

Daniela Brait Silva Ladeira

**DISTORÇÃO DE IMAGENS EM RADIOGRAFIAS  
PANORÂMICAS COM RELAÇÃO À DISTÂNCIA  
INTERGONÍACA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Radiologia Odontológica.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Solange Maria de Almeida

Piracicaba

2009

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**  
Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

L122d Ladeira, Daniela Brait Silva.  
Distorção de imagens em radiografias panorâmicas com relação à distância intergoniaca. / Daniela Brait Silva Ladeira. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2009.

Orientador: Solange Maria de Almeida.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Ampliação radiográfica. 2. Anatomia. 3. Mandíbula. 4. Medidas. I. Almeida, Solange Maria de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Título em Inglês: Distortion of images in panoramic radiographs in relation to the intergoniac distance

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Radiographic magnification. 2. Anatomy. 3. Mandible. 4. Measures

Área de Concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Mestre em Radiologia Odontológica

Banca Examinadora: Solange Maria de Almeida, Andréa Gonçalves, Frab Norberto Bóscolo

Data da Defesa: 19-02-2009

Programa de Pós-Graduação em Radiologia Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO, em sessão pública realizada em 19 de Fevereiro de 2009, considerou a candidata DANIELA BRAIT SILVA LADEIRA aprovada.

Handwritten signature of Sólange Maria de Almeida in black ink.

---

PROFa. DRa. SÓLANGE MARIA DE ALMEIDA

Handwritten signature of Andréa Gonçalves in blue ink.

---

PROFa. DRa. ANDRÉA GONÇALVES

Handwritten signature of Frab Norberto Boscolo in black ink.

---

PROF. DR. FRAB NORBERTO BOSCOLO

*Dedico este trabalho a meus amados pais, Samuel e Ivone Hely, pelo apoio, enorme carinho, dedicação e esforços sem limites.*

*Aos meus avós, Antonio e Ivone (in memoriam), pelo exemplo de vida e princípios passados.*

*A minha sobrinha Rebeca pela alegria que trouxe a minha vida.*

## *Agradecimentos*

*Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por ter me escolhido como “Sua filha”, pela Sua imensa misericórdia e amor, bênçãos sem limites, proteção e orientação sempre.*

*Agradeço a minha família: meus pais e minha sobrinha, pelas orações constantes e apoio infinito em todos os momentos, o que me deu forças para lutar e correr atrás dos meus sonhos e objetivos.*

*A minha amiga querida e irmã de coração Daniele, pela enorme paciência, apoio e alegria contagiante, que sempre me ajudaram a levantar nos momentos de desânimo.*

*A minha querida professora e orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Solange Maria de Almeida, que além dos ensinamentos profissionais, dedicou-me imenso carinho e compreensão, especialmente nos momentos em que mais precisei. Posso dizer que foi um anjo que Deus colocou na minha vida. Muito obrigada por tudo Prof<sup>a</sup> Solange! Minha gratidão não tem fim!*

*Ao querido Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo, pela oportunidade de estar aprendendo cada dia mais, pelo incentivo e conselhos valiosos, embasados em sua grande experiência de vida. Muito obrigada Prof. Frab!*

*Ao Prof. Dr. Francisco Haiter Neto, pelo profissional exemplar e ensinamentos transmitidos.*

*A Prof<sup>ta</sup> Dr<sup>a</sup> Gláucia Maria Bovi Ambrosano, pela paciência, dedicação e enorme boa vontade em nos ajudar. Sou grata de coração por tudo Prof<sup>ta</sup> Gláucia!*

*Ao Prof. Dr. Mário Roberto Vizioli, por estar sempre pronto a passar seus conhecimentos.*

*A toda a Faculdade de Odontologia de Piracicaba, composta por todos os funcionários. Em especial agradeço à secretária da Radiologia Roberta, e aos funcionários da Clínica de Radiologia, Giselda, Fernando e Waldeck, pela paciência e ajuda sempre! Adoro vocês!*

*A todos os meus colegas e amigos da Radiologia: todos vocês fazem parte da minha vida! Em especial, agradeço a minha grande amiga do coração Adriana Dibo, pela enorme boa vontade em ajudar sempre, e pelos gestos e palavras de força que tanto me ajudaram. Muito obrigada por tudo Dri! Também agradeço ao meu grande amigo de todas as horas, Matheus Lima de Oliveira, pelo seu bom humor e companheirismo sempre!*

*Enfim, agradeço a todos que ajudaram direta ou indiretamente, fazendo com que meu sonho se tornasse realidade!*

*“Instruir-te-ei, e ensinar-te-ei o caminho que deves seguir, guiarte-ei com os meus olhos.” (Salmo 32:8)*

## RESUMO

A realização de medidas precisas em radiografias panorâmicas é duvidosa, devido à distorção por ampliação de imagens. Por ser um método tomográfico, somente a porção do objeto localizada na camada de imagem do aparelho estará livre de distorção. O objetivo nesse trabalho foi determinar a camada de imagem do aparelho panorâmico Orthopantomograph OP 100 e avaliar a relação entre distâncias intergoníacas e medidas lineares em radiografias panorâmicas. Para a determinação da camada de imagem foi construído um *phantom* constituído por uma placa acrílica de 14cm<sup>2</sup>, com sua superfície contendo perfurações a cada 0,5cm. O *phantom* foi posicionado no local do apoio de mento do aparelho panorâmico, com sua superfície paralela ao plano horizontal. Esferas metálicas de 0,315cm foram inseridas nas perfurações, e executadas radiografias panorâmicas. Cada coluna de cada quadrante foi individualmente preenchida pelas esferas para a execução das radiografias, em três planos horizontais diferentes: alturas orbital, oclusal e mental. As imagens radiográficas obtidas foram analisadas e a camada de imagem localizada. Mostrou-se curva no plano horizontal, e mais estreita na região anterior; no plano vertical, apresentou discreta assimetria da cavidade orbitária em direção ao mento, e entre os lados direito e esquerdo. Na etapa seguinte, mandíbulas maceradas foram separadas em três grupos de dez mandíbulas cada, de acordo com as distâncias intergoníacas: G1(8,2cm), G2(9,0cm) e G3(9,6cm). As mandíbulas receberam em sua superfície, triângulos retângulos isósceles confeccionados com esferas metálicas de 0,198cm, fixados nas regiões de incisivos, caninos/pré-molares, molares, ângulo e ramo da mandíbula. As mandíbulas foram individualmente radiografadas sobre o *phantom*, nos limites da camada de imagem, primeiramente com os triângulos fixados na superfície externa, e em uma segunda etapa, na superfície interna. As imagens radiográficas dos triângulos foram medidas, e obtiveram-se duas medidas para cada triângulo, uma vertical e outra horizontal, e calculadas as medianas entre as medidas internas e externas. Após análise estatística utilizando-se o teste de

Tukey( $\alpha=0,05$ ), observou-se que não houve diferenças estatisticamente significativas nas medidas verticais e horizontais entre os grupos G1, G2 e G3. Concluiu-se não haver relação entre a distância intergoníaca e medidas lineares horizontais e verticais. Porém, as medidas variaram entre as diferentes regiões de um mesmo grupo. Essa variação foi maior para as medidas horizontais em relação às verticais.

Palavras-chave: Ampliação radiográfica; Anatomia; Mandíbula; Medidas.

## ABSTRACT

Precise measures in panoramic radiographs are questionable due to the image distortion. As a tomographic method, only the structures located on the image layer is free of distortion. The aim in this work was to determine the image layer of the panoramic Orthopantomograph OP 100 unit and to evaluate the relationship between intergoniac distances and linear measures in panoramic radiographies. To determine the image layer it was idealized a *phantom* produced by a 14cm<sup>2</sup> acrylic plate with holes every 0,5cm. The *phantom* was placed on the panoramic device mental support, with the surface parallel to the horizontal plan. 0,315cm metal spheres were inserted in the holes and then, panoramic radiographies were taken. A column of each quadrant was filled by the spheres to radiographic exposure in three horizontal plains: orbital, occlusal and symphysis levels. The radiographic images were examined and the image layer was located. It showed curve in the horizontal plane with narrowing in the anterior region; in the vertical plan, it showed slight asymmetry of the orbital cavity toward the symphysis, and between the right and left sides. After that, dry mandibles were separated in three different groups with ten mandibles per group according the intergoniac distances: G1(8,2cm), G2(9,0cm) e G3(9,6cm). Isosceles rectangular triangles confectioned with 0,198cm metal spheres were set in the regions of incisors, canines/ bicuspid, molars, angle and mandibular ramus. Each mandible was radiographed separately on the *phantom* in the image layer limits. At first the triangles were set on the external surface and, in a second step, they were set on the internal surface. After all the radiographic images taken, the triangles were measured resulting in two measures for each triangle, one vertical and another one horizontal. The median values between the internal and external measures were calculated and the data were submitted to Tukey Test ( $\alpha=0,05$ ). There were no statistically significant differences in vertical and horizontal measures among the groups G1, G2 and G3. Thus, it was possible to conclude that there is not relationship between the intergoniac distance and horizontal and vertical linear measures. However, the

measures ranged between the different regions of one same group and this variation was greater for horizontal measures in relation to vertical.

Key-words: Radiographic magnification; Anatomy; Mandible; Measures.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
3. PROPOSIÇÃO	12
4. MATERIAL E MÉTODOS	13
5. RESULTADOS	23
6. DISCUSSÃO	33
7. CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44
ANEXO	49

## 1 - INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos novos métodos de diagnóstico por imagem foram introduzidos na área Odontológica, como a radiografia digital e a tomografia “cone beam”. Porém, a radiografia panorâmica convencional continua sendo imensamente considerada pela maioria dos profissionais, por ser uma técnica radiográfica de fácil execução e baixo custo, que proporciona em um único filme uma ampla imagem do complexo dento-maxilo-facial, adequada ao uso clínico (Kaeppler *et al.*, 2000). Uma outra vantagem é que o paciente é submetido a uma dose de radiação relativamente baixa, sendo equivalente a três ou quatro radiografias periapicais (Whaites, 2003).

Apesar das inúmeras vantagens, a radiografia panorâmica também apresenta limitações (Laster *et al.*, 2005), por ser uma técnica muito propensa a erros (Liang & Frederiksen, 2004). Dentre os erros podemos citar a distorção multidirecional (Almeida *et al.*, 1995), a grande sensibilidade aos erros de posicionamento do paciente (Farman *et al.*, 1983, Carvalho, 2000, Schulze *et al.*, 2000b, Sameshima & Asgarifar, 2001) e a produção de imagens fantasmas (Tuji *et al.*, 2001).

A radiografia panorâmica é obtida pela rotação sincronizada de uma fonte de raios-X e um receptor de imagens ao redor de um paciente estático. Devido à distância entre a fonte de radiação e objeto, e entre objeto e filme ocorre uma ampliação inerente das imagens (Lund & Manson-Hing, 1975b). Porém, por ser um método tomográfico (Brown *et al.*, 1972), somente a região anatômica localizada dentro da camada de imagem do aparelho aparecerá nítida na radiografia final (Almeida *et al.*, 1995), pois no interior dessa camada focal as ampliações verticais e horizontais serão uniformes (Carvalho, 2000). Já as estruturas localizadas aquém ou além dessa camada sofrerão um componente de borramento proposital, e aparecerão borradas e distorcidas na imagem (Glass *et al.*, 1985; Fowler, 1991), com mudanças de tamanho ou forma (Liang & Frederiksen, 2004).

A camada de imagem consiste em uma zona tridimensional e curva, apresentando conformidade com a geometria da arcada dentária (Scarfe *et al.*, 1998). É composta por três porções: central, interna e externa. Na porção central, as ampliações verticais e horizontais são iguais (Carvalho, 2000), enquanto que nas porções interna e externa, existe uma distorção, especialmente devido à ampliação horizontal (Hayakawa *et al.*, 1993). Por esses fatores, a formação da imagem é diretamente afetada pelo posicionamento das estruturas anatômicas de interesse do paciente dentro da camada de imagem (Laster, 2005). Assim, para obtenção de imagens com o mínimo de distorção e alta qualidade para diagnóstico, há a necessidade de se saber a localização exata dessa camada.

