Scarfe *et al.*, 1998). Os principais erros na técnica panorâmica estão relacionados a erros de posicionamento e assim como Schiff *et al.* (1986), Rushton *et al.* (1999) e Akarslan *et al.* (2003), concordamos que a maior parte dos erros podem ser evitados quando o exame é realizado por técnicos com qualificação. O ideal é que o profissional que solicita o exame tenha condição de avaliar a qualidade do exame que recebe podendo exigir um melhor controle de qualidade das clínicas radiológicas.

Radiografias obtidas com erros de posicionamento podem causar interpretações errôneas de estruturas anatômicas e/ou processos patológicos. Isto pode ser exemplificado nos trabalhos de Reijnders & Sanderink (1983) e Iwaki Filho (1994) que demonstraram que alterações na inclinação do PHF podem levar a interpretações diferentes de uma mesma estrutura anatômica/imagem radiográfica, corroborando com a nossa preocupação em avaliar se tais erros de posicionamento podem influenciar nos planejamentos dos implantes realizados com radiografias panorâmicas.

6.2 METODOLOGIA EMPREGADA

Para esta pesquisa foram utilizados sete crânios, nos quais esferas metálicas foram colocadas nas regiões do incisivo central inferior esquerdo, canino inferior esquerdo, segundo pré-molar inferior esquerdo e segundo molar inferior esquerdo, pois, de acordo com os estudos realizados por Dantas (2002), estas regiões anatômicas são mais freqüentemente submetidas a tratamentos com implantes e com maior probabilidade de complicações, como distúrbios sensoriais ao canal incisivo, canal mandibular e forame

mental (Klinge *et al.*, 1989; Lindh & Petersson, 1989; Stella & Tharanon, 1990ab). Para determinar o exato local da colocação das esferas metálicas, optamos por utilizar os próprios alvéolos dentários ou as médias das dimensões mésio-distais das coroas dos dentes inferiores, conforme os estudos de Della Serra & Ferreira (1981), diferente de Dantas (2002) que determinou os sítios através do sistema métrico decimal, onde o incisivo localiza-se 1cm à distal da linha sagital mediana, o canino a 2cm da mesma linha, o pré-molar à altura do forame mental e o molar 1cm à distal do forame mental. Os espécimes anatômicos foram mensurados por meio de um paquímetro digital para posteriormente compararmos os valores reais com os encontrados nas radiografias e tomografias.

O estudo das imagens radiográficas em radiografias panorâmicas através de materiais radiopacos iniciou-se há muitos anos atrás como pode ser constatado no trabalho de Langland & Sippy (1968), que foi sucedido por muitos pesquisadores (Chiles & Gores, 1973; Klinge *et al.*, 1989; Stella & Tharanon, 1990b; Ismail *et al.*, 1995; Prado *et al.*, 1999; Almong *et al.*, 2002; Dantas, 2002; Freitas, 2002). Em nossa pesquisa optamos por utilizar esferas metálicas de 3mm na crista do rebordo alveolar inferior e na base da mandíbula de cada sítio escolhido para posteriormente traçarmos com exatidão a mensuração vertical e também para termos certeza de que o corte tomográfico foi realmente realizado no sítio escolhido.

A metodologia empregada neste trabalho seguiu experiências anteriores com relação à manutenção dos crânios macerados em posição nos aparelhos de raios X e filtração adicional para atenuar a ausência de tecidos moles (Iwaki Filho, 1994; Matheus, 2001). Todos os espécimes anatômicos foram radiografados com o PHF paralelo ao Plano Horizontal e com as inclinações ântero-posteriores (flexão ventral e flexão dorsal), inclinações laterais e rotações direitas e esquerdas. Os crânios foram posicionados no aparelho de raios X sempre pelo mesmo profissional, com conhecimentos de anatomia, princípios de formação de imagem na radiografia panorâmica e principalmente domínio técnico do aparelho, pois, conforme relatado por Schiff *et al.* (1986), Rushton *et al.* (1999) e Akarslan *et al.* (2003), a maior parte dos erros podem ser evitados quando o exame é realizado por técnicos com qualificação. Para que houvesse uma padronização nas inclinações e rotações utilizamos dispositivos de acrílicos confeccionados com duas régua

e um transferidor, semelhantes, porém com algumas adaptações aos desenvolvidos por Iwaki Filho (1994) e Matheus (2001).

