

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM

ODONTOLOGIA

NÍVEL DOUTORADO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO CLÍNICAS

ODONTOLÓGICAS

ÊNFASE EM CIRURGIA E TRAUMATOLOGIA

BUCOMAXILOFACIAIS

Tese

**ESTUDO COMPARATIVO DA PANORAMETRIA
DE PURICELLI NA RADIOGRAFIA PANORÂMICA E RECONSTRUÇÃO
PANORÂMICA DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE
CÔNICO.**

Gustavo Lisboa Martins

Porto Alegre, março de 2010.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

M386e

Martins, Gustavo Lisboa

Estudo comparativo da Panorametria de Puricelli na radiografia panorâmica e reconstrução panorâmica de tomografia computadorizada de feixe cônico /

Gustavo Lisboa Martins. - 2010.

95 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Clínica Odontológica (Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofaciais), Porto Alegre, 2009.

Orientador: Profa. Dra. Edela Puricelli

1. Radiografia panorâmica 2. Tomografia de feixe cônico
3. Cefalometria I. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Odontologia II. Título.

CDU 616.31-089

Bibliotecária: Eloisa Futuro Pfitscher CRB 10/598

GUSTAVO LISBOA MARTINS

**ESTUDO COMPARATIVO DA PANORAMETRIA
DE PURICELLI NA RADIOGRAFIA PANORÂMICA E RECONSTRUÇÃO
PANORÂMICA DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE
CÔNICO.**

Linha de Pesquisa

Biomateriais e Técnicas Terapêuticas em Odontologia

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Nível Doutorado, da Universidade Federal Do Rio Grande do Sul, como pré-requisito final para a obtenção do título de Doutor em Odontologia, Clínicas Odontológicas, ênfase em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofaciais.

Orientadora: Profa. Dra. Edela Puricelli

Porto Alegre, março de 2010.

AGRADECIMENTOS E SENTIMENTOS DO AUTOR

Ao finalizar esta etapa importante na minha vida profissional, a obtenção do título de Doutor, gostaria de dedicar algumas linhas para homenagear às pessoas que, de alguma forma ou de outra, contribuíram para que eu fosse um homem melhor.

Ao lembrar da minha infância e adolescência, época em que estudava no Colégio Rosário, comecei a perceber o valor da educação na formação de um caráter. E os meus pais, Tide e Maria Bernadete, não mediram esforços, tanto físicos como econômicos, ensinando-me que uma educação diferenciada requer, acima de tudo, muita luta e dedicação. Souberam educar os três filhos, Cristiano, Gustavo e Eduardo, com a certeza de que teriam um futuro cada vez melhor.

Tanto investimento levou-me a ingressar na Universidade Federal para cursar Odontologia, um sonho antigo. Durante os quatro anos da faculdade, tive a oportunidade de conhecer grandes amigos e excelentes professores. Desde cedo dediquei-me à Cirurgia, a começar pelas monitorias nas cadeiras de Exodontia e Cirurgia Bucomaxilofacial, ingressando também como bolsista de iniciação científica do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Desde o princípio da graduação ouvia falar da Profa. Dra. Edela Puricelli, uma pessoa a qual diziam os contemporâneos que deveria respeitar. Maravilhei-me com as aulas teóricas e práticas, em especial com a vivência hospitalar no Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

Ingressei no Internato em CTBMF e, posteriormente, entrei no programa de Mestrado da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Durante este período, pude conviver com a Profa. Edela também em seu ambiente privado, no Hospital Moinhos de Vento, na Santa Casa de Porto Alegre e em seu consultório particular. Aprendia não apenas a fina-flor da Cirurgia Bucomaxilofacial, mas fundamentalmente tive a oportunidade extrapolar o conhecimento técnico para o humano, e que para ser cirurgião era preciso saber tomar decisões.

Com certeza, a Profa. Edela ajudou-me a construir um sonho, o qual vivo sem vontade e acordar até hoje.

Anos depois ingressei no Doutorado para cursar a primeira turma deste nível do Programa de Pós-graduação em Odontologia desta casa. Durante este Período, tive a oportunidade de conviver com excelentes colegas e Professores. Não fui o aluno mais presente, confesso. Nem o mais aplicado. Estive envolvido em momentos únicos e importantíssimos no futuro da minha especialidade, como as atividades de implantação do Serviço de Cirurgia Bucomaxilofacial no Hospital Dom Vicente Scherer e no Hospital da Criança Santo Antônio, as quais requereram muita dedicação e empenho. Arrependo-me de não ter sido um aluno melhor. Mas, ao final desta jornada, percebo que a minha dedicação à Odontologia resultou na implantação do maior Serviço Hospitalar de Odontologia da América Latina, inclusive baseado no atendimento ao Sistema Único de Saúde, batalha pessoal que sempre almejei, no intuito de devolver a sociedade brasileira os doze anos de educação de nível superior pública e gratuita que me foram investidos.

E, por incrível que pareça, foi a Odontologia e a Dra. Edela que viabilizaram a mim conhecer a minha esposa Letícia, quando generosamente estendeu a mim o convite de dar uma aula no encontro de ex-alunos da especialização em Ortodontia da UFRGS, em 2003. E é a esta pessoa maravilhosa, generosa, dedicada, amorosa, enfim, imprescindível na minha vida, que devo a oportunidade de ter chegado neste final, impedindo que eu desistisse em detrimento de outros incontáveis e difíceis objetivos. A você, minha amada, muito obrigado por existires em minha vida.