Em algumas especialidades odontológicas faz-se necessário, além de uma boa visualização das estruturas anatômicas, a realização de medidas precisas. Porém, a radiografia panorâmica apresenta muitas limitações, sendo uma das maiores a dificuldade em se saber se as estruturas presentes na imagem radiográfica correspondem às suas dimensões reais. Por esse motivo, há divergência de opiniões entre os autores com relação à realização de medidas nas imagens obtidas pelo método radiográfico panorâmico, mas grande parte dos pesquisadores desaconselha o seu uso para a execução de medidas absolutas, devido ao fato de induzir a erros consideráveis (Catić *et al.*, 1998, Laster *et al.*, 2005, Nohadani & Ruf, 2008).

As variações anatômicas de cada paciente, segundo seus padrões faciais, poderão definir maior ou menor grau de distorção das imagens devido à posição dos maxilares em relação à da camada de imagem, pois para a obtenção de uma imagem com o mínimo de distorção, é necessário que o paciente seja posicionado com as estruturas de interesse coincidindo com essa camada do aparelho (Razmus *et al.*, 1989, Carvalho, 2000, Sameshima & Asgarifar, 2001).

Definir o tipo de distorção que cada equipamento proporciona, de acordo com a posição das estruturas anatômicas de cada paciente, que poderá estar aquém ou além da camada de imagem, nos ajuda a prever os resultados da imagem radiográfica final. Assim, compreender a relação existente entre a camada

de imagem e o posicionamento anatômico mandibular dentro da camada de imagem é de suma importância para interpretar o resultado radiográfico obtido com suas possíveis distorções.

## 2 - REVISÃO DA LITERATURA

Em 1972, Brown *et al.* estudaram as dimensões da camada de imagem do aparelho Panorex por meio da observação da nitidez da imagem das radiografias obtidas. Encontraram para o plano horizontal, uma camada de imagem em forma de ferradura, com valores entre 1,4cm a 2,4cm, da região anterior para a posterior respectivamente. Em relação ao plano vertical, pouca diferença de configuração foi observada.

Lund & Manson-Hing (1975a) encontraram diferentes configurações da camada de imagem quando estudaram três diferentes aparelhos panorâmicos (Panorex, GE-3000 e Orthopantomograph). Observaram que o Panorex foi o aparelho que apresentou a camada de imagem mais larga na região anterior. Já na região posterior não abrangeu as regiões de ramo e processo condilar da mandíbula. O GE-3000 apresentou a camada de imagem mais larga na região posterior. Em outro trabalho, os mesmos autores (Lund & Manson-Hing, 1975b) observaram entre os mesmos aparelhos pequenas diferenças de magnificações verticais e horizontais, porém com grande discrepância entre as mesmas ampliações em cada aparelho.

Em 1982, Hassen & Manson-Hing analisaram as camadas de imagem de três aparelhos com diferentes centros de rotação (Orthopantomograph 5, Autopan e Panorex). Para as camadas de imagem dos aparelhos Orthopantomograph-5 e Autopan encontraram larguras de 0,65cm a 2cm e 0,4cm a 1,9cm respectivamente, sendo a menor largura para a região anterior. Já o Panorex apresentou uma maior largura na região anterior. Concluíram que a média das larguras das camadas de imagem dos três aparelhos foram similares, mas quando consideraram a largura das regiões anterior e posterior, estas foram diferentes uma das outras. Entre os lados direito e esquerdo, discretas diferenças foram encontradas. Os autores também citaram que a porção central da camada de

imagem é determinada por uma série de pontos, localizados entre o centro de rotação do feixe de raios-X e o filme, onde as estruturas são projetadas no plano do filme com a mesma velocidade que o filme se move.

Avaliando as restrições quanto ao uso de radiografias panorâmicas, em 1983, Farman *et al.*, observaram que a distorção da imagem devido à variação da posição da cabeça do paciente durante a execução de radiografias subseqüentes, torna impossível a comparação de medidas entre essas radiografias, pois a imagem final é fortemente influenciada pelo posicionamento do paciente durante a radiografia.

Samawi & Burke (1984) avaliaram a projeção de estruturas no filme radiográfico na técnica panorâmica, e concluíram que a distorção é maior na parte superior do filme quando comparada com a inferior.

Em 1985, Glass *et al.* analisaram a camada de imagem de diversos aparelhos panorâmicos, de fabricantes diferentes. Concluíram que a posição ideal do paciente no ato da execução da radiografia é aquela em que os maxilares permanecem dentro dos limites da camada de imagem, o que não é fácil de executar. Dentro desses limites, as magnificações verticais e horizontais são semelhantes. Já nas outras regiões, a velocidade de projeção é diferente da velocidade do filme, gerando diferenças entre as ampliações verticais e horizontais.

Estudando a camada de imagem de quatro aparelhos panorâmicos distintos quanto ao tamanho, posição e localização de sua porção central, Paiboon & Manson-Hing (1985) encontraram, por meio da observação do grau de nitidez das imagens, discreta diferença de posição entre elas. Observaram ainda pouca assimetria entre os lados direito e esquerdo, com estreitamento na região anterior em relação à posterior.

Em 1987, Wilding *et al.* compararam medidas feitas em mandíbulas maceradas com medidas obtidas por meio de imagens panorâmicas. Concluíram que o uso de radiografias panorâmicas para medições é limitado devido à distorção por ampliação, e que não pode ser usada para comparações entre os lados direito e esquerdo, não sendo útil para a avaliação da simetria facial da região posterior de mandíbula.

Rasmus *et al.* (1989), comparando a localização da camada de imagem entre aparelhos panorâmicos de um mesmo fabricante, concluíram que há uma inconsistência quanto à localização dessa camada de imagem na dependência da calibração do aparelho. A deficiência na calibração leva a uma falha na sincronização entre a velocidade do filme e do feixe de radiação, alterando a camada de imagem. Os autores também observaram que para uma alta qualidade de imagem com o mínimo de distorção, é necessário que o paciente seja posicionado com as estruturas de interesse coincidindo com a camada de imagem do aparelho.

Em 1991, Fowler demonstrou por meio de um caso clínico, uma das limitações das radiografias panorâmicas. O autor concluiu que o posicionamento do paciente é crítico na execução dessa técnica radiográfica, especialmente em pacientes com variações de oclusão na região anterior, visto que as estruturas anatômicas de interesse devem estar localizadas na camada de imagem do aparelho. As estruturas que se encontrarem fora dessa camada podem não ser visualizadas pelo fato de estarem borradas e distorcidas.

Em 1993, analisando a distorção de objetos esféricos em imagens panorâmicas, Hayakawa *et al.* observaram que as maiores distorções ocorreram na linha média. Os autores concluíram que a magnificação horizontal é muito

complexa para cada região anatômica, e somente da porção central da camada de imagem as ampliações horizontais e verticais são iguais.

Em 1993, Shiojima *et al.*, estudando a camada de imagem do aparelho OrthOralix, observaram que a formação da imagem ocorre na dimensão horizontal. Devido a esse fator, as medidas horizontais são mais propensas a distorções. Na dimensão vertical, a imagem tem a mesma resolução para toda a profundidade do objeto, sendo essa a medida mais confiável em uma radiografia panorâmica. Os autores encontraram uma camada de imagem mais ampla quando somente as medidas verticais foram consideradas, com ampliação variada para cada região.

Almeida *et al.* (1995) estudaram a distorção de imagens em radiografias panorâmicas, e observaram que a imagem real é sempre menor que a imagem radiográfica. Encontraram uma maior distorção para as medidas verticais na região de pré-molares; e para as medidas horizontais na região posterior em relação à anterior. Os autores concluíram que a distorção de imagens é de natureza multidirecional e varia de região para região.

Avaliando medidas verticais, horizontais e oblíquas em radiografias panorâmicas, Catić *et al.* (1998) observaram que as aferições podem ser realizadas desde que restritas aos lados direito ou esquerdo da mandíbula separadamente, pois quando ultrapassaram a linha média, as dimensões ficaram maiores que o índice de magnificação proposto pelo fabricante. Os autores encontraram para as medidas verticais, uma maior ampliação na região de pré-molares e menores ampliações verticais para a região próxima ao processo condilar da mandíbula, em comparação com as demais regiões. Para medidas horizontais realizadas no corpo, ângulo e ramo da mandíbula encontraram uma magnificação na região de corpo decrescente em direção a região de ramo. Os autores concluíram que as medidas verticais são mais confiáveis que medidas

horizontais, desde que o paciente esteja posicionado corretamente. Essa diferença de confiabilidade, segundo os autores, ocorre devido à mudança do ângulo do feixe central de radiação.

Em 1998, Scarfe *et al.*, encontraram para a camada de imagem do aparelho panorâmico Orthopantomograph OP 100, a largura de 1,7cm para região anterior e 4,4cm para a região posterior. O fator de magnificação vertical dentro da camada de imagem variou entre 1,24 e 1,37; a magnificação horizontal entre 1,01 e 1,63. Os autores concluíram que o OP 100 possui uma camada de imagem em conformidade com a geometria da arcada dentária, e suficientemente ampla para acomodar os maxilares, sendo mais estreita para maxila e mais larga para mandíbula.

Carvalho (2000), medindo a área e o perímetro da imagem bilateral do ramo da mandíbula em radiografias panorâmicas, evidenciou que houve simetria entre os dois lados dessas imagens, apesar das distorções por ampliação inerentes a esse método radiográfico. O autor observou que a ampliação para as dimensões vertical e horizontal foram uniformes para aquelas estruturas situadas na camada de imagem, embora o grau de distorção tenha variado para cada região.

Em 2000, Kaepler *et al.* analisaram a imagem em radiografias panorâmicas de sete estruturas anatômicas. As radiografias foram feitas nos aparelhos Scanora e Orthophos Plus. Os autores concluíram que os dois aparelhos são adequados para o uso clínico, permitindo boa visualização das estruturas anatômicas consideradas.

Avaliando a precisão e a exatidão de medidas em radiografias panorâmicas digitais realizadas no aparelho Orthophos DS, Schulze *et al.* (2000a) comentaram que na execução dessa técnica radiográfica, a posição do objeto na região central

da camada de imagem é decisiva para a formação da imagem, visto que a formação de imagem no sistema digital é o mesmo do sistema convencional. Objetos posicionados entre a camada de imagem e o centro de rotação sofrem magnificação, enquanto que os localizados entre essa mesma camada e o filme são minimizados.

Schulze *et al.* (2000b) avaliaram a relação entre a posição da cabeça durante a execução da técnica radiográfica panorâmica e imagem produzida, e concluíram que a inclinação vertical da cabeça altera o fator de magnificação horizontal na região de pré-molares, e quando a rotação da cabeça é realizada no plano horizontal há influências em todas as regiões anatômicas da mandíbula.

Em 2001, Sameshima & Asgarifar avaliaram a confiabilidade de medidas executadas em radiografias panorâmicas, comparando-as com radiografias periapicais. Os autores observaram em seus estudos que a própria anatomia da mandíbula pode levar a um posicionamento das estruturas anatômicas de interesse para fora da região central da camada de imagem. Concluíram que a região que mais sofre distorção é a de incisivos inferiores. Seus resultados mostraram para as medidas verticais uma ampliação crescente da região anterior para posterior.

Em 2003, Whaites citou que a dose de radiação para o paciente em uma radiografia panorâmica é relativamente baixa, sendo equivalente a três ou quatro radiografias periapicais.

Liang & Frederiksen (2004) observaram que o tamanho e a forma das estruturas maxilo-mandibulares na imagem panorâmica é altamente dependente da localização das mesmas no centro da camada de imagem do aparelho. Concluíram que desvios na localização dessas estruturas em relação ao centro da

camada de imagem podem resultar em mudanças de tamanho ou forma na imagem obtida.

Em 2005, Güler *et al.* avaliaram medidas verticais em radiografias panorâmicas de pacientes edêntulos, com relação a pontos anatômicos. Os autores concluíram que as medidas verticais podem ser executadas, mas descartaram o uso de medidas horizontais, devido à distorção e a variação dos fatores de magnificação.

Laster *et al.* (2005) afirmaram em seus estudos, que radiografias panorâmicas devem ser usadas com cautela quando houver a necessidade da realização de medidas absolutas e comparações relativas. Os autores executaram radiografias de um crânio macerado simulando erros de posicionamento, e observaram que as maiores discrepâncias foram encontradas em medidas horizontais. Os autores não consideraram a radiografia panorâmica confiável para a avaliação da simetria facial da região posterior de mandíbula.