As tomografias convencionais foram realizadas de acordo com o protocolo estabelecido pelo fabricante do aparelho Orthoralix 9200 Plus. Outros protocolos de planejamento e realização de tomografias convencionais em outros aparelhos são relatados na literatura como podemos observar nos estudos de Ismail *et al.* (1995) da Universidade de Pittsburg que utilizaram o aparelho Quint Sectograph.

Nosso trabalho foi realizado dentro de uma rotina de funcionamento de clínica, porém em horários e dias especiais, sempre tomando-se o cuidado com os fatores de processamento radiográfico, seguindo um protocolo rigoroso de manutenção e abastecimento da processadora automática. Com isso conseguimos radiografias e tomografias com ótimo detalhe, contraste e densidade médios.

Cada imagem radiográfica e tomográfica foi digitalizada e mensurada por meio do *software* RADIOIMP. Optamos por fazer as mensurações por meio de um computador, pois segundo Fonteles (2002) não existe diferença estatisticamente significativa entre o traçado manual e o computadorizado e os *softwares* apresentam recursos que facilitam as mensurações. Quanto ao número de examinadores utilizados, Butterfield *et al.* (1997) e Freitas (2002) relataram uma grande variação em traçados para implantes realizados em uma mesma região, por profissionais diferentes. Diante disto, optamos por realizar este estudo no *software* RADIOIMP por um mesmo examinador, que traçou as radiografias em três épocas diferentes, onde somente as médias foram consideradas, evitando assim que esta variação interferisse na amostra.

6.3 GRAUS DE MAGNIFICAÇÕES NAS RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS

No planejamento para implantes, mensurações verticais são realizadas no local anatômico em que se pretende colocar o implante. A confiabilidade desta mensuração é um fator importante e motivo da nossa pesquisa, porém também é fundamental avaliar se o grau de ampliação (magnificação) relatado pelo fabricante do aparelho é o encontrado na prática clínica.

Ao analisarmos a tabela 15, observamos que as magnificações individualizadas obtidas com o *software* RADIOIMP, quando comparadas com a magnificação de 25% fornecida pelo fabricante do aparelho Orthoralix 9200 Plus, tiveram diferenças estatisticamente significantes, e quando analisamos as tabelas 16 e 17, que comparam os valores obtidos em panorâmicas com magnificações individualizadas e magnificação de 25% fornecida pelo fabricante com as mensurações reais respectivamente, não houve diferenças estatisticamente significativas o que nos leva a concluir que para o Aparelho Orthoralix 9200 Plus o uso de magnificação individualizada ou de magnificação fornecida pelo fabricante do aparelho é indiferente. Isto se deve provavelmente ao fato de que apesar das magnificações individualizadas terem tido diferenças estatisticamente significativas quando comparadas com as magnificações fornecidas pelo fabricante, analisando em valores numéricos (milímetros) e não em porcentagem, estas diferenças passam a não ter significância. Estes resultados ainda nos permitem inferir que o fato do fabricante do aparelho trabalhar com média de magnificação de 25%, valor sempre maior que os resultados expressos na tabela 15 (magnificação individualizada), pode significar que o mesmo esteja trabalhando com margem de segurança e que o uso destes dados no planejamento de implantes osseointegrados gerem mensurações dos sítios anatômicos levemente menores que os valores reais garantindo a preservação de estruturas anatômicas importantes.

6.4 INFLUÊNCIA DAS ALTERAÇÕES NAS POSIÇÕES DOS CRÂNIOS NAS MENSURAÇÕES VERTICAIS EM RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS

Uma das nossas preocupações ao realizar este trabalho foi avaliar se erros ou alterações de posicionamento do paciente no aparelho panorâmico poderiam alterar as mensurações verticais e até que ponto, essas alterações podem influenciar no planejamento de implantes osseointegrados.