Conviver com a Dra. Edela também me fez conhecer e admirar uma das pessoas mais empreendedoras que conheci, e que conseguiu levar o caçula da equipe a Coordenação do Serviço de Cirurgia Bucomaxilofacial da Santa Casa: Isabel Pucci. Uma pessoa admirável, dedicada, persuasiva, inteligentíssima. Mas não adianta construir sonhos; precisa ter uma Isabel para torná-los realidade, e ainda por cima geri-los com maestria.

E nesta equipe maravilhosa ainda tenho a oportunidade de conviver e aprender com colegas absolutamente diferenciados. O Prof. Dr. Carlos Baraldi, grande amigo e mentor de muito o que aprendi na prática cirúrgica, um parceiro

maravilhoso. A Profa. Dra. Deise Ponzoni, exemplo de vida acadêmica. O Prof. Dr. Marcel Fasolo, exemplo de como viver a vida. Além deles, outros tão importantes quanto, como o Mauro, a Adriana, a Vivian, o Mário, o Humberto, o Henrique, a Jéssica, a Mári Estela. Sem falar nos colegas das outras especialidades que compõem o Universo Puricelli.

Agradeço também aos meus colegas de Doutorado, em especial o Luciano, o Carlos Heitor, a Patrícia, a Adriela, o Heraldo, o Vinícius, a Célia, a Adriela, que fizeram de aulas como as do Prof. Dr. Cristiano Susin e as do Prof. Dr. Cassiano Rösing serem menos massantes, mas igualmente proveitosas. Dedico também muito do meu crescimento acadêmico ao amigo e colega Alex Haas, que além de ser um exemplo para mim de profissional e professor, auxiliou-me na análise estatística desta tese.

Por fim, sempre vale a pena lembrar das palavras do nosso querido Roberto Carlos, que em uma de suas mais belas letras diz que “É preciso saber viver”. E eu vivo a minha vida com as pessoas e a carreira que eu mais amo.

RESUMO

A radiografia panorâmica, tecnicamente resultante da projeção de um sistema rotacional, permite uma visão ampla do complexo bucomaxilofacial. Além das arcadas dentárias, estruturas ósseas fixas e articuladas, oferece ainda imagens anatômicas das cavidades orbitárias, fossas nasais, seios maxilares e espaços aéreos.

Entretanto, este meio auxiliar de diagnóstico apresenta limitações, principalmente no que diz respeito a distorções e magnificações.

A aquisição de imagem da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) surge como uma ferramenta de custo acessível, baixa exposição à radiação X e fidelidade de imagem, sem distorções e em tamanho real.

Buscamos estabelecer a reprodução dos estudos graficométricos da Panorametria, proposta por Puricelli (2004), sobre imagens panorâmicas multiplanares adquiridas no modo MIP (Projeção de Intensidade Máxima), com o objetivo de comparar as diferenças entre as medidas lineares e angulares advindas da radiografia panorâmica convencional.

Cinqüenta e quatro conjuntos de imagens panorâmicas convencionais e panorâmicas de TCFC, do mesmo paciente, foram avaliados. A Panorametria foi realizada através de traçados manuais, em ambos os filmes, por três examinadores.

A reproductibilidade dos examinadores foi de ótima a excelente nas radiografias panorâmicas e de panorâmicas de TCFC ($0,86 \pm 0,07$ e $0,88 \pm 0,07$, respectivamente). A magnificação total da radiografia panorâmica, para as medidas estudadas, foi de 4,3%, sendo maior no sentido vertical (12%) e horizontal inferior (11,5%) em comparação às medidas angulares das retas (6,7%) e horizontal superior (1,9%). Houve minimização angular em ambos os lados da radiografia panorâmica, em comparação a panorâmica de TCFC.

Mais estudos são necessários para avaliar a panorâmica de TCFC adquirida no modo MIP, a fim de se conhecer mais sobre as suas características de reconstrução e distorção.

ABSTRACT

The panoramic radiograph, technical resultant of the projection of a rotational system, allows a wide view of the maxillofacial complex. Beyond the dental arches, fixed and articulated osseous structures, still offers anatomical images of orbital sockets, nasal fosses, maxillary sinus and airspaces.

However, this auxiliary diagnosis mean presents limitations, mainly by means of distortions and magnifications.

The Cone Beam Computed Tomography (CBCT) appears as a tool of accessible costs, low exposition to radiation X and image allegiance, without distortions and in real size.

Aiming to establish a the reproduction of graphic and metrical studies of Panorametry, proposed by Puricelli (2004), on the multiplanar panoramic images acquired by MIP (Maximum Intensity Projection) mode, with the objective of comparing the differences between the linear and angular measurements from the conventional panoramic radiography.

Fifty-four sets of conventional panoramic radiographs and CBCT panoramic MIP reconstructions, from the same patient, had been evaluated. The Panorametry was done by manually tracings, in both films, by three examiners.