Comparando medidas verticais e horizontais da maxila e mandíbula, feitas em radiografias panorâmicas e periapicais, em 2006, Volchansky *et al.* afirmaram ser possível realizar medidas na região posterior em radiografias panorâmicas, desde que o paciente seja posicionado corretamente para a execução da técnica radiográfica, e que os fatores de magnificação sejam considerados.

Em 2007, Kaepler *et al.* estudaram a influência do centro de rotação na produção de imagens em aparelhos panorâmicos, quanto a largura, configuração e localização da camada de imagem, comparando os aparelhos Scanora e Orthophos. Os autores observaram que o Scanora apresentou uma maior extensão da curva do centro de rotação, e uma camada de imagem mais larga em relação ao Orthophos. Concluíram que a camada de imagem está diretamente ligada ao centro de rotação do aparelho e a geometria do feixe de radiação.

Kositbowornchai *et al.* (2007) realizaram medidas lineares entre diferentes estruturas anatômicas em radiografias panorâmicas comparando-as com as medidas reais, e encontraram diferenças estatisticamente significantes nos resultados obtidos, com uma maior ampliação no sentido horizontal, nas regiões de ângulo e ramo da mandíbula.

Analisando parâmetros faciais e a altura do osso alveolar em radiografias panorâmicas, e as comparando com medidas feitas em radiografias cefalométricas laterais, Nohadani & Ruf (2008) concluíram que as radiografias panorâmicas não são recomendadas para análise individual. As maiores distorções foram localizadas na borda do filme, ou seja, nas áreas de ramo e processo condilar da mandíbula.

### **3 - PROPOSIÇÃO**

Visando estudar a relação entre as características da camada de imagem e a formação da imagem radiográfica de mandíbulas com padrões anatômicos variados, o objetivo com esta pesquisa foi:

- Determinar a camada de imagem do aparelho panorâmico Orthopantomograph OP 100
- Avaliar a relação entre distâncias intergoniacas e medidas lineares verticais e horizontais em radiografias panorâmicas.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1-Aparelho panorâmico**

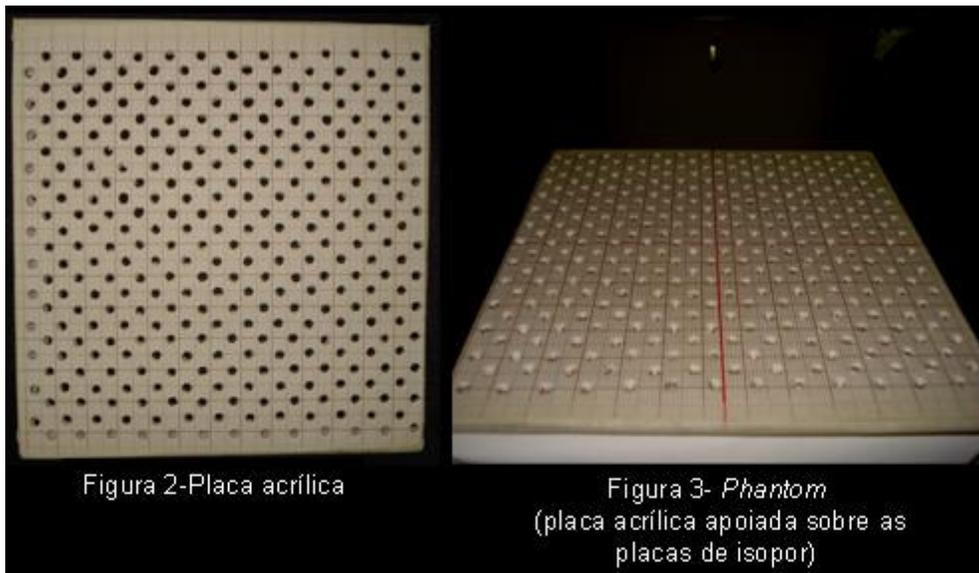
O aparelho panorâmico eleito para essa pesquisa, conforme representado na Figura 1, foi o Orthopantomograph OP 100 (Instrumentarium Imaging, Tuusula, Finland). Este aparelho apresenta um gerador com potencial constante, área focal de 0,5x0,5mm, filtração total de 3,2mm de alumínio, tempo de exposição que varia de 2,7 a 17,6 segundos, cassete para filme plano, além de compensação da coluna cervical. Segundo o fabricante do equipamento, a ampliação é constante em 1,3 para as radiografias panorâmicas. Para a execução das imagens panorâmicas foram utilizados os seguintes fatores de exposição: 57 kVp, 3,2mA e 17,6s. Os filmes utilizados para a obtenção das imagens foram da marca Kodak T-Mat G (Eastman Kodak, São José dos Campos, Brasil), combinados com placas intensificadoras Lanex® (Eastman Kodak Company, New York, USA), e processados automaticamente na processadora Macrotec MX-2 (Macrotec, Cotia, Brasil).

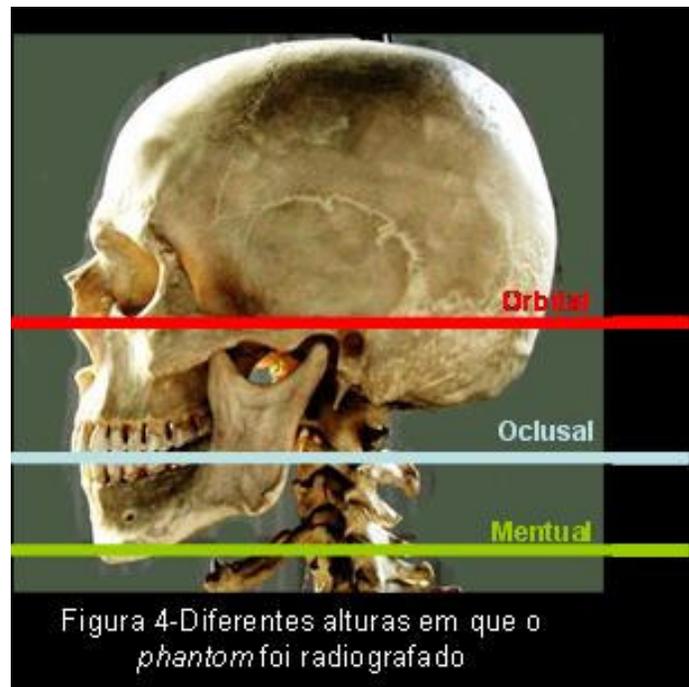


Figura 1- Orthopantomograph OP 100 (Instrumentarium Imaging, Tuusula, Finland).

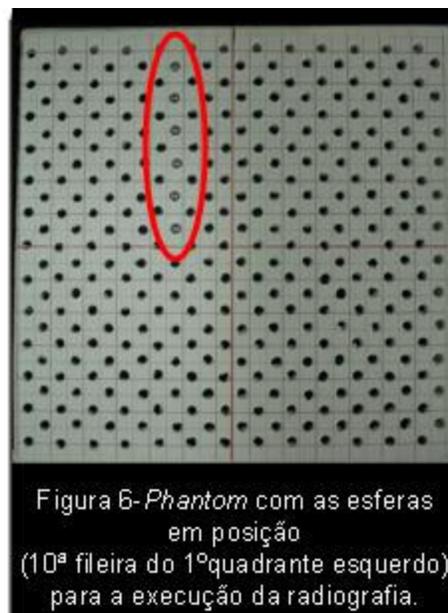
## 4.2-Determinação da camada de imagem

Para a determinação da camada de imagem do aparelho Orthopantomograph OP 100 foi confeccionado um *phantom* constituído de uma placa de acrílico de 14cm<sup>2</sup> e 0,3cm de espessura, com perfurações a cada 0,5cm (Figura 2). A placa foi dividida em quatro quadrantes iguais e apoiada sobre placas de isopor de 1cm de altura cada, cortadas com as mesmas dimensões da placa acrílica (Figura 3). O número de placas de isopor variou durante as exposições radiográficas, na dependência da altura desejada, conforme Figura 4, sendo: 4 placas para a altura mental ; 7 para a oclusal e 11 para a altura orbital.





Para obtenção de imagens com o objetivo de determinar a camada de imagem do equipamento no plano oclusal, o *phantom* foi instalado no aparelho panorâmico no local onde se encontra o apoio de mento com a aleta de mordida para o posicionamento do paciente, que foi previamente retirado, conforme mostra a Figura 5. O *phantom* foi fixado paralelo ao plano horizontal e esferas metálicas de 0,315cm de diâmetro foram inseridas em suas perfurações. Apenas uma coluna de cada quadrante foi preenchida em cada exposição radiográfica (Figura 6). Todas as colunas, em todos os quadrantes, foram radiografadas separadamente. O mesmo procedimento foi repetido para obtenção das imagens nos planos orbital (Figura 7) e mental (Figura 8).





As imagens obtidas, conforme demonstradas nas Figuras 9 e 10, foram avaliadas pelo próprio pesquisador usando um paquímetro digital, com auxílio de um negatoscópio, em ambiente com ausência de luz.



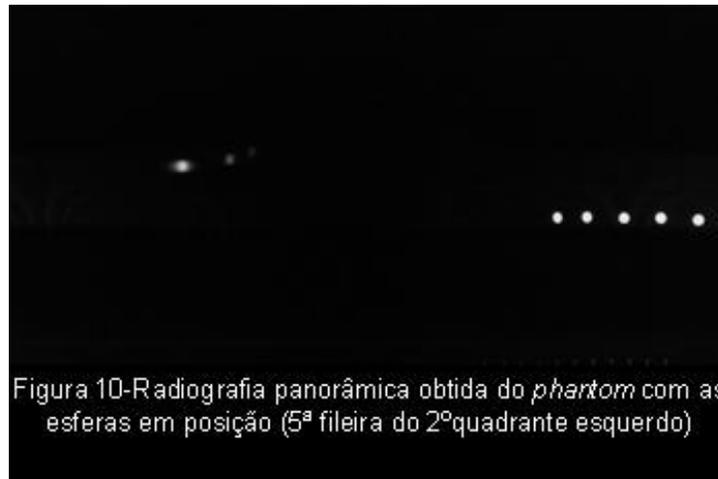


Figura 10-Radiografia panorâmica obtida do *phantom* com as esferas em posição (5ª fileira do 2ºquadrante esquerdo)

As imagens das esferas foram medidas nos eixos horizontal e vertical, sendo realizadas três aferições com intervalo de uma semana entre as leituras. As medidas foram tabuladas no programa Microsoft Office Excel 2003 (Microsoft Corporation, USA), onde foram obtidas as médias das três leituras.

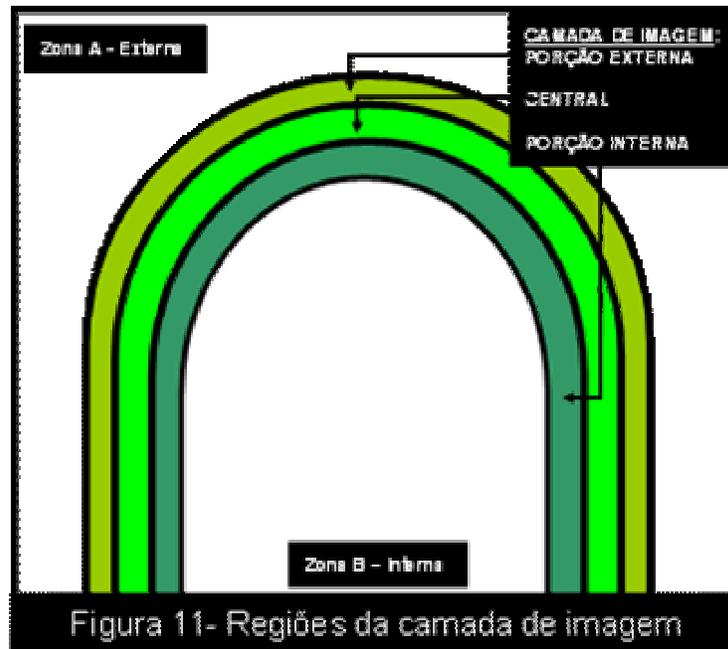
A análise das medidas das esferas nos eixos horizontal e vertical foi realizada separadamente.