Tal preocupação também levou Xie *et al.* (1996) a realizarem uma pesquisa onde puderam observar que inclinações do PHF de até 5° não causam alterações significativas nas mensurações verticais. Nossos resultados foram semelhantes e estão expressos nas

tabelas 18 e 19, ou seja, tanto na magnificação proposta pelo fabricante quanto nas individualizadas, flexões ventrais e dorsais de até 6° (posições 2, 3, 6 e 7) não alteraram mensurações reais. Concordamos com os autores que erros nesta magnitude são improváveis que ocorram e em alguns aparelhos os próprios guias laterais são um fator limitante de tal erro. Na nossa pesquisa, para a realização de radiografias com alteração de posicionamento de 9° e principalmente 12°, tivemos que não apertar os guias laterais o que numa situação clínica dificilmente ocorreria.

Diferente dos nossos resultados, McKee *et al.* (2001), avaliando as inclinações méso-distais dos dentes em radiografias panorâmicas normais comparadas a radiografias obtidas com alterações de posicionamento, encontraram diferenças estatisticamente significantes nas radiografias obtidas com flexões dorsal e ventral de 5°. Isto nos leva a inferir que para mensurações verticais, flexões ventrais e dorsais de até 5° não causam diferenças significativas; já para avaliação de inclinação méso-distal do longo eixo dos dentes e/ou implantes, esta variação pode ser significativa. Da mesma forma, Amir *et al.* (1998) desaconselharam a realização de mensurações horizontais que ultrapassem a linha média e Matheus (2001) encontrou alterações mais severas no sentido horizontal quando deslocou, inclinou e girou o PSM para direita.

Avaliando nossos resultados expressos nas tabelas 18 (magnificação individualizada) e 19 (magnificação de 25%), podemos observar ainda que tanto nas inclinações para esquerda (posições 10, 11, 12 e 13) e rotação para direita (posições 22, 23, 24 e 25), nenhum resultado apresentou diferença estatisticamente significativa em relação aos valores reais, permitindo-nos concluir que quando realizamos mensurações verticais do lado esquerdo da mandíbula, inclinações do crânio para esquerda e rotações para direita de até 12°, não causam alterações significativas nestas mensurações, independente da magnificação utilizada. Isto aconteceu provavelmente porque estes tipos de alterações de posicionamento não deslocaram as estruturas estudadas para fora do plano focal do aparelho. Estes resultados não podem ser extrapolados para outros aparelhos, uma vez que o formato do plano focal varia de um fabricante para outro. Estes nossos resultados podem ser comparados aos de Matheus (2001), que avaliando assimetria mandibular em

radiografias panorâmicas, não encontrou diferenças significativas em radiografias realizadas com inclinação e rotação de até 10°.

Quando analisamos inclinação direita e rotação esquerda, observamos que na tabela 18 as mensurações realizadas com até 3° (posições 14 e 18) não tiveram diferenças estatisticamente significantes em relação à mensuração real. Já na tabela 19 isto ocorreu nas mensurações realizadas com até 6° (posições 14, 15, 18 e 19). Estes resultados também nos permitem inferir que quando realizamos mensurações verticais do lado esquerdo da mandíbula, inclinações do crânio para direita e rotações para esquerda de até 3° não alteram significativamente as mensurações realizadas.

Os resultados mostraram que ao realizar mensurações do lado esquerdo da mandíbula, inclinações para esquerda e rotações para direita praticamente não comprometeram as mensurações verticais realizadas nesta pesquisa quando comparadas aos valores reais. Porém quando realizadas inclinações para direita e rotações para esquerda as mesmas mensurações realizadas no lado esquerdo da mandíbula foram confiáveis somente nas mensurações realizadas com alteração de posicionamento de até 3°. Provavelmente estas diferenças devam ser relacionadas com a anatomia mandibular e principalmente com o formato do plano focal do aparelho utilizado neste estudo. As alterações de posicionamento causadas pelas inclinações e rotações mencionadas anteriormente devem causar a manutenção ou deslocamento das estruturas estudadas dentro do plano focal. Para avaliarmos com mais fidedignidade as alterações ocorridas em mensurações verticais mandibulares realizadas em radiografias panorâmicas com alterações de inclinação e rotação, outros estudos devem ser realizados utilizando outros aparelhos panorâmicos com aferições de ambos os lados da mandíbula comparando os resultados com o formato do plano focal de cada aparelho utilizado.