The correlation of the examiners was excellent in the panoramic radiographs and the CBCT panoramic MIP reconstructions ($0,86\pm 0,07$ and $0,88\pm 0,07$, respectively). The total magnification of panoramic radiograph, for the studied measurements, was of 4,3%, being higher in the vertical direction (12%) and the horizontal inferior line (11,5%) in comparison to the angular measurements of the straight lines (6,7%) and the horizontal superior lines (1,9%). There was angular minimization in both sides of the panoramic radiograph, in comparison to the CBCT.

More studies are necessary to evaluate CBCT panoramic MIP reconstructions, in order to know more about its characteristics of reconstruction and distortion.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Desenho estrutural da mandíbula. Determinação da linha CD-CE para localização do PHR. Traçado do PVR em ângulo reto (90°) com a linha CD-CE.	41
Figura 2:	Traçado da bissetriz (L1D) do ângulo reto formado a partir dos PHR/PVR. Determinação do ponto condíleo direito (PCD) e o ponto da bissetriz direita PBD.	41
Figura 3:	Identificação e marcação do forame mentoniano direito (FMD). Traçado da linha L2D, a partir do ponto do côndilo direito (PCD) até o FMD. Determinação da mediatriz da L2D para obtenção do ponto médio goniano direito (PMGoD).	42
Figura 4:	As conexões de FMD-PMGoD-PCD criarão respectivamente as linhas L2, L3 e L4. Forma-se o triângulo Ramo/Corpo direito (TRCD) que envolve possibilidades de metrias para a estrutura óssea mandibular.	42
Figura 5:	Deteminação do longo eixo da coroa dentária (AX). a- localização dos pontos mesial e distal no equador coronário; b- Intersecção oclusal e cervical; c- traçado da reta.	43
Figura 6:	Visualização do traçado baseado na Panorametria de Puricelli, proposto e qualificado para este estudo. Determinação dos ângulos de intersecção de AX com linha PHR, 1D, L2D e L3D (azul). Para a medidas dos ângulos deve-se observar as indicações de 0-90-180°.	43
Figura 7:	Modelo de Radiografia Panorâmica utilizada no estudo. ...	44
Figura 8:	Modelo de Panorâmica de TCFC utilizada no estudo.	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Média e intervalo de confiança de 95% (IC 95%) das diferenças nas medidas lineares (mm) e angulares (graus) entre os lados direito e esquerdo utilizando radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.	52
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coeficientes de correlação intra-classe e de correlação de Pearson entre os examinadores para as medidas lineares e angulares mensuradas na radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.	45
Tabela 2: Média, desvio-padrão (DP) e Porcentagem de magnificação das medidas lineares (mm) e angulares (graus) mensuradas na radiografia panorâmica e na panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.	47
Tabela 3: Porcentagem de magnificação separada das medidas lineares do triângulo, angulares retas, angulares do triângulo e angulares dentárias e angulares totais. Porto Alegre, RS, 2009.	49
Tabela 4: Porcentagem de magnificação separada das maiores amplitudes métricas do exame - plano horizontal de referência (CD-CE), PMGoD-PMGoE, L1 e L4 da radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.	49
Tabela 5: Média e intervalo de confiança de 95% (IC 95%) das diferenças nas medidas lineares (mm) e angulares (graus) entre radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC em milímetros. Porto Alegre, RS, 2009.	50
Tabela 6: Média e intervalo de confiança de 95% (IC 95%) das diferenças nas medidas lineares (mm) e angulares (graus) entre os lados direito e esquerdo utilizando radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.	51
Tabela 7: Médias (\pm desvio-padrão) das medidas angulares referentes aos primeiros molares nos lados direito e esquerdo nas técnicas radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 3D-CT: Tomografia Computadorizada 3D
- 3D: Três Dimensões
- ATM: Articulação Temporomandibular
- ATMs: Articulações Temporomandibulares
- AX: Longo eixo da coroa
- CBCT Cone Beam Computed Tomography
- CD-CE: Linha do plano horizontal de referência côndilo direito-côndilo esquerdo
- CD-VD: Linha tangente ao côndilo direito passando pelo ponto mais externo e posterior ao contorno deste (Linha côndilo direito - Vertical direita)
- cm: Centímetro(s)
- CMM: Coordinated Measurement Machine (Máquina de Medição Coordenada)
- CT: Tomografia Computadorizada
- DICOM: Digital Imaging and Communication in Medicine (Imagem e Comunicação Digital em Medicina)
- et al: E Outros
- FMD: Forame mentoniano direito
- GoD: Ponto goniano direito
- ICC: Intraclass Correlation Coefficient (Coeficiente de Correlação Intra-Classe)
- L1D: Linha 1 direita é a bissetriz a partir da intersecção das linhas CD-CE e CD-VD
- L2D: Linha 2 direita é a reta que une os pontos PCD e FD
- L3D: Linha 3 direita é a linha que une os pontos FD e GOD
- L4D: Linha 4 direita é a linha que une os pontos GoD e PCD
- MI: Minnessota – Estados Unidos
- MIP: Máximum Intensity Projection (Projeção de Intensidade Máxima)

mm: Milímetro(s)

NY: Nova York – Estados Unidos

p : Valor de Significância no Teste t

PA: Pensilvânia – Estados Unidos

PAN DC/1: Modelo do Aparelho de Radiografia Panorâmica Oralix

PBD: Ponto de encontro entre os planos horizontal e vertical de referência -
Ponto Bissetriz Direito