Considerando-se que na porção central da camada de imagem os fatores de magnificação verticais e horizontais são iguais (Glass *et al.* 1985), foram definidas como localizadas no centro da camada de imagem as esferas com 0,39cm, 0,40cm e 0,41cm.

Para definição das outras regiões da camada de imagem, utilizou-se como base a pesquisa de Scarfe *et al.* (1998), que relata as características do aparelho panorâmico Orthopantomograph OP 100. Os autores encontraram um fator de magnificação vertical na camada de imagem variando de 1,24 a 1,37; e um fator de magnificação horizontal de 1,01 a 1,63.

Após a análise dos números obtidos, para as medidas do eixo horizontal, foram consideradas como porção externa da camada de imagem as esferas com medidas compreendidas entre 0,31cm-0,38cm e interna entre 0,42cm-0,51cm. As medidas aquém (0,11cm-0,30cm) ou além (0,52cm-0,90cm) foram consideradas

como Zona A - região externa a camada de imagem e Zona B - região interna a camada de imagem respectivamente, como indicado na Figura 11.



Para as medidas do eixo vertical das esferas os números encontrados mostraram uma ampliação mais constante, com uma camada de imagem mais ampla, com as esferas em todas as porções da camada de imagem (externa, central e interna) apresentando valores entre 0,39cm e 0,41cm. Assim, a camada de imagem foi determinada pelas medidas do eixo horizontal das esferas sobrepostas às medidas do eixo vertical. Para Zona A, os valores variaram de 0,30cm-0,38cm e para a Zona B os valores mantiveram-se constantes (0,41cm), semelhantes aos da camada de imagem.

### 4.3-Medidas mandibulares

Após a determinação da camada de imagem do aparelho panorâmico, seguiu-se a realização das radiografias panorâmicas das mandíbulas.

Para a avaliação das medidas mandibulares de acordo com a distância intergoniaca foram formados três grupos mandibulares (Figura 12), com diferentes médias de distâncias intergoniacas, sendo dez mandíbulas para cada grupo: G1(8,2cm), G2(9,0cm) e G3(9,6cm).



Figura 12- Grupos mandibulares com diferentes distâncias intergoniacas

Foram confeccionados triângulos retângulos isósceles com esferas metálicas de 0,198cm de diâmetro, sendo usadas três esferas para cada triângulo, ficando uma esfera em cada um dos ângulos. Os triângulos retângulos foram construídos com dois lados iguais de 1cm cada (Figura 13). Assim, por meio da imagem radiográfica dos triângulos, pôde-se obter as medidas mandibulares, tanto horizontais quanto verticais.

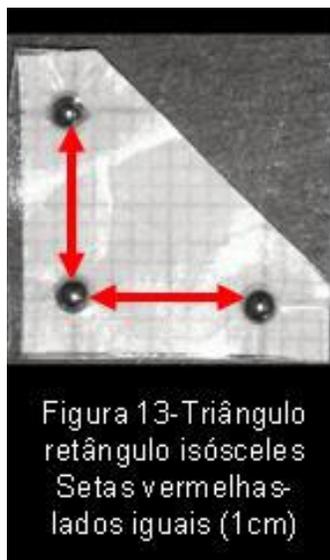


Figura 13-Triângulo retângulo isósceles  
Setas vermelhas-  
lados iguais (1cm)

Em cada mandíbula foram fixados cinco triângulos na cortical externa do lado esquerdo, sendo um triângulo para cada região: de incisivos, caninos/pré-molares, molares, ângulo e ramo da mandíbula.

Nas regiões de incisivos, caninos/pré-molares e molares, os triângulos foram fixados a uma distância de 0,5cm da base da mandíbula, sendo que na região de incisivos, o triângulo foi posicionado com a linha média da mandíbula dividindo-o ao meio. Para a região de ângulo da mandíbula a fixação do triângulo foi feita na região eqüidistante da base e porção posterior do ramo da mandíbula. Para a região do ramo, foi fixado a 0,5cm abaixo da incisura da mandíbula.

As imagens radiográficas foram executadas com as mandíbulas apoiadas sobre o *phantom*, previamente colocado no local do apoio para o mento do paciente. As mandíbulas foram posicionadas com o plano sagital mediano perpendicular ao plano horizontal, e o plano oclusal paralelo ao mesmo.

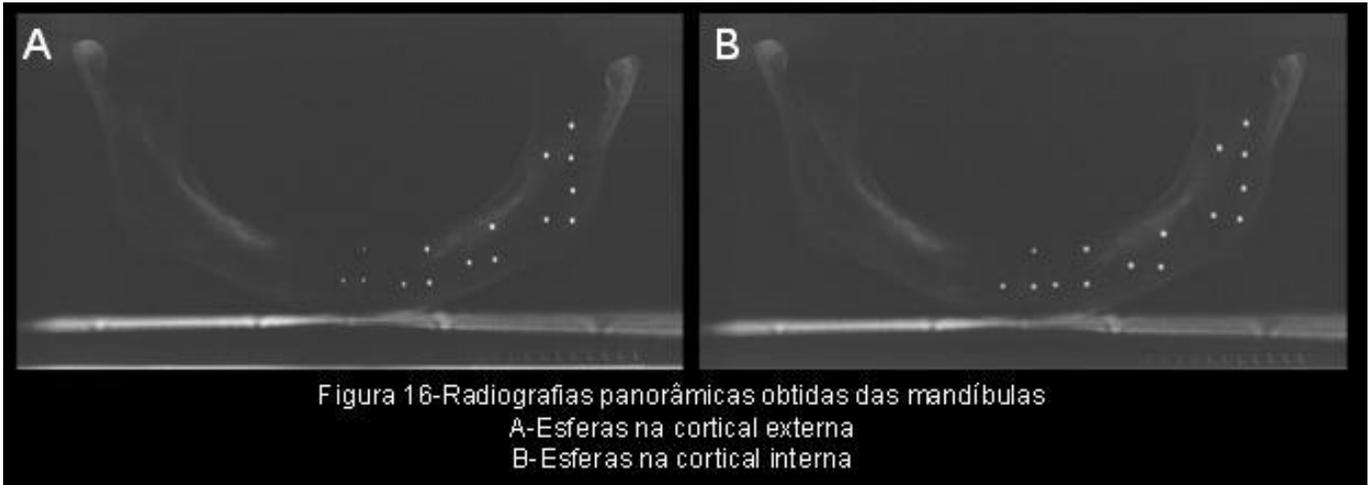
Cada mandíbula foi radiografada primeiramente com os triângulos fixados na cortical externa (Figura 14) e em segundo tempo, com os triângulos na cortical interna (Figura 15) sendo, portanto, obtidas duas radiografias panorâmicas de cada mandíbula, conforme mostra a Figura 16.



Figura 14-Mandíbula posicionada sobre o *phantom* com os triângulos na cortical externa



Figura 15-Mandíbula posicionada sobre o *phantom* com os triângulos na cortical interna



As imagens radiográficas foram analisadas, e os lados dos triângulos foram medidos individualmente com paquímetro digital, obtendo-se as medidas verticais e horizontais dos triângulos retângulos. As aferições lineares foram repetidas três vezes pelo mesmo avaliador, com intervalo de uma semana entre leituras. Os valores foram computados no programa Microsoft Office Excel 2003, onde foram calculadas as medianas entre as medidas interna e externa.

Após análise exploratória dos dados pelo procedimento PROC LAB do programa estatístico SAS, os mesmos foram submetidos à análise de variância em esquema de parcela sub subdividida, sendo a parcela representada pelos grupos, a subparcela pela região e a sub subparcela pela triângulos e teste de Tukey( $\alpha=0,05$ ).

## 5 - RESULTADOS

### 5.1-Determinação da camada de imagem

Na avaliação das medidas das esferas nas imagens radiográficas realizadas nos eixos horizontal e vertical, comparando as diferentes porções da camada de imagem, foi observada uma grande variação das medidas horizontais em relação às verticais, como é mostrado na Figura 17.

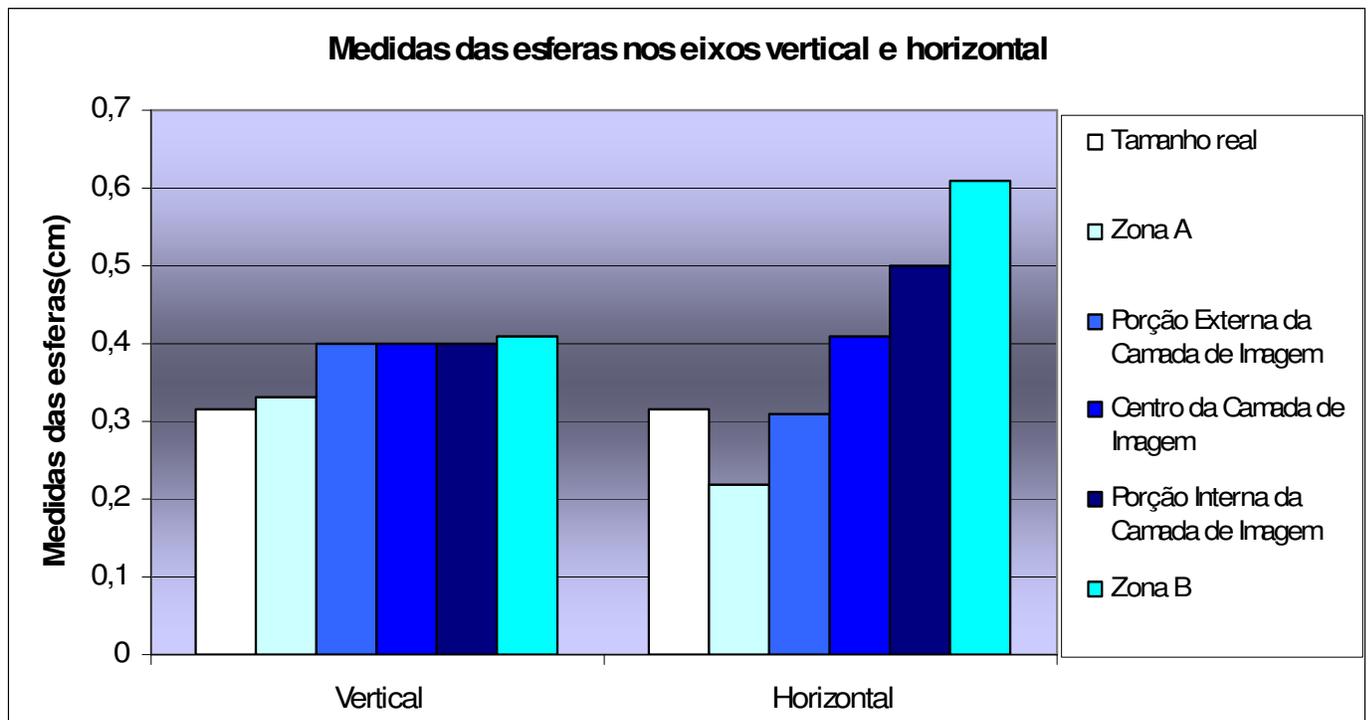


Figura 17 - Medidas das esferas nas diferentes regiões da camada de imagem

Em relação ao plano horizontal, a camada de imagem com suas porções central, interna e externa mostrou-se curva, semelhante ao formato dos maxilares e larga o suficiente para englobá-los (Figura 18). Apresentou-se mais estreita na região anterior, aumentando sua largura em direção as regiões dos molares e

retromolar. Nas regiões de ângulo e ramo da mandíbula voltou a ser mais estreita. A largura da camada de imagem em cada região é mostrada na Figura 19.