6.5 GRAUS DE MAGNIFICAÇÕES NAS TOMOGRAFIAS CONVENCIONAIS

Os resultados das mensurações realizadas com as tomografias estão expressos nas tabelas 10, 11, 12, 13 e 14. Na tabela 20 observamos a média das magnificações

individualizadas de tomografias convencionais por regiões obtidas com o *software* RADIOIMP comparadas com a magnificação de 40% fornecida pelo fabricante do aparelho Orthoralix 9200 Plus. Na região de incisivos e molares os resultados mostram diferenças estatisticamente significativas. Quando comparamos os resultados em milímetros obtidos com as magnificações individualizadas com mensurações reais, expressos na tabela 21, observamos que não houve diferenças significativas; já na tabela 22, que compara as mensurações obtidas com magnificação de 40% com mensurações reais, notamos nas regiões de incisivos e molares que tivemos diferenças estatisticamente significativas assim como ocorrera na tabela 20. Se compararmos as tabelas 20 e 22 poderemos observar que as alterações significativas ocorreram nas regiões anterior e posterior conhecidamente críticas na técnica panorâmica e tomográfica linear. A região anterior tem uma área focal estreita e na região posterior, trabalhos como os de Lindh & Petersson (1989) e Stella & Tharanon (1990b) já mostravam as limitações das tomografias principalmente depois dos 10 mm posteriores ao forame mental. Nossos resultados indicam que os valores obtidos nestas duas áreas foram maiores que as mensurações reais indicando que quando se tomar por base este tipo de exame para planejamento de implantes osseointegrados nestas regiões é interessante se trabalhar com margem de segurança de pelo menos 1mm. Pela análise da tabela 21 podemos concluir que quando utilizamos cortes tomográficos do aparelho Orthoralix 9200 Plus com o *software* RADIOIMP, é melhor utilizarmos magnificações individualizadas para a obtenção de mensurações, pois desta forma os resultados são próximos às mensurações reais.

Em relação à variação do grau de significância observado nas regiões de incisivos e molares nas tabelas 20 e 22 pode-se explicá-la pelo fato de que na tabela 20, que expressa os dados em porcentagem os valores numéricos são maiores que os dados expressos na tabela 22, que estão em milímetros. Quando se aplica porcentagem em valores maiores as diferenças também serão maiores.

Nossos resultados são similares aos de Carneiro Júnior (2000) quando avaliou três diferentes aparelhos para obtenção de cortes tomográficos (Quint Sectograph, Orthopantomograph OP 100 e o Planmeca 2002 CC Proline) e concluiu que, quando se desconta as ampliações fornecidas pelo fabricante, os resultados diferem dos valores reais e

que quando se desconta ampliações individualizadas os resultados são similares aos valores reais anatômicos.

Nesta pesquisa encontramos grande dificuldade técnica para realização dos cortes tomográficos. O método radiográfico exige várias etapas que dependem diretamente do treinamento do operador. Para a realização diária na clínica, as dificuldades aumentam uma vez que agora o paciente deixa de ser um crânio humano macerado e passa a ser um ser humano com queixas, emoções e todas as estruturas de tecido mole que acabam prejudicando ainda mais o correto posicionamento. Diferentemente dos resultados obtidos com radiografias panorâmicas, nas tomografias convencionais o grau de magnificação encontrado foi sempre maior que o sugerido pelo fabricante, colocando em risco as aferições realizadas com o intuito de indicar o tamanho do local a ser colocado o implante. Pelos nossos resultados, os valores de magnificação sugeridos pelo fabricante geram mensurações maiores do que realmente existe anatomicamente, podendo causar o comprometimento de estruturas importantes. Isto se torna mais crítico nas regiões anterior e posterior onde os valores foram mais discrepantes e um cuidado especial deve ser tomado na região posterior da mandíbula devido à presença do nervo alveolar inferior. Estes dados no levam a concordar com Klinge *et al.* (1989) que sugerem margem de segurança nesta região de pelo menos 1 a 2mm e quando possível associar a tomografia computadorizada para melhor definição do tamanho de implante a ser indicado (Stella & Tharanon, 1990a). Acreditamos que ainda acontecerão evoluções nas técnicas de tomografias convencionais realizadas com aparelhos panorâmicos para facilitar a sua execução, melhorar a visualização das estruturas anatômicas e principalmente diminuir o grau de distorção. Tal evolução aconteceu com as radiografias panorâmicas que antigamente trabalhavam com graus de distorção de até 40%, e hoje a maioria dos aparelhos funcionam com distorções de aproximadamente 25%; a espessura do plano focal na região anterior era de 4,5 mm e hoje já dispomos de aparelhos com espessura de plano focal anterior de até 17 mm (Scarfe *et al.*, 1998).