PCD: Ponto da Intersecção de L1D com o contorno anatômico do côndilo
direito – ponto côndilo direito

PCD-FD-GoD: Triângulo formado pelas retas L2, L3 e L4

PHR: Plano Horizontal de Referência

PMGoD: Ponto Médio na Área Goniana

PVR: Plano Vertical de Referência

TC: Tomografia Computadorizada

TCFC: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

TME-Predictor: Third Molar Eruption Predictor (Preditor de Terceiro Molar)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	2
2.1. A Radiografia Panorâmica	2
2.1.1. Histórico, Evolução e Características da Radiografia Panorâmica	2
2.1.2. Aplicações da Radiografia Panorâmica	5
2.2. A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico – TCFC	8
2.2.1. Histórico, Evolução e Características da TCFC	8
2.2.2. Aplicações e Estudos de Medidas em TCFC	10
2.3. Estudos Comparativos Entre as Medidas da Radiografia Panorâmica, da Tomografia Computadorizada Convencional e da TCFC	15
2.4. Estudos de Medidas, Traçados Panorâmicos Grafimétricos e Panorametria de Puricelli	19
3. OBJETIVOS	32
4. MATERIAIS E MÉTODO	33
4.1. Delineamento do estudo	33
4.2. Local de origem	33
4.3. Local de realização	33
4.4. Seleção dos materiais	33
4.5. Critérios de inclusão e exclusão	34

4.6. Metodologia	35
4.7. Calibragem	38
4.8. Cálculo do tamanho amostral	39
4.9. Obtenção da Metrias	39
4.10. Análise Estatística	39
4.11. Considerações éticas	40
5. RESULTADOS	45
5.1. Avaliação Comparativa Entre os Examinadores	45
5.2. Avaliação das medidas lineares e angulares das radiografias panorâmicas e panorâmicas de TCFC e grau de magnificação	47
6. DISCUSSÃO	54
7. CONCLUSÕES	63
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
9. ANEXOS	78
9.1. Ficha para Tabulação dos Dados do Traçado	78
9.2. Resolução do Comitê de Ética em Pesquisa	80

1. INTRODUÇÃO

A utilização de exames de imagem como meios auxiliares nos processos de diagnóstico e tratamento de pacientes tem sido cada vez mais presente na Odontologia. Uma ampla gama de métodos e técnicas compõe o arsenal disponível para que os profissionais possam observar, analisar, prever resultados e prevenir acidentes e complicações.

Principalmente nos pacientes ortodônticos e cirúrgicos, a radiografia panorâmica é ferramenta indiscutível e imprescindível nos processos de diagnóstico, tratamento e preservação. Apesar das suas distorções e ampliações, este exame representa uma possibilidade única de apreciação das estruturas óssea e dentária em sua totalidade e de forma bilateral, sem sobreposições de imagem principalmente na região de corpo e ramos mandibulares (LANGLAND E LANGLAIS, 2002; PURICELLI, 2004).

Com a possibilidade de aquisições de imagens da face através da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico - TCFC, com tamanho real e sem distorções, abre-se a oportunidade de aliar a nobreza da radiografia panorâmica com a fidelização de imagem da tomografia computadorizada, ampliando-se ainda mais a sua aplicação na Odontologia. Além disso, com a aplicação de *softwares* específicos, é possível reformatar estas secções de imagens em composições panorâmicas, muito semelhantes à radiografia panorâmica convencional (GARIB et al, 2007).

A funcionalidade e utilidade dos traçados grafimétricos na estrutura facial e maxilo-mandibular, em especial nas tomadas panorâmicas, vêm contribuir para diagnósticos mais precisos e tratamentos com maior predição.

Buscamos comparar a aplicação da Panorametria, desenvolvida por Puricelli em 2004, em aquisições de imagem panorâmicas convencionais e de tomografias de feixe cônico. Ao aplicarmos a Panorametria na panorâmica oriunda da TCFC, tentamos desvendar as características desta imagem em relação à radiografia panorâmica.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. A Radiografia Panorâmica

2.1.1. Histórico, Evolução e Características da Radiografia Panorâmica

Wilhelm Conrad Röntgen, em 1895, descobre um novo tipo de raios que, por desconhecer a sua origem, denominou de "raios X" (Freitas, 2004). A partir de então, conscientiza-se o fato da descoberta da primeira técnica "não – invasiva" que permitiria a visão do interior do corpo do paciente.

No campo da Odontologia o primeiro profissional que se dedicou à utilização dos raios X, como elemento indispensável no exame clínico, foi Edmund Kells, que em 1899 já fazia referências à importância do uso de uma radiografia, indicando a importância de ângulos corretos e posicionadores padronizados para o filme radiográfico intra-bucal (Freitas, 2004).

Com o advento da técnica para Tomografia Linear, principalmente a partir dos trabalhos de Bocage, em 1921, uma nova linha de pesquisa fez-se presente no campo da Radiologia Médica.