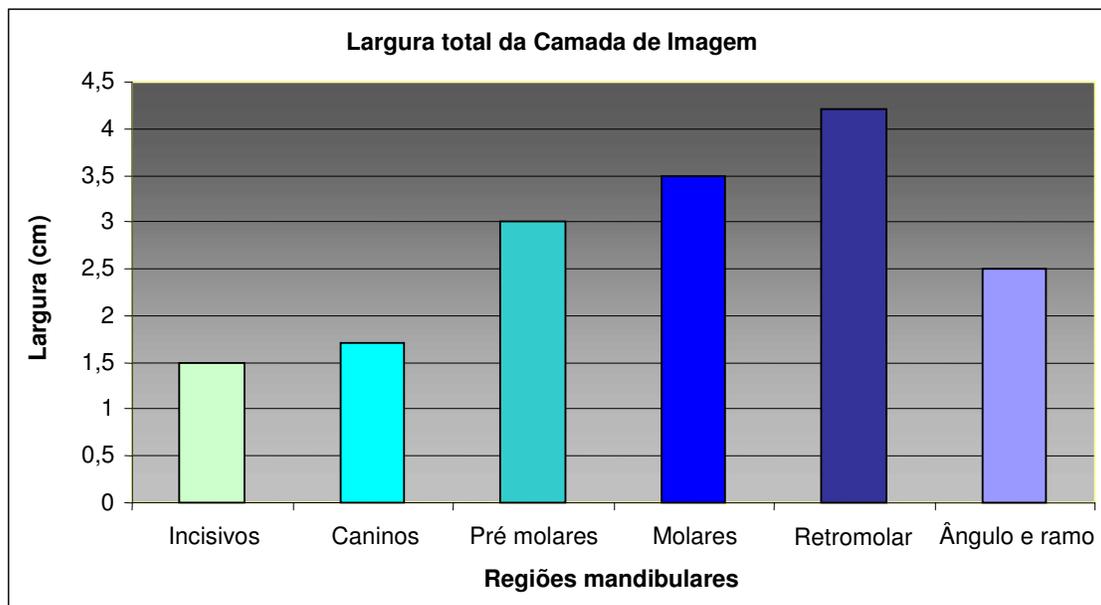
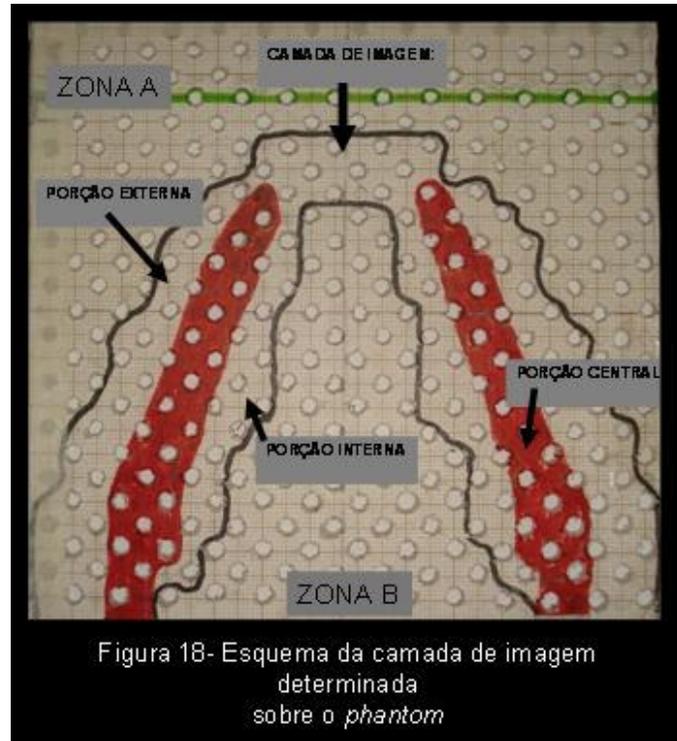


Figura 19 – Largura da camada de imagem nas diferentes regiões mandibulares

A porção central da camada de imagem teve início a partir da região de caninos, aumentando sua largura em direção a região retromolar e voltando a se estreitar nas regiões de ângulo e ramo da mandíbula. A largura da porção central da camada de imagem é mostrada na Figura 20.

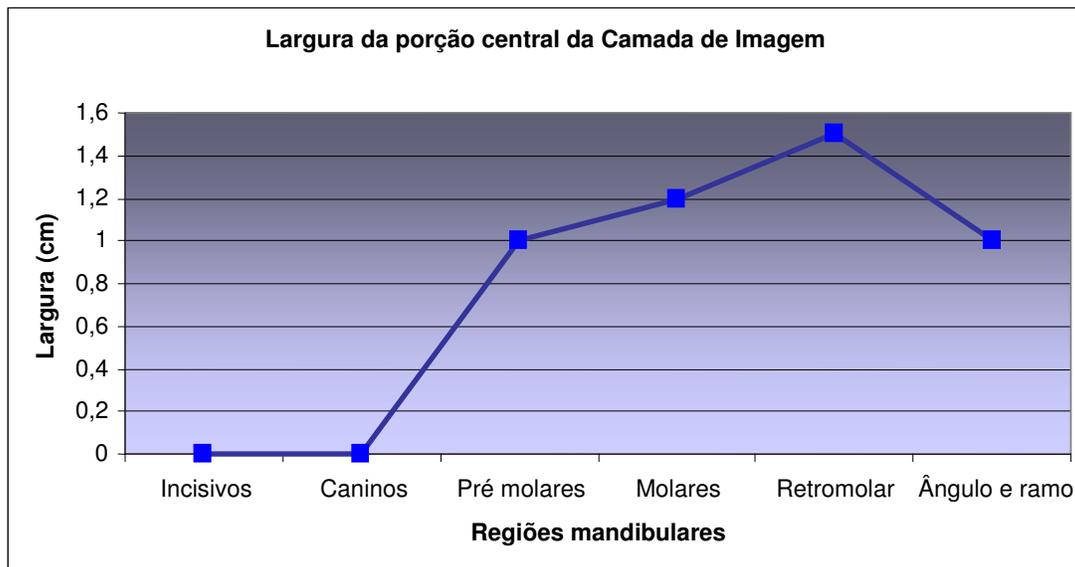


Figura 20 – Largura da porção central camada de imagem nas diferentes regiões mandibulares

Em relação ao plano vertical, observou-se que a ampliação na medida da imagem das esferas foi mais constante quando consideradas as medidas no eixo vertical (Figura 21).

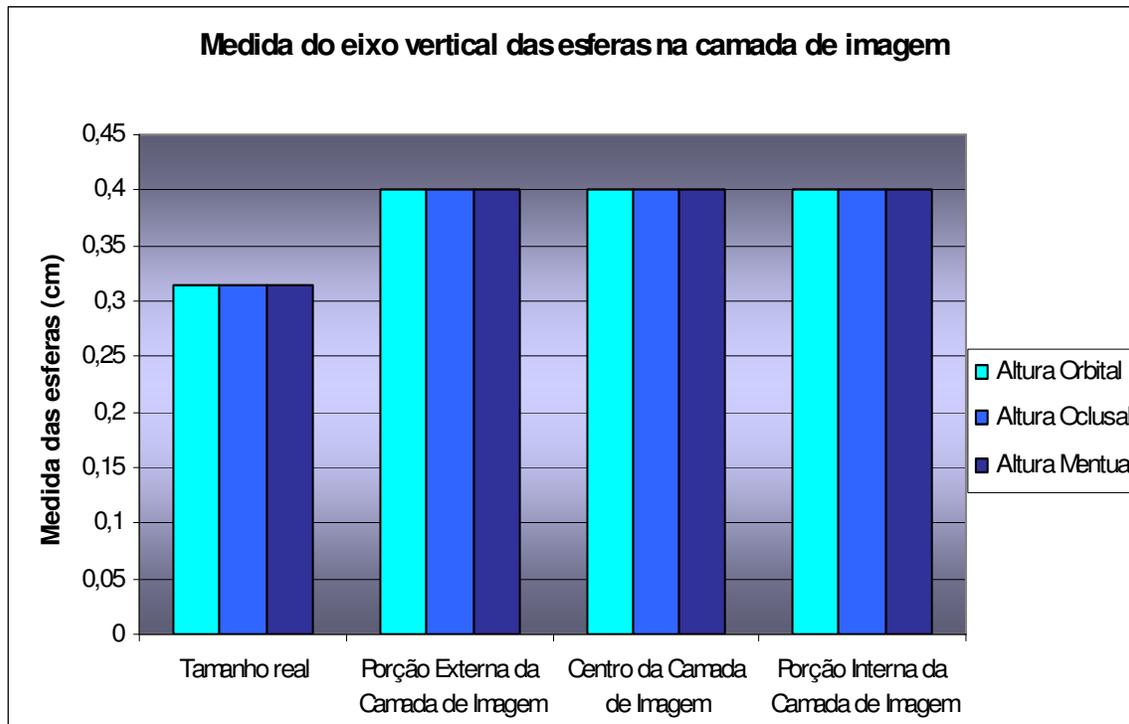


Figura 21-Medida do eixo vertical das esferas na camada de imagem nas diferentes alturas

A ampliação das medidas nas imagens das esferas no eixo horizontal foi constante apenas no centro da camada de imagem. Na porção externa, na altura mental, ocorreu uma alteração no tamanho da imagem das esferas nas regiões de incisivos e pré-molares; na porção interna essa alteração ocorreu nas alturas oclusal e mental, na região de incisivos e no final da região retromolar (Figura 22).

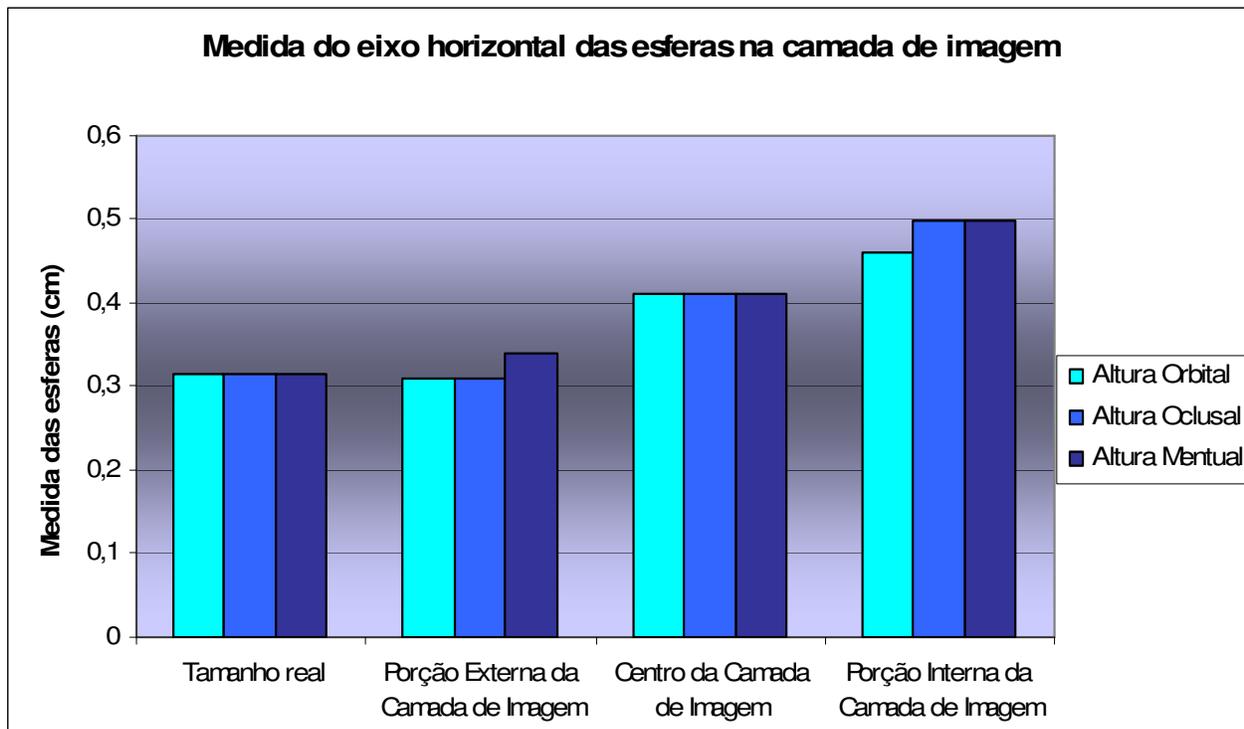


Figura 22- Medida do eixo horizontal das esferas na camada de imagem nas diferentes alturas

Na comparação entre os lados direito e esquerdo da porção central da camada de imagem, foi observada discreta assimetria, sendo maior para as medidas horizontais do que para as verticais. Os valores encontrados são exibidos nas Figuras 23 e 24.