7. CONCLUSÃO

A partir da metodologia utilizada e dos resultados obtidos, podemos concluir que:

- Em radiografias panorâmicas, não há diferença, em milímetros, entre as mensurações individualizadas e as fornecidas pelo fabricante;
- Nas tomografias convencionais, há a necessidade de se utilizar as magnificações individualizadas, uma vez que as magnificações fornecidas pelo fabricante são estatisticamente diferentes do real;
- Flexões ventrais ou dorsais de até 6° e inclinações e rotações de até 3° não interferem nas mensurações verticais realizadas nas mandíbulas em radiografias panorâmicas;

REFERÊNCIAS *

1. Akarslan ZZ, Erten H, Güngör K. Common errors on panoramic radiographs taken in a dental school. *J Contemp Dent Pract*. 2003; 4(2): 24-34.
2. Almeida SM. *Estudo das distorções da imagem radiográfica produzida em aparelhos panorâmicos, que se utilizam dos princípios ortopantomográficos e elipsopantomográficos* [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 1992.
3. Among DM, Torrado E, Moss ME, Meitner SW, LaMar F. Use of imaging guides in preimplant tomography. *Oral Surg*. 2002; 93: 483-7.
4. Amir C, Asja C, Melita VP, Adnan C, Vjekoslav J, Muretic I. Evaluation of the precision of dimensional measurements of the mandible on panoramic radiographs. *Oral Surg*. 1998; 86: 242-8.
5. Ávila MAG. *Análise das distorções da imagem radiográfica em diferentes aparelhos panorâmicos* [dissertação]. Bauru: USP/FOB; 1996.
6. Barton EJ. The orthopantomograph: development and application. *Aust. Dent. J*. 1970; 15(3): 151-6.
7. Butterfield KJ, Dagenais M, Clokie C. Linear tomography's clinical accuracy and validity for presurgical dental implant analysis. *Oral Surg*. 1997; 84: 203-9.

*De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

8. Carneiro Junior EG. *Tomografia convencional: estudo comparativo de imagens pré-operatórias para implantes dentais osteointegrados* [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2000.
9. Chiles JL, Gores RP. Anatomic interpretation of the orthopantomogram. *Oral Surg.* 1973; 35(4): 564-74.
10. Dantas JA. *Influência do posicionamento da mandíbula em exames de tomografia computadorizada para implantes* [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2002.
11. Della Serra O, Ferreira FV. *Anatomia dental*. São Paulo: Artes médicas; 1981.
12. Eckerdal O, Kvint S. Presurgical planning for osseointegrated implants in the maxilla. A tomographic evaluation of available alveolar bone and morphological relations in the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1986; 15: 722-6.
13. Edge MBB, Champion C. Interpretation of the orthopantomogram. Complications due to radiographic artifacts. *Brit. Dent. J.* 1972; 133(7): 289-96.
14. Eraso FE, Scarfe WC, Farman AG. Image layer characteristics of the Orthophos Plus rotational panoramic system. [abstract 2952]. *J. dent. Res.* 1997; 76: 382.
15. Farman TT, Kelly MS, Farman A. The OP 100 Digipan. Evaluation of the image layer, magnification factors and dosimetry. *Oral Surg.* 1997; 83(2): 281-7.
16. Ferreira J. Planejamento da cirurgia implantodôntica na perspectiva da radiologia. *J Sobraimo.* 1996; 9.
17. Fonteles SMS. *Estudo comparativo da mensuração em cortes tomográficos lineares por métodos informatizados e manual* [tese]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2002.