A. F. Zulauf descreveu um método para escanear as arcadas superior e inferior através de um feixe estreito, e a técnica foi patenteada em 1922 como o aparelho "Panoramic X-Ray". H. Numata construiu um aparelho aplicável para exame clínico, denominado "Radiografia Parabólica", e publicou os primeiros resultados em 1933. O princípio geral de usar um feixe estreito para projetar objetos curvos foi apresentado por K. Heckmann em 1939, sendo a seguir patenteado. Em 1946, Y. V. Paatero publicou artigo sobre o feixe estreito e os requisitos básicos para a radiografia panorâmica, posicionando o filme no interior da boca dos pacientes, já na época considerado pouco prático. Tal observação levou os mesmos autores a pesquisar, alcançar e publicar em 1949 os princípios básicos da radiografia

panorâmica utilizando filme extra-oral. Em 1950, novamente Paatero e Nieminen desenvolveram o primeiro aparelho panorâmico experimental com duas placas rotatórias. Ainda no campo experimental, os autores desenvolveram um primeiro aparelho para pesquisas em pacientes, onde as placas eram fixas e a cadeira do paciente girava. Não satisfeitos com os resultados, em 1957 os autores desenharam um aparelho ortopantomográfico onde o tubo emissor girava e a cadeira ficava imóvel. Este aparelho, composto por três centros rotacionais, foi construído e instalado na Clínica Odontológica da Universidade de Helsinki, Finlândia. Diversos estudos de Paatero, até 1960, evoluíram aplicações clínicas com publicações ilustrando vários casos clínicos em pacientes. Segundo Hallikainen, em 1996, seguiram-se importantes trabalhos envolvendo diversos pesquisadores. Entre eles citam-se J. Duchamel como o primeiro autor a publicar em 1985 artigos considerando o conteúdo matemático do método. Ulf Welander e seus colegas, nos anos seguintes, fizeram considerações únicas sobre o entendimento teórico e matemático da radiografia panorâmica. H. Kashima et al foram os primeiros a publicar artigo sobre a radiografia panorâmica computadorizada (Apud Freitas, 2004).

Updegrave, em 1966, afirma que a radiografia panorâmica é um método de exame por imagem que utiliza o princípio da laminografia em superfície curva. As estruturas anatômicas dentro de um plano selecionado do paciente são registradas em um filme radiográfico, enquanto que estruturas fora deste plano aparecem desfocadas, sem nitidez, portanto, não interferindo na imagem radiográfica final.

Ramstad et al, em 1978, e Hayakawa et al, em 1993, referem que algum grau de distorção é inevitável quando uma estrutura anatômica tridimensional da mandíbula é projetada em um filme com um sistema rotacional panorâmico de radiografia que nos proporciona uma imagem bidimensional.

Scarfe, Eraso e Farman, em 1998, estudaram as características do aparelho de radiografia panorâmica Orthopantomograph[®] OP 100. Dentre outras características físicas, verificaram que o índice médio de magnificação no plano central das imagens adquiridas é de 1.29 (29%).

Tavano e Alvarez, em 1998, por sua vez, utilizam o termo genérico "radiografia em corte" para definir esta técnica obtida por um mecanismo que move o tubo de raios X e o filme em direções opostas simultaneamente. Assim, a fonte de raios X e o filme desenvolvem um movimento sincronizado, em sentido oposto, enquanto o paciente permanece imóvel.

Dannewitz et al, em 2002, investigaram o efeito da redução de radiação na obtenção de radiografias panorâmicas digitais na percepção da qualidade da imagem e performance diagnóstica. Foram realizadas duas tomadas panorâmicas de 100 pacientes, a primeira com a dose de radiação recomendada pelo fabricante e outra com dose reduzida entre 43% e 81%, sendo avaliadas por dez observadores, 21 áreas anatômicas e 30 achados patológicos. Os escores, divididos em cinco categorias, foram definidos como de excelente (1) até inadequada para o diagnóstico (5). Todas as tomadas com redução de dose de radiação tiveram escores menores para a identificação das áreas anatômicas. Não houve diferença nos escores para os achados patológicos. Os autores concluíram que as imagens com dose reduzida tiveram qualidade de imagem inferior, mas não houve diferença na performance diagnóstica. Por tal, concluíram que as imagens com dose reduzida tiveram qualidade de imagem inferior, mas redução de aproximadamente 50% na dose de radiação e em algumas situações, como exames de preservação, uma redução de 65% pode ser considerada.

Benediktsdottir et al, em 2002, estudaram a acurácia de radiografias panorâmicas digitais e convencionais na avaliação da posição e morfologia de terceiros molares mandibulares e a presença de anomalias dentárias e patologias. Foram realizadas análises de 335 pacientes totalizando 388 terceiros molares mandibulares. Sete aparelhos foram utilizados no estudo (5 digitais e 2 convencionais). Dois observadores determinaram os escores categóricos de 5 variáveis anatômicas (estado da impacção, posição dentária, número de raízes, morfologia das raízes e proximidade com o canal mandibular). Também determinaram a presença ou ausência de anomalias dentárias, cáries, cistos/espço folicular aumentado e outras patologias. Os autores concluíram que as imagens produzidas pelos cinco aparelhos de radiografia panorâmica digital estudados, quando comparadas as dos aparelhos analógicos convencionais foram igualmente

capazes de permitir a avaliação dos terceiros molares mandibulares, bem como no diagnóstico de anomalias dentárias e patologias.