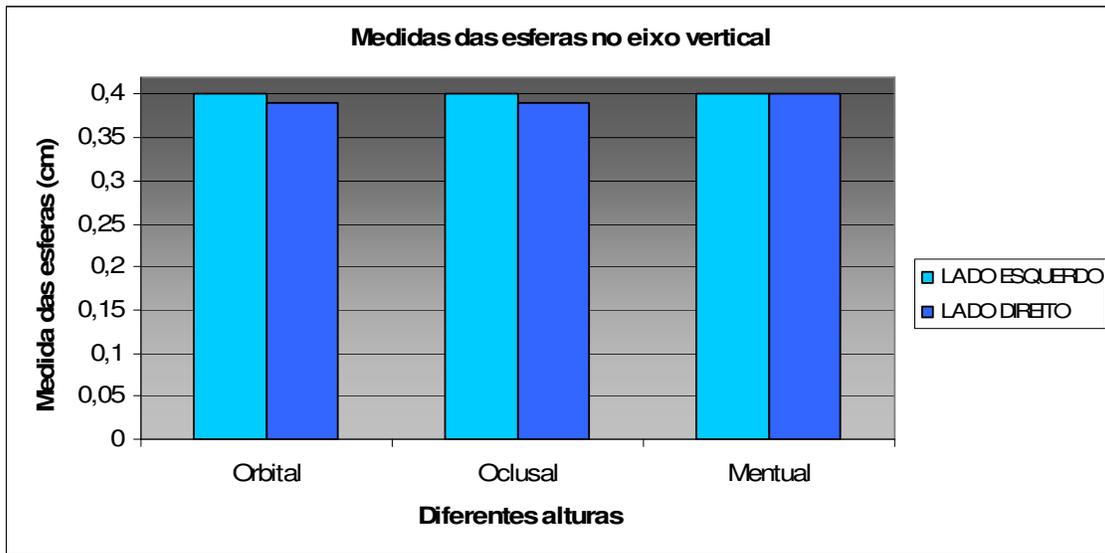


Figura 23-Medidas médias das esferas no eixo vertical no centro da camada de imagem. Comparação entre os lados direito e esquerdo nas diferentes alturas.

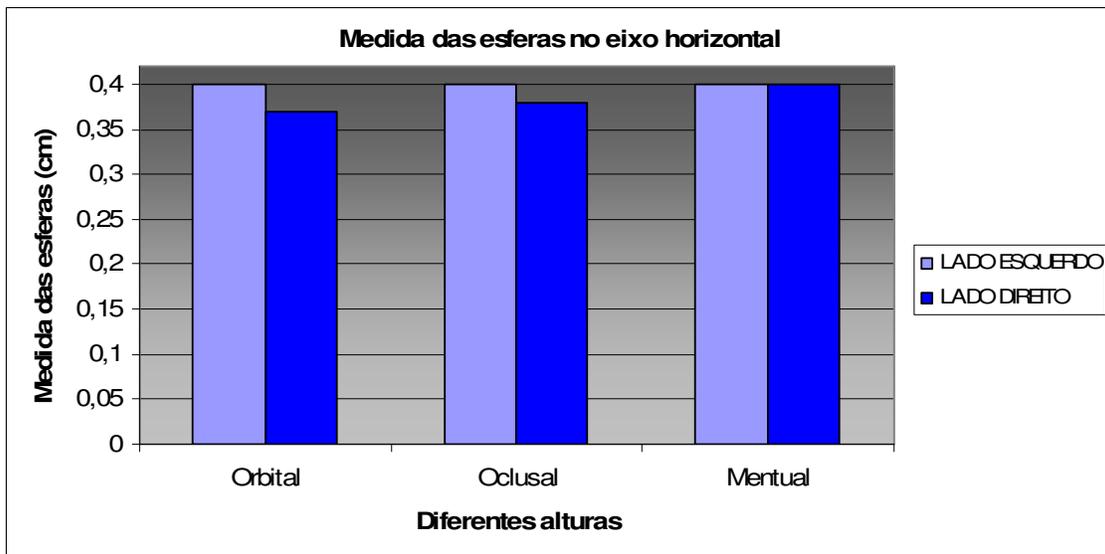


Figura 24 - Medidas médias das esferas no eixo horizontal no centro da camada de imagem. Comparação entre os lados direito e esquerdo nas diferentes alturas.

## 5.2-Medidas mandibulares

Tabela 1 - Médias (dp) das medidas lineares verticais dos triângulos retângulos para os diferentes grupos mandibulares.

Região	Grupos		
	G1	G2	G3
Incisivo	1.300 (0.049)*Aa	1.263 (0.053)*Aab	1.305 (0.037)*Aa
Caninos / pré-molares	1.305 (0.023)*Aa	1.285 (0.038)*Aa	1.283 (0.043)*Aab
Molares	1.245 (0.059)*Aab	1.258 (0.044)*Ab	1.215 (0.032)*Abc
Ângulo da mandíbula	1.210 (0.046)*Abc	1.180 (0.042)*Ac	1.218 (0.047)*Abc
Ramo da mandíbula	1.155 (0.054)*Ac	1.148 (0.073)*Ac	1.188 (0.024)*Ac

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical comparando região dentro de cada posição) diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

\*Difere de 1,00cm pelo teste t para uma média ( $p \leq 0,05$ ).

Na tabela 1, avaliando-se medidas verticais, foi observado que não houve diferenças significativas entre os diferentes grupos mandibulares: G1, G2 e G3. Quanto às regiões mandibulares, no grupo G1, houve diferenças significativas entre as regiões de incisivos e caninos/pré-molares com as regiões de ângulo e ramo da mandíbula; a região de ramo da mandíbula diferiu das regiões de incisivos, caninos/pré-molares e molares; porém, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as regiões de molar e ângulo da mandíbula. No grupo G2, houve diferenças significativas entre as regiões de incisivos, caninos/pré-molares e molares com as regiões de ângulo e ramo da mandíbula; porém, as regiões de caninos/pré-molares e molares diferiram entre si,

mas não diferiram da região de incisivos. As regiões de ângulo e ramo da mandíbula não diferiram estatisticamente entre si. No grupo G3, a região de incisivos não diferiu da região de caninos/pré-molares. A região de caninos/pré-molares não diferiu das regiões de molares e ângulo da mandíbula, e a região de ângulo não diferiu da região de ramo da mandíbula. Foi observada ampliação de imagens em relação ao objeto real para todas as regiões, sendo decrescente da região anterior em direção à posterior, para todos os grupos mandibulares: G1, G2 e G3.

Tabela 2 - Médias (dp) das medidas lineares horizontais dos triângulos retângulos para os diferentes grupos mandibulares.

Região	Grupos		
	G1	G2	G3
Incisivo	1.838 (0.119)*Aa	1.855 (0.141)*Aa	1.875 (0.135)*Aa
Caninos / pré-molares	1.333 (0.047)*Ab	1.328 (0.053)*Ab	1.325 (0.060)*Ab
Molares	1.235 (0.036)*Ac	1.190 (0.054)*Ac	1.178 (0.051)*Ac
Ângulo da mandíbula	1.108 (0.055)*Ad	1.058 (0.047)*Ad	1.045 (0.059)*Ad
Ramo da mandíbula	1.103 (0.055)*Ad	1.033 (0.041)*Ad	1.043 (0.073)*Ad

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical comparando região dentro de cada posição) diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

\*Difere de 1,00cm pelo teste t para uma média ( $p \leq 0,05$ ).

Na tabela 2, avaliando-se medidas horizontais, foi observado que não houve diferenças significativas entre os diferentes grupos mandibulares: G1, G2 e G3. Quanto às regiões mandibulares, para todos os grupos, foram observadas

diferenças significativas entre quase todas as regiões, com uma maior ampliação para os incisivos e uma menor ampliação para as regiões de ângulo e ramo da mandíbula, onde as diferenças não foram significativas.

Tabela 3 – Médias (dp) das medidas lineares dos triângulos retângulos para G1.

Região	Medidas	
	Vertical	Horizontal
Incisivo	1.300 (0.049)B	1.838 (0.119)A
Caninos / pré-molares	1.305 (0.023)A	1.333 (0.047)A
Molares	1.245 (0.059)A	1.235 (0.036)A
Ângulo da mandíbula	1.210 (0.046)A	1.108 (0.055)B
Ramo da mandíbula	1.155 (0.054)A	1.103 (0.055)B

Médias seguidas de letras distintas na horizontal diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Na tabela 3, avaliando-se as mandíbulas do grupo G1, foi observado que houve diferenças significativas entre as medidas verticais e horizontais nas regiões de incisivos, ângulo e ramo da mandíbula. Na região de incisivos, a ampliação horizontal foi maior em relação á vertical; já nas regiões de ângulo e ramo da mandíbula, a ampliação vertical foi maior.

Tabela 4 - Médias (dp) das medidas lineares dos triângulos retângulos para G2.

Região	Medidas	
	Vertical	Horizontal
Incisivo	1.263 (0.053)B	1.855 (0.141)A
Caninos / pré-molares	1.285 (0.038)A	1.328 (0.053)A
Molares	1.258 (0.044)A	1.190 (0.054)B
Ângulo da mandíbula	1.180 (0.042)A	1.058 (0.047)B
Ramo da mandíbula	1.148 (0.073)A	1.033 (0.041)B

Médias seguidas de letras distintas na horizontal diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Na tabela 4, avaliando-se as mandíbulas do grupo G2, foi observado que houve diferenças significativas entre as medidas verticais e horizontais para quase todas as regiões, com exceção da região de canino/pré-molares, onde a diferença não foi significativa. Para a região de incisivos, a ampliação horizontal foi maior, enquanto que para as regiões de molares, ângulo e ramo da mandíbula, a vertical foi maior.

Tabela 5 - Médias (dp) das medidas lineares dos triângulos retângulos para G3.

Região	Medidas	
	Vertical	Horizontal
Incisivo	1.305 (0.037)B	1.875 (0.135)A
Caninos / pré-molares	1.283 (0.043)A	1.325 (0.060)A
Molares	1.215 (0.032)A	1.178 (0.051)A
Ângulo da mandíbula	1.218 (0.047)A	1.045 (0.059)B
Ramo da mandíbula	1.188 (0.024)A	1.043 (0.073)B

Médias seguidas de letras distintas na horizontal diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Na tabela 5, avaliando-se as mandíbulas do grupo G3, foi observado que houve diferenças significativas entre as medidas verticais e horizontais nas regiões de incisivos, ângulo e ramo da mandíbula. Na região de incisivos, a ampliação horizontal foi maior em relação a vertical; já nas regiões de ângulo e ramo da mandíbula, a ampliação vertical foi maior.

---

## 6 - DISCUSSÃO

### 6.1-Camada de imagem

No presente estudo foram analisadas a largura e a altura da camada de imagem, ou seja, suas dimensões horizontal e vertical. Desse modo, pode-se avaliar em uma radiografia panorâmica, além das estruturas dentárias, também aquelas estruturas localizadas acima dos dentes, como articulações temporomandibulares e processos coronóides e abaixo, como a base da mandíbula.

Quando as medidas horizontais foram incluídas nos cálculos, a camada de imagem tornou-se mais estreita do que somente quando as medidas verticais foram usadas. Isto porque as medidas horizontais são mais propensas a distorções do que as verticais, devido ao fato da formação da imagem no filme ocorrer na dimensão horizontal. Na dimensão vertical o feixe percorre toda a face do paciente em um mesmo momento, visto que o feixe de radiação tem forma de leque, e assim, a imagem tem a mesma resolução para toda a profundidade do objeto na dimensão vertical (Shiojima *et al.*, 1993).

No presente estudo, nas medidas das imagens das esferas, foi observada uma grande variação para as medidas do eixo horizontal (de 0,11cm a 0,90cm), enquanto que as medidas do eixo vertical foram mais constantes (de 0,30cm a 0,41cm). Esses achados são semelhantes aos citados no trabalho de Shiojima *et al.* (1993), que observaram que em uma radiografia panorâmica as medidas verticais são mais confiáveis em relação às medidas horizontais. E no trabalho de Lund & Manson-Hing (1975b), que assim como no presente estudo, encontraram grandes diferenças entre as medidas horizontais e verticais.