18. Frederiksen NL. Diagnostic imaging in dental implantology. *Oral Surg.* 1995; 80: 540-54.
19. Freitas DQ. *Avaliação de dois métodos de traçados para implantes em radiografias panorâmicas* [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2002.
20. Hayakama Y, Eraso FE, Scarfe WC, Farman AG, Nishikawa K, Kuroyanagi K, Smith M. Technical note. Modulation transfer function analysis of a newly revised rotational panoramic machine. *Dentomaxillofac. Radiol.* 1996; 25(5): 302-6.
21. Ismail YH, Azarbal M, Kapa SF. Conventional linear tomography: protocol for assessing endosseous implant sites. *J Prosthet Dent.* 1995; 73: 153-7.
22. Iwaki Filho L. *Contribuição à interpretação radiográfica do palato duro e/ou soalho da fossa nasal em radiografias panorâmicas* [dissertação]. Bauru: USP/FOB; 1994.
23. Kaeppler G, Krcmar DA, Reuter I, Meyle J, Román GG. A clinical evaluation of some factors affecting image quality in panoramic radiography. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2000; 29: 81-4.
24. Klinge B, Petersson A, Maly P. Location of the mandibular canal: comparison of macroscopic findings, conventional radiography, and computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1989; 4(4): 327-32.
25. Kurita LM, Francischone CE, Tavano O, Chinellato LEM. Análise comparativa de radiografias panorâmicas convencionais de alterações ósseas perimplantares. *BCI.* 2001; 8(31): 202-6.

26. Lam EWN, Ruprecht A, Yang J. Comparison of two-dimensional orthoradially reformatted computed tomography and panoramic radiography for dental implant treatment planning. *J Prosthet Dent*. 1995; 74(1): 42-6.
27. Langland OE, Langlais RP. Conceitos sobre radiografias panorâmicas. In: Langland OE, Langlais RP. *Princípios do diagnóstico por imagem em odontologia*. São Paulo: Editora Santos; 2002a. cap. 9, p. 207-24.
28. Langland OE, Langlais RP. Resolvendo problemas relacionados às técnicas panorâmicas. In: Langland OE, Langlais RP. *Princípios do diagnóstico por imagem em odontologia*. São Paulo: Editora Santos; 2002b. cap. 10, p. 225-64.
29. Langland OE, Sippy FH. Anatomic structures as visualized on the orthopantomogram. *Oral Surg*. 1968; 26(4): 475-84.
30. Lindh C, Petersson A. Radiologic examination for location of the mandibular canal: a comparison between panoramic radiography and conventional tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1989; 4: 249-53.
31. Matheus RA. *Relação entre as variações de posicionamento do plano sagital mediano e a assimetria mandibular em radiografias panorâmicas* [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2001.
32. Mckee IW, Glover KE, Williamson PC, Lam EW, Heo G, Major PW. The effect of vertical and horizontal head positioning in panoramic radiography on mesiodistal tooth angulations. *Angle Orthodontist*. 2001; 71(6): 442-51.
33. Oliveira RAP, Veeck EB. Avaliação da precisão da tomografia linear e do sistema de digitalização indireta de imagens na mensuração da região anterior da mandíbula. *BCI*. 2001; 8(32): 296-301.

34. Paatero YV. Pantomography and orthopantomography. *Oral Surg.* 1961; 14(8): 947-53.
35. Patel JR, Manson-Hing LR. The horizontal plane in patient positioning for panoramic radiography. *Oral Surg.* 1986; 62(3): 350-3.
36. Pinto RHR. *Avaliação radiográfica da localização do forame mental em diferentes técnicas radiográficas como recurso complementar para planejamento em implantodontia* [dissertação]. São Paulo: USP; 1998.
37. Prado MCP, Arita ES, Panella J. Avaliação da profundidade do canal mandibular em elipsopantomografias para planejamento cirúrgico de implantes. *RPG Rev Pós Grad.* 1999; 6(2): 111-7.
38. Razmus TF, Glass BJ, McDavid WD. Comparison of image layer location among panoramic machines of the same manufacturer. *Oral Surg.* 1989; 67(1): 102-8.
39. Reijnen AL, Sanderink GCH. The variation in appearance of the hard palate and nasal floor in rotational panoramic radiography. *Oral Surg.* 1983; 63(1): 115-9.
40. Rushton VE, Horner K, Worthington HV. The quality of panoramic radiographs in a sample of general dental practices. *Br Dent J.* 1999; 186(12): 630-3.
41. Saba S, Voyer R. A multidisciplinary approach to pre-operative implant diagnostics. *J Can Dent Assoc.* 2000; 66(3): 138-9.
42. Sant'ana LFM. *Avaliação clínica dos efeitos da distorção radiográfica no posicionamento e classificação dos terceiros molares inferiores* [dissertação]. Bauru: USP; 2002.