Para Silva et al, em 2004, a distorção refere-se à ampliação das imagens nos sentidos horizontal e vertical. O grau de distorção depende das características próprias de cada aparelho, assim como a forma e espessura da camada de corte e angulação dos raios X. Além dos fatores inerentes de cada aparelho, fatores externos podem afetar o resultado final da radiografia. Entre eles citam a assimetria das arcadas dentárias, o posicionamento incorreto do paciente e a movimentação do paciente durante a tomada radiográfica. Os autores informam que partir da década de 70 foram publicadas análises matemáticas que expressaram as magnificações em radiografias panorâmicas. Entretanto, falharam no que se refere a estimar a exata magnificação a que o objeto estaria exposto quando fora do plano central da camada de corte dos aparelhos. Haveria, na realidade, uma variação de magnificação de acordo com o aparelho panorâmico utilizado, em virtude das diferenças entre as distancias do foco ao plano de corte apresentadas por cada aparelho.

Puricelli, em 2004, afirma ainda que até o momento nenhum tipo de equipamento ou técnica permite eliminar por completo as distorções da radiografia panorâmica. Entretanto, estas ocorrem dentro de uma proporcionalidade aceitável, principalmente na mandíbula.

Gijbels et al, em 2005, mediram a dose de radiação durante a realização de radiografias panorâmicas em diferentes aparelhos. Um manequim antropomórfico foi preenchido com um dosímetro termoluminescente e foi exposto a cinco aparelhos de radiografia panorâmica digital durante 10 exposições consecutivas. Os autores concluíram que os aparelhos de radiografia panorâmica estudados entregam uma dose de radiação menor do que os aparelhos analógicos, e que novos estudos devem tentar reduzir as doses de radiação preservando uma boa qualidade de imagem.

Até o momento, a radiografia panorâmica apresenta-se como o exame mais solicitado na Odontologia.

2.1.2. Aplicações da Radiografia Panorâmica

Wyatt et al, em 1995, descrevem que a radiografia panorâmica convencional produz uma imagem de ambas as arcadas em um único filme, proporcionando uma ampla visão da dentição e das estruturas de suporte. As aplicações específicas deste tipo de radiografia incluem não apenas a detecção de cáries dentárias e alterações ósseas alveolares, mas também aferições dimensionais e determinação das angulações relativas dos dentes.

Puricelli, em 1998, relata que a indicação da radiografia panorâmica deve ser uma rotina na consulta clínica odontológica, preferentemente a partir dos cinco anos de idade do paciente. Esta recomendação, em idade aparentemente precoce, permite determinar, nos momentos de formação dentária e crescimento ósseo, o aparecimento de alterações estruturais, numéricas e tumorais. É preciso lembrar das possibilidades de diferentes variantes patológicas e traumáticas que poderão surgir, principalmente nas crianças em crescimento. A repetição anual, ou bianual, desta radiografia serve como uma boa conduta preventiva, tanto no aspecto clínico quanto jurídico. A partir da radiografia panorâmica, poderão ser detectados e previstos os desvios no eixo vertical de erupção dos dentes ainda em fase de erupção ou já retidos.

Langland e Langlais, em 2002, referem que a radiografia panorâmica, se comparada a radiografias intrabucais convencionais, apresenta a desvantagem de mostrar menor definição e detalhe. Desta forma, após o diagnóstico de processos patológicos, por meio de uma radiografia panorâmica, outros métodos podem reproduzir imagens de estruturas individuais.

Ainda Langland e Langlais, em 2002, citam que através desta radiografia as relações dos dentes entre si e com outras estruturas podem ser estudadas no planejamento do tratamento. Por exemplo, o paralelismo dental entre suportes para próteses e coroas, a via de inserção das próteses parciais, a inclinação ortodôntica dos dentes e o grau de retenção dentária. Além disso, a radiografia panorâmica é uma modalidade excelente de imagem, em pacientes com trismo ou traumatizados, que não possam abrir a boca, já que esse tipo de radiografia é

realizado com a boca fechada. O ponto que torna a técnica panorâmica única entre as outras é que ela oferece como resultado, num único filme, uma projeção excelente na qual observa-se uma variedade de estruturas

Puricelli, em 2002, afirma que, como preservação clínica, a radiografia panorâmica oferece controles e registros da evolução da dentição permanente, facilitando o diagnóstico precoce de tumores decorrentes da odontogênese ou não.

Freitas, Torres, em 2004, revelam que o uso das radiografias panorâmicas se difunde cada vez mais pelas vantagens que oferecem, quando comparadas ao exame radiográfico intra-bucal periapical. O exame das arcadas dentárias em uma única tomada radiográfica, a facilidade da técnica e a baixa dose de radiação recebida pelo paciente são algumas dessas vantagens.

Puricelli, em 2004, conceitua que a radiografia panorâmica, tecnicamente resultante da projeção de um sistema rotacional, permite uma visão ampla do complexo bucomaxilofacial, tanto em oclusão como em mordida em topo. Além das arcadas dentárias, estruturas ósseas fixas e articuladas, oferece ainda imagens anatômicas das cavidades orbitárias, fossas nasais, seios maxilares e espaços aéreos. Possibilita uma extensão exploratória para visualização inicial de processo calcificante ou radiopaco localizado nas glândulas salivares, vasos sanguíneos, cadeias ganglionares submandibulares e apófise estilo-hióidea. Permite observar e analisar o desenvolvimento, erupção e esfoliação dos dentes decíduos. Na Ortodontia e na Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofaciais, a radiografia panorâmica persiste como importante informação auxiliar. Mesmo que sinalizada por sua pouca sobreposição de imagem, principalmente na mandíbula, não é disputada para estudos complementares, como, por exemplo, nas cefalometrias frontal e lateral. Em sendo uma imagem em panorama fronto-lateral da face, produz graus de distorção que, em valores decrescentes, envolvem as projeções horizontal, vertical e angular.