Na presente pesquisa, a camada de imagem encontrada no plano horizontal foi curva, semelhante ao formato dos maxilares, com largura suficiente para englobar as estruturas anatômicas. Scarfe *et al.* (1998), estudando um equipamento panorâmico OP 100, também encontraram uma camada de imagem

---

em conformidade com a geometria da arcada dentária. Porém, embora a camada de imagem encontrada tenha largura suficiente para acomodar os maxilares, a sua porção central, onde as ampliações verticais e horizontais são iguais, é mais estreita. Essa porção central é determinada por uma série de pontos, localizados entre o centro de rotação do feixe de raios-X e o filme, onde as estruturas são projetadas no plano do filme com a mesma velocidade que o filme se move (Hassen & Manson-Hing, 1982). Nos dois lados dessa porção central (externa e interna), a velocidade de projeção é diferente da velocidade do filme, gerando diferenças entre as ampliações verticais e horizontais (Glass *et al.*, 1985). Portanto, a localização das estruturas na região central da camada de imagem depende fortemente do posicionamento do paciente e suas estruturas anatômicas dentro dessa área (Liang & Frederiksen, 2004), o que nem sempre é simples de se executar (Glass *et al.*, 1985). Rasmus *et al.* (1989) acrescentaram que não só erros de posicionamento podem levar às distorções, mas também a falta de calibração do aparelho. Essa deficiência na calibração leva a uma falha na sincronização entre a velocidade do filme e do feixe de radiação, com modificação da camada de imagem, e como citado anteriormente, por Glass *et al.* (1985), é exatamente a velocidade de projeção que causa alterações na imagem de objetos localizados fora da região central da camada de imagem.

Fatores ligados ao centro de rotação e geometria do feixe determinam a configuração, largura e localização da camada de imagem (Kaepler *et al.*, 2007). Paiboon & Manson-Hing (1985), estudando a camada focal de quatro aparelhos panorâmicos distintos, encontraram discretas diferenças de posição e configuração entre elas. Resultado semelhante ao obtido pelos estudos anteriores de Lund & Manson-Hing (1975a) em três aparelhos panorâmicos diferentes, e de Hassen & Manson-Hing (1982). Essas diferenças observadas nos estudos citados (Lund & Manson-Hing, 1975; Paiboon & Manson-Hing, 1985; Hassen & Manson-Hing, 1982) foram principalmente quanto a largura das regiões anterior e posterior da camada de imagem. Há também diferenças quanto a largura nas diferentes regiões anatômicas. No presente estudo essa diferença da largura nas diferentes

---

regiões anatômicas foi observada, assim como no estudo de Hassen & Manson-Hing (1982). A largura total da camada de imagem apresentou-se mais estreita na região anterior, aumentando sua largura em direção aos molares e região retromolar, voltando a ser mais estreita nas regiões de ângulo e ramo da mandíbula. Paiboon & Manson-Hing (1985) também encontraram uma camada de imagem mais estreita na região anterior em relação à posterior, nos aparelhos estudados.

De acordo com a metodologia utilizada no presente estudo não foi observada a porção central da camada de imagem na região anterior, o que não significa que não exista, e sim que é tão estreita que não pôde ser detectada, segundo a metodologia empregada. A porção central da camada de imagem teve seu início posteriormente à região de caninos, aumentando sua largura em direção a região retromolar e voltando a se estreitar nas regiões de ângulo e ramo da mandíbula. Assim, devido a menor largura da camada de imagem na região anterior, há uma menor precisão das imagens dessa área (Fowler, 1991). A largura total da camada de imagem encontrada nesta pesquisa variou de 1,5cm para região anterior a 4,2cm para região posterior. Scarfe *et al.* (1998), para um equipamento OP 100, obtiveram valores aproximados dos nossos, 1,7cm na região anterior e 4,4cm na posterior.

Considerando somente a porção central da camada de imagem, os valores encontrados foram entre 0cm e 1,5cm para as regiões anterior e posterior respectivamente. Já os valores encontrados no estudo de Brown *et al.* (1972) foram de 1,4cm a 2,4cm. Lund & Manson-Hing (1975a) avaliaram a camada de imagem do Panorex e concluíram que esta não abrangeu a região de ramo e processo condilar da mandíbula, porém foi o aparelho que apresentou a camada de imagem mais larga na região anterior. Hassen & Manson-Hing (1982) avaliaram as camadas de imagem dos aparelhos Orthopantomograph-5 e Autopan, e encontraram larguras de 0,65cm a 2cm e 0,4cm a 1,9cm respectivamente, sendo a menor largura para a região anterior. Assim, os diferentes valores encontrados nestas pesquisas citadas (Brown *et al.*, 1972; Lund

---

& Manson-Hing, 1975; Hassen & Manson-Hing, 1982) e também no presente estudo ocorreram porque foram utilizados diferentes aparelhos e outras metodologias, baseadas principalmente no método visual da nitidez das imagens.

Nos resultados da comparação entre lados direito e esquerdo da camada de imagem na pesquisa presente, foram encontradas discretas diferenças. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Paiboon & Manson-Hing (1985) e por Hanssen & Manson-Hing (1982), onde os autores observaram discreta assimetria entre os lados direito e esquerdo da camada de imagem.

Em relação ao plano vertical, nas alturas equivalentes às regiões orbital, oclusal e mental, levando-se em conta toda a extensão da camada de imagem, foi observada a ampliação constante das medidas no eixo vertical. Para as medidas no eixo horizontal, a ampliação foi constante apenas no centro da camada de imagem. Nas porções externa e interna ocorreu uma alteração no tamanho da imagem das esferas da região da cavidade orbitária em direção ao mento, o que nos sugere uma discreta assimetria da camada de imagem entre as regiões da maxila e mandíbula. Scarfe *et al.* (1998) encontraram uma área focal mais estreita para maxila e mais larga para mandíbula. E Brown *et al.* (1972) observaram pequenas diferenças de configuração da camada de imagem nas três alturas distintas.

## **6.2-Medidas mandibulares**

Na presente pesquisa, foi observada ampliação de imagens em relação ao objeto real para todas as regiões em todos os grupos mandibulares, devido aos fatores de ampliação inerentes à técnica radiográfica panorâmica, como citaram Wilding *et al.* (1987) e Almeida *et al.* (1995). Porém, algumas regiões apresentaram distorção de imagem, ou seja, variação entre as ampliações horizontais e verticais (Wilding *et al.*, 1987, Schulze *et al.*, 2000, Nohadani & Ruf 2008) na dependência de seu posicionamento dentro das diferentes porções da camada de imagem. Esse posicionamento está diretamente relacionado à

---

anatomia de cada mandíbula. Esses resultados foram semelhantes aos observados por Almeida *et al.* (1995), que citaram que a distorção na técnica radiográfica panorâmica é de natureza multidirecional, ou seja, as diferenças entre as ampliações verticais e horizontais variam de região para região. Carvalho (2000) encontrou resultados semelhantes, com medidas variando de uma região para outra, sendo a ampliação para as dimensões vertical e horizontal uniformes para aquelas estruturas situadas na porção central da camada de imagem. Nas outras porções, interna e externa, já existe distorção, especialmente devido à ampliação horizontal (Hayakawa *et al.*, 1993).

Quando analisadas as medidas verticais, observou-se que a ampliação foi decrescente da região anterior em direção à posterior, para todos os grupos mandibulares. Diferentemente desses resultados, Sameshima & Asgarifar (2001) encontraram medidas crescentes, de incisivos em direção aos molares. As maiores ampliações foram encontradas nas regiões de caninos/pré-molares, para os grupos G1 e G2, embora não tenham diferido estatisticamente das regiões de incisivos. No grupo G3, a maior ampliação ficou para a região de incisivos, embora também não tenha diferido da região de caninos/pré-molares. Almeida *et al.* (1995) e Catić *et al.* (1998) também encontraram para as medidas verticais, maior ampliação na região de pré-molares.

Para os grupos G1 e G2, as menores ampliações foram observadas nas regiões de ângulo e ramo da mandíbula, enquanto que para o grupo G3 essa menor ampliação também incluiu a região de molares, todas elas não diferindo entre si estatisticamente. Semelhante aos resultados presentes, Catić *et al.* (1998) encontraram menores ampliações verticais para a região próxima ao processo condilar da mandíbula, em comparação com as demais regiões. Esse decréscimo na ampliação em direção à região posterior encontrado na presente pesquisa pode ser explicado pela anatomia mandibular em relação à camada de imagem. Embora a camada de imagem tenha a mesma configuração da mandíbula e tamanho suficiente para acomodá-la (Scarfe *et al.*, 1998), sua porção central, onde as ampliações verticais e horizontais são iguais, é mais estreita. Assim, a região

---

posterior das mandíbulas de todos os grupos mandibulares, ficou posicionada entre a porção central e a porção mais externa da camada de imagem, resultando em uma menor ampliação.

No grupo G1, foram observadas diferenças significativas entre as regiões de incisivos e caninos/pré-molares com as regiões de ângulo e ramo da mandíbula. Já no grupo G2, houve diferenças significativas entre as regiões de incisivos, caninos/pré-molares e molares com as regiões de ângulo e ramo da mandíbula. No grupo G3, a região de incisivos não diferiu da região de caninos/pré-molares. A região de caninos/pré-molares não diferiu das regiões de molares e ângulo da mandíbula, e a região de ângulo não diferiu da região de ramo da mandíbula.

Quando foram analisadas medidas horizontais, observou-se que a ampliação foi decrescente da região anterior em direção à posterior, para todos os grupos mandibulares. Resultados diferentes foram encontrados por Almeida *et al.* (1995) para as medidas horizontais, onde as ampliações foram maiores na região posterior em relação à anterior. Entretanto, vale ressaltar que nesta pesquisa, a camada de imagem na região anterior não foi possível ser determinada, o que indica ser bastante limitada. Na presente pesquisa, as maiores medidas foram observadas na região de incisivos, seguidas de caninos/pré-molares e molares, onde foram encontradas diferenças significativas entre si, e também entre estas regiões com as de ângulo e ramo da mandíbula. Essas diferenças se devem a grande propensão da técnica radiográfica panorâmica às ampliações horizontais, conforme visto no estudo da camada de imagem previamente realizado, onde foi observado que a ampliação é bastante variada, mudando de região para região, como também citaram Lund & Manson-Hing (1975b) e Shiojima *et al.* (1993). Para as regiões de ângulo e ramo da mandíbula a ampliação foi menor, e não foram observadas diferenças significativas entre elas. Catić *et al.* (1998), na comparação entre as medidas horizontais realizadas no corpo, ângulo e ramo da mandíbula, encontraram uma magnificação na região de corpo decrescente em direção a região de ramo, semelhante ao presente estudo.

---

Avaliando-se os grupos mandibulares separadamente, foram observadas nos grupos G1, diferenças significativas entre as medidas verticais e horizontais nas regiões de incisivos, ângulo e ramo da mandíbula, ou seja, houve distorção de imagens para essas regiões. Resultados semelhantes às citações de Wilding *et al.* (1987), que desaconselharam o uso da radiografia panorâmica na avaliação da simetria facial da região posterior de mandíbula, por não apresentar um resultado confiável. Porém, diferente dos estudos de Carvalho (2000), que afirmou ser possível realizar medidas precisas em imagens panorâmicas do ramo da mandíbula. As regiões de caninos/pré-molares e molares não apresentaram diferenças significativas entre as medidas verticais e horizontais, levando a concluir que essas regiões estavam localizadas na porção central da camada de imagem, onde as ampliações são iguais, ou seja, não há distorção. Glass *et al.* (1985), Hayakawa *et al.* (1993) e Carvalho (2000) afirmaram que somente nessa porção central as ampliações verticais e horizontais são iguais, ficando a imagem final livre de distorção.

No grupo G2, foi observado que houve diferenças significativas entre as medidas verticais e horizontais para quase todas as regiões, com exceção da região de canino/pré-molares, onde a diferença não foi significativa, ou seja, essas estruturas estavam localizadas na porção central da camada de imagem, estando livre de distorções (Glass *et al.*, 1985, Hayakawa *et al.*, 1993, Carvalho, 2000).

Nos três grupos mandibulares, foi observada maior variação das medidas horizontais em relação às verticais. Catić *et al.* (1998) citaram que as medidas verticais são mais confiáveis, quando o paciente está corretamente posicionado. Güler *et al.* (2005) também aconselharam a realização apenas de medidas verticais.