43. Scarfe WC, Eraso FE, Farman AF. Technical report. Characteristics of the Orthopantomograph OP 100. *Dentomaxillofac. Radiol.* 1998; 27: 51-7.
44. Schiff T, D'Ambrosio J, Glass BJ, Langlais RP, McDavid WD. Common positioning and technical errors in panoramic radiography. *JADA.* 1986; 113: 422-6.
45. Sonick M, Abrahams J, Faiella RA. A comparison of the accuracy of periapical, panoramic, and computerized tomographic radiographs in locating the mandibular canal. *Int Oral Maxillofac Implants.* 1994; 9: 455-60.
46. Stella JP, Tharanon W. A precise radiographic method to determine the location of the inferior alveolar canal in the posterior edentulous mandible: implications for dental implants. Part 1: technique. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1990; 5: 15-22.
47. Stella JP, Tharanon W. A precise radiographic method to determine the location of the inferior alveolar canal in the posterior edentulous mandible: implications for dental implants. Part 2: clinical application. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1990; 5: 23-9.
48. Tyndall DA, Brooks SL, Hill C, Arbor A. Selection criteria for dental implant site imaging: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg.* 2000; 89:630-7.
49. Welander U, Tronje G, McDavid WD. Theory of rotational panoramic radiography. In: Langland OE *et al.*, editores. **Panoramic radiology.** 2. ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1989. cap. 2, p. 38-75.
50. Whaites E. Avaliação em implantodontia. In: Whaites E. *Princípios de radiologia odontológica.* 3. ed. Porto Alegre: Artmed; 2003a. cap. 22, p. 269-76.

51. Whaites E. Radiografia panorâmica. In: Whaites E. *Princípios de radiologia odontológica*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed; 2003b. cap. 15, p. 175-90.
52. Xie Q, Soikknonen K, Wolf J, Mattila K, Gong M, Ainamo A. Effect of head positioning in panoramic radiography on vertical measurements: an in vitro study. *Dentomaxillofac. Radiol.* 1996; 5(2): 61-6.

ANEXO 1 - Comitê de Ética



Fundação Universidade Estadual de Maringá

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos

Registrado na CONEP em 10/02/1998

REGISTRO Nº 102/2004

PARECER Nº 257/2004

Pesquisador(a) Responsável: Lillian Cristina Vessoni Iwaki	
Centro/Departamento: Center Imagem: Centro de Diagnóstico por imagem em Odontologia	
Título do projeto: Influência do Posicionamento do Paciente nas Mensurações Verticais Mandibulares em Tomografias e Radiografias Panorâmicas.	
Considerações: O projeto trata da avaliação da influência do posicionamento da cabeça de pacientes na radiografia panorâmica para obtenção de mensurações para o planejamento de implantes osseointegrados. O projeto ainda visa determinar o fator de ampliação real de radiografias panorâmicas e tomografias lineares obtidas no aparelho Orthoralix 9200 plus e compará-los com os fatores fornecidos pelo fabricante. Considerando que os fatos arrolados na primeira avaliação do projeto estão devidamente esclarecidos, e com base na Resolução 196/96, o Comitê Permanente de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos aprova o projeto.	
Situação: APROVADO	
CONEP: (x) para registro () para análise e parecer Data: 24/09/2004	
Relatório Final para Comitê: () Não (x) Sim Data: maio/2005	
O protocolo foi apreciado de acordo com a Resolução nº 196/96 e complementares do CNS/MS, na 89ª reunião do COPEP em 24/09/2004.	 Prof. Dr. Valter Augusto Della Rosa Presidente do COPEP

Em suas comunicações com esse Comitê cite o número de registro de seu protocolo.
 Campus Universitário – Avenida Colombo, 5790 – Fone: (44) 261-4444
 FAX: (44) 263-5116 – CEP: 87020-900 – Maringá - PR