2.2. A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico – TCFC

2.2.1. Histórico, Evolução e Características da TCFC

O advento da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) permitiu a obtenção de um tomógrafo relativamente pequeno e de menor custo, especialmente indicado para a região dentomaxilofacial. O desenvolvimento desta nova tecnologia está provendo à Odontologia a reprodução da imagem tridimensional dos tecidos mineralizados maxilofaciais, com mínima distorção e dose de radiação significativamente reduzida em comparação à tomografia computadorizada (TC) tradicional. Segundo Garib et al, 2007, a tecnologia foi aperfeiçoada ao longo de poucos anos, a um custo bem mais acessível em comparação à TC tradicional. Tal se deve ao desenvolvimento de tubos de raios X mais acessíveis, sistemas de detectores de qualidade superior e computadores pessoais modernos. A TCFC para uso na Odontologia teve seus primeiros relatos publicados no final da década de noventa.

Mozzo et al, 1998, informam que, anteriormente, a técnica do feixe cônico já era utilizada em distintos propósitos como: radioterapia, imagiologia vascular e microtomografia de pequenos espécimes com aplicabilidade biomédica ou industrial. Os autores realizaram um estudo apresentando o tomógrafo NewTom-9000. Concluíram ser este aparelho muito promissor para a imagiologia dentomaxilofacial, principalmente devido a boa performance, baixo custo e pouca emissão de radiação, podendo ainda ser indicado para o uso em larga escala.

Arai et al, em 1999, apresentaram um outro aparelho com tecnologia e recursos muito semelhantes ao tomógrafo NewTom-9000. Denominado Ortho-CT, este tomógrafo consistia no aparelho convencional de radiografia panorâmica finlandês, Scanora[®], com a película radiográfica substituída por um intensificador de imagem (detector).

Maki et al, em 2003, publica que os programas de TC de feixe cônico, da mesma forma que a TC tradicional, permitem a reconstrução multiplanar do

volume escaneado, ou seja, a visualização de imagens axiais, coronais, sagitais e oblíquas, assim como a reconstrução em 3D. Adicionalmente, o programa permite gerar imagens bidimensionais, réplicas das radiografias convencionais utilizadas na Odontologia, como a panorâmica e as telerradiografias em norma lateral e frontal, Apresenta ainda a função denominada reconstrução multiplanar em volume, que constitui outra importante vantagem da TC de feixe cônico. Schmitt, em 2006, complementa que os cortes axiais são selecionados pelo operador em uma visão lateral da cabeça, e são considerados reconstruções primárias ou diretas. Cada corte contíguo pode apresentar uma espessura mínima inferior a 1mm. A partir do corte axial, obtêm-se as reconstruções secundárias, incluindo as reconstruções coronais, sagitais, os cortes perpendiculares ao contorno dos arcos dentários (orto-radiais ou trans-axiais), as reconstruções em 3D e as imagens convencionais bidimensionais. Sobre todas essas imagens, o *software* ainda permite a realização de mensurações digitais lineares e angulares, assim como colorir estruturas de interesse como o canal mandibular, por exemplo. O volume total da área escaneada apresenta um formato cilíndrico, de tamanho variável, de acordo com a marca do aparelho, e compõe-se unitariamente pelo *voxel*. Na TC de feixe cônico, o *voxel* é chamado de isométrico, ou seja, apresenta altura, largura e profundidade de iguais dimensões. Segundo os autores Kobaiashi et al, em 2004; Cevidanes et al, em 2005; e Hilgers et al, em 2005, cada lado do *voxel* apresenta dimensão submilimétrica (menor que 1mm, geralmente de 0,119 a 0,4mm) e, portanto, a imagem de TC apresenta melhor resolução. Por esta razão, os poucos estudos na área de validação da TC volumétrica para análises qualitativas e quantitativas mostraram uma alta acurácia da imagem, além de boa nitidez. A imagem da TC de feixe cônico distingue esmalte, dentina, cavidade pulpar e cortical alveolar. Os artefatos produzidos por restaurações metálicas são bem menos significantes que na TC tradicional.

Segundo Yamamoto, 2003; Scarfe et al, 2006, o aparelho de TCFC é compacto e assemelha-se ao aparelho de radiografia panorâmica. Geralmente o paciente é posicionado sentado. Entretanto em alguns aparelhos há a possibilidade de acomodar-se o paciente de pé ou em decúbito dorsal. O TCFC apresenta dois componentes principais, posicionados em extremos opostos da cabeça do paciente: a fonte ou tubo de raios-x, que emite um feixe em forma de cone; e um detector de

raios-x. O sistema tubo-detector realiza somente apenas um giro de 360° em torno da cabeça do paciente e a cada determinado grau de giro (geralmente a cada 1°), o aparelho adquire uma imagem base da cabeça do paciente, muito semelhante a uma telerradiografia, sob diferentes ângulos ou perspectivas. Já em 1998, Mozzo et al publicavam que, ao término do exame, essa seqüência de imagens base (*raw data*) é reconstruída para gerar a imagem volumétrica em 3D, por meio de um *software* específico com um sofisticado programa de algoritmos, instalado em um computador convencional acoplado ao tomógrafo. O tempo de exame pode variar de 10 a 70 segundos (uma volta completa do sistema), porém o tempo de exposição efetiva aos raios-x é bem menor, variando de 3 a 6 segundos.