Tanto para os grupos G1, G2 e G3, para a região de incisivos, foi observada ampliação horizontal bem maior em relação à vertical, enquanto que para as regiões de molares, ângulo e ramo da mandíbula, a ampliação vertical foi maior. Essa maior ampliação horizontal na região de incisivos em relação à medida vertical mostrou que há distorção de imagens na região anterior para os

---

diferentes grupos. Tal fato pode ser explicado por meio do estudo da camada de imagem realizada nesta pesquisa, onde foi observada maior propensão à ampliação das medidas horizontais em relação às verticais, além da camada de imagem ser estreita na região anterior, sendo que a porção central nem pôde ser detectada pela metodologia empregada. A porção central sendo estreita, dependendo da anatomia mandibular, a região de incisivos pode ficar mais próxima do filme ou do feixe de radiação, resultando em ampliações diferentes. Sameshima & Asgarifar (2001) também relataram em suas pesquisas que a região de incisivos é a mais propensa a distorções. Em um estudo anterior realizado por Catić *et al.* (1998), os autores observaram que medidas horizontais, quando feitas atravessando de um lado para o outro da mandíbula, aumentam grandemente os fatores de magnificação. Hayakawa *et al.* (1993) também observaram as maiores distorções na região da linha média. Essas citações foram semelhantes as da presente pesquisa, pois as medidas horizontais realizadas nas regiões de incisivos foram executadas ultrapassando a linha média nas radiografias das mandíbulas. Já a ampliação vertical maior em relação à horizontal nas regiões de ângulo e ramo da mandíbula, sendo que no grupo G2, inclui-se também a região de molares, indica que essas regiões não ficaram posicionadas na porção central da camada de imagem, ou seja, sofreram distorção. Esses resultados foram semelhantes aos estudos de Samawi & Burke (1984) e Nohadani & Ruf (2008), que também encontraram maior distorção nas regiões de ramo e processo condilar da mandíbula, ou seja, na parte superior do filme. Kositbowornchai *et al.* (2007), encontraram maior ampliação no sentido horizontal, tanto para ângulo quanto para ramo da mandíbula, enquanto que em nosso estudo, a maior ampliação para essas regiões foi no sentido vertical. Essa maior alteração no sentido vertical ocorreu porque, as ampliações horizontais são mais propensas à ampliação em relação às verticais. Na primeira parte da presente pesquisa realizada sobre a camada de imagem, para as medidas verticais, a ampliação mostrou-se mais constante para todas as regiões da camada de imagem. Já para as medidas horizontais, essa ampliação foi constante apenas na porção central da

---

camada de imagem; a porção interna apresentou maior ampliação no sentido horizontal, enquanto a porção externa mostrou menor ampliação nesse mesmo sentido, resultando em menor ampliação. Nas pesquisas realizadas por Schulze *et al.* (2000), os autores citaram que a posição do objeto na região central da camada de imagem é decisiva para a formação da imagem. Objetos posicionados entre a camada de imagem e o centro de rotação sofrem magnificação, enquanto que os localizados entre essa mesma camada e o filme são minimizados. Desse modo, estando essas regiões de ângulo e ramo da mandíbula posicionadas entre as porções central e externa da camada de imagem, ou seja, mais próximas ao filme, há menor ampliação no sentido horizontal, ficando a medida vertical mais ampliada em relação à horizontal. Laster *et al.* (2005) também encontraram em seus estudos maior discrepância nas medidas horizontais. Resultados semelhantes aos de Catić *et al.* (1998), que concluíram que as medidas horizontais são incertas, devido à mudança do ângulo do feixe central de radiação, para compensar a curvatura da mandíbula. Outra citação semelhante com a distorção encontrada no presente estudo nas regiões de ângulo e ramo, foi a de Sameshima & Asgarifar (2001), que observaram que a própria anatomia mandibular leva muitas vezes, ao posicionamento fora da região central da camada de imagem. No grupo G2, devido às diferenças anatômicas entre as mandíbulas, as regiões de molares também não ficaram posicionadas na porção central da camada de imagem, havendo distorção também nessa região.

Alguns autores, como Volchansky *et al.* (2006), consideraram ser possível realizar medidas verticais e horizontais na região posterior, desde que considerados os fatores de magnificação e o correto posicionamento na execução da técnica radiográfica. Farman *et al.* (1983) ainda citaram que devido a esses erros no posicionamento, medidas feitas em radiografias de um mesmo paciente executadas em diferentes tempos, não devem ser comparadas, onde se observa opiniões bastante variadas entre os pesquisadores.

Diante dos resultados obtidos e da literatura pesquisada, observa-se que pode haver diferenças na largura e configuração da camada de imagem dos

diversos aparelhos panorâmicos encontrados no mercado. O profissional deve ficar atento para o fato de que medidas em radiografias panorâmicas devem ser evitadas, uma vez que há ampliação da imagem radiográfica em relação ao objeto real.

## **7. CONCLUSÃO**

De acordo com a metodologia empregada e os resultados alcançados com o presente estudo, pode-se concluir que:

### 1. Para a camada de imagem:

- No plano horizontal, a camada de imagem se mostrou curva, semelhante ao formato dos maxilares, sendo mais estreita na região anterior; a porção central da camada de imagem teve início a partir da região de caninos.
- No plano vertical, houve discreta assimetria da camada de imagem da cavidade orbitária em direção ao mento, e entre os lados direito e esquerdo.

### 2. Para as medidas mandibulares:

- Na análise individual de cada grupo, as medidas variaram entre as diferentes regiões de um mesmo grupo, sendo essa variação maior para as medidas horizontais em relação às verticais.
- Na comparação entre os grupos G1, G2 e G3, não foram observadas diferenças significativas entre eles, para todas as regiões, tanto para medidas verticais quanto para medidas horizontais, ou seja, não há relação entre a distância intergoniaca e medidas lineares horizontais e verticais.

## REFERÊNCIAS\*

Almeida SM, Boscolo FN, Montebelo Filho A. Estudo das distorções da imagem radiográfica produzida em aparelhos panorâmicos que se utilizam dos princípios ortopantomográficos e elipsopantomográficos. *Rev Odontol Univ São Paulo*. 1995; 9(2): 91-99.

Brown CE Jr, Christen AC, Jerman AC. Dimensions of the focal trough in panoramic radiography. *J Am Dent Assoc*. 1972; 84(4): 843-7.

Carvalho AAF. Avaliação da simetria da imagem do ramo da mandíbula em radiografias panorâmicas. *Pesqui Odontol Bras*. 2000; 14(3): 248-255.

Catić A, Celebić A, Valentić-Peruzović M, Catović A, Jerolimov V, Muretić I. Evaluation of the precision of dimensional measurements of the mandible on panoramic radiographs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998; 86(2): 242-8.

Farman AG, Phelps R, Downs JB. Artifact or pathosis? Problem-solving for panoramic dental radiology (I). *Quintessence Int Dent Dig*. 1983; 14(1): 55-65.

Fowler P. Limitations of the panoramic radiograph's focal trough: a case report. *New Zealand Dental Journal* 1991; 87(389): 92-3.

Glass BJ, McDavid WD, Welander U, Morris CR. The central plane of the image layer determined experimentally in various rotational panoramic x-ray machines. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1985; 60(1): 104-12.

---

\* De acordo com a norma da FOP/UNICAMP, baseado na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o Medline.

Güler AU, Sumer M, Sumer P, Biçer I. The evaluation of vertical heights of maxillary and mandibular bones and the location of anatomic landmarks in panoramic radiographs of edentulous patients for implant dentistry. *J Oral Rehabil.* 2005; 32(10): 741-6.

Hassen SM, Manson-Hing LR. A study of the zone of sharpness of three panoramic x-ray machines and the effect of screen speed on the sharpness zone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982; 54(2): 242-9.

Hayakawa Y, Wakoh M, Fujimori H, Ohta Y, Kuroyanagi K. Morphometric analysis of image distortion with rotational panoramic radiography. *Bull Tokyo Dent Coll.* 1993; 34(2): 51-8.

Instrumentarium Imaging OP 100. User Manual. Instrumentarium Imaging, X-ray Division, Tuusula, Finland, November 1994.

Instrumentarium Imaging OP 100. Technical Manual. Instrumentarium Imaging, X-ray Division, Tuusula, Finland, November 1994.

Kaeppler G, Axmann-Krcmar D, Reuter I, Meyle J, Gómez-Róman G. A clinical evaluation of some factors affecting image quality in panoramic radiography. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2000; 29: 81-84.

Kaeppler G, Buchgeister M, Reinert S. Influence of the rotation centre in panoramic radiography. *Radiation Protection Dosimetry.* 2007; 1-6.

Kositbowornchai S, Siritapetawee M, Damrongrungruang T, Khongkankong W, Chatrchaiwiwatana S, Khamanarong K *et al.* Shape of the lingula and its

localization by panoramic radiograph versus dry mandibular measurement. *Surg Radiol Anat.* 2007; 29(8): 689-94.

Laster WS, Ludlow JB, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy and prediction of asymmetry in panoramic radiography images. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2005; 34: 343-349.

Liang H, Frederiksen NL. Focal trough and patient positioning. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2004; 33: 128-129.

Lund TM, Manson-Hing LR. A study of the focal troughs of three panoramic dental x-ray machines. Part I. The area of sharpness. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1975; 39(2): 318-28.

Lund TM, Manson-Hing LR. A study of the focal troughs of three panoramic dental x-ray machines. Part II. Image dimensions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1975; 39(4): 647-53.

Nohadani N, Ruf S. Assessment of vertical facial and dentoalveolar changes using panoramic radiography. *Eur J Orthod.* 2008; 30(3): 262-8.

Paiboon C, Manson-Hing LR. Effect of border sharpness on the size and position of the focal trough of panoramic x-ray machines. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1985; 60(6): 670-6.

Rasmus TF, Glass BJ, McDavid WD. Comparison of image layer location among panoramic machines of the same manufacturer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989; 67(1): 102-8.

Samawi SS, Burke PH. Br Angular distortion in the orthopantomogram. *J Orthod.* 1984; 11(2): 100-7.

Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *Angle Orthod.* 2001; 71(3): 185-9.

Scarfe WC, Eraso FE, Farman AG. Characteristics of the Orthopantomograph OP100. *Dentomaxillofacial Radiology.* 1998; 27: 51-57.

Schulze R, Krummenauer F, Schalldach F, d'Hoedt B. Precision and accuracy of measurements in digital panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2000; 29(1): 52-6

Schulze R; Schalldach F; d'Hoedt B. Effect of positioning errors on magnification factors in the mandible in digital panorama imaging. *Mund Kiefer Gesichtschir;* 2000; 4(3): 164-70

Shiojima M, Bäckström A, Welander U, McDavid WD, Tronje G, Naitoh M. Layer thickness in panoramic radiography as defined by different noise-equivalent passbands. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1993; 76(2): 244-50.

Tuji FM, Ferreira RI, Haiter Neto F, Almeida SM. Localização tridimensional de imagens fantasmas em radiografias panorâmicas. *Revista da APCD.* 2001; 55(3): 182-186.

Volchansky A; Cleaton-Jones P; Drummond S; Bonecker M. Technique for linear measurement on panoramic and periapical radiographs: a pilot study. *Quintessence Int.* 2006; 37(3): 191-7.

Whaites E. Radiografia Panorâmica. In: Princípios de Radiologia Odontológica. Porto Alegre: ARTMED; 2003. 3. ed. p. 175-90.

Wilding RJ, Levin I, Pepper R. The use of panoramic radiographs to measure alveolar bone areas. J Oral Rehabil. 1987; 14(6): 557-67.

ANEXO



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**  
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**



## CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "Estudo da distorção de imagens panorâmicas em relação à distância bi-goniaca", protocolo nº 096/2007, dos pesquisadores SOLANGE MARIA DE ALMEIDA e DANIELA BRAIT SILVA LADEIRA, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 12/12/2007.

The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project "Panoramic images distortion studies related with bigonial width", register number 096/2007, of SOLANGE MARIA DE ALMEIDA and DANIELA BRAIT SILVA LADEIRA, comply with the recommendations of the National Health Council – Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee at 12/12/2007.



**Prof. Cíntia Pereira Machado Tabchoury**  
Secretária  
CEP/FOP/UNICAMP



**Prof. Jacks Jørges Júnior**  
Coordenador  
CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.  
Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.