Garib et al, 2007, referem a grande vantagem da TCFC permitindo que programas que executam a reconstrução computadorizada das imagens podem ser instalados em computadores convencionais, e não necessitam de uma Workstation como a TC tradicional, apesar de ambas serem armazenadas na linguagem DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*). Desta maneira, se o profissional possuir o *software* específico instalado em seu computador pessoal, ficará apto a manipular as imagens tridimensionais, segundo a sua conveniência, assim como mostrá-la em tempo real aos pacientes. As imagens de maior interesse ainda podem ser impressas e guardadas no prontuário, como parte da documentação.

Para Boeddinghaus e White, 2008, as reconstruções multiplanares podem ser utilizadas para produzir imagens cefalométricas frontais e laterais, bem como de tomadas panorâmicas, sem distorções ou magnificações.

2.2.2. Aplicações e Estudos de Medidas em TCFC

Mozzo et al, em 1998, apresentaram estudos sobre as características de um novo aparelho de TCFC – NewTom-9000. Os autores relataram que este aparelho possui, como principais características, os parâmetros técnicos e a performance do *software*. A precisão geométrica, avaliada com referenciais de várias modalidades de reconstrução e diferentes orientações espaciais, comparando-se as medidas reais

com a media das medidas reconstruídas, foi de 0,8-1% para as medidas de largura e 2,2% para as medidas de altura. Os autores também avaliaram a dose de radiação emitida pelo aparelho, concluindo que esta corresponde a aproximadamente 1/6 da dose de radiação emitida pelos tomógrafos espirais.

Nakagawa et al, em 2002, avaliaram a aplicação pré-operatória da TCFC como ferramenta de acesso em cirurgia oral menor. Os autores realizaram TCFC para reconstrução tridimensional com o *software* Dental 3D-CT, e compararam os resultados com radiografias panorâmicas, periapicais e oclusais. Os pacientes estudados foram submetidos a procedimentos cirúrgicos que incluíam extrações de dentes inclusos (19 casos), enucleação de cisto (8 casos), apicetomia (9 casos) e exérese de tumor odontogênico (2 casos). Os autores em suas descrições cirúrgicas concluíram, que as imagens geradas pelo Dental 3D-CT parecem prover informações superiores para a avaliação pré-operatória em cirurgia dento-alveolar. Referiram ainda, como vantagem, a diminuição da exposição à radiação.

Sukovic, em 2003, analisou a TCFC como ferramenta de diagnóstico na imagiologia craniofacial. O autor considera que a TCFC tem potencial para reduzir o tamanho e o custo dos aparelhos de tomografia computadorizada. Devido a sua resolução isotrópica submilimétrica espacial e imagens fieis e não distorcidas, é ideal quando dedicada para a imagiologia dentomaxilofacial. Quando combinada com *softwares* específicos, pode produzir soluções completas para os desafios clínicos, como o planejamento de implantes.

Guerrero et al, em 2006, analisaram o estado atual da TCFC para a avaliação e planejamento pré-operatório a cirurgia de implantes. Os autores consideram que a TCFC produz não só as imagens 3D como também cortes das arcadas dentárias. Para estes autores a TCFC representa o futuro a médio prazo, sendo que muitas mudanças ainda serão propostas e realizadas, principalmente em *hardware* e *software*, as quais contribuirão para a diminuição da dose de radiação.

Arnheiter, Scarfe e Farman, em 2006, realizaram levantamento de 329 TCFC solicitadas de maio de 2004 a janeiro de 2006 na Universidade de Louisville, buscando estabelecer o perfil dos profissionais solicitantes, dos pacientes e os motivos para a indicação de TCFC. A media de idade dos pacientes foi 45 ± 21 anos, com maior predominância de mulheres (62%). Cirurgiões bucomaxilofaciais (51%) e

periodontistas (17%) realizaram a maioria das solicitações. Os motivos para as solicitações de TCFC foram planejamento de implantes (40%), suspeita de patologias (24%) e avaliação de ATM (16%). Outros motivos envolviam a avaliação de dentes retidos e o pré-tratamento ortodôntico. Na metade final do período de estudo houve um crescimento nas indicações de TCFC para implantes, bem como nas solicitações de imagens DICOM para cirurgia guiada. Os autores concluíram que as solicitações para diagnóstico de patologias devem manter-se constantes. Já as cirurgias guiadas por modelos e por imagens expandirão o número de indicações dos Cirurgiões-Dentistas e da Odontologia.

Gadêlha et al, em 2007, realizaram revisão de literatura sobre os conceitos e indicações da TCFC em Odontologia, principalmente na Ortodontia. Os autores consideraram que o potencial da TCFC para diagnóstico e planejamento é amplamente diversificado. Entretanto, por tratar-se de um recurso auxiliar recentemente introduzido na Odontologia, sua utilização ainda é pouco difundida. Os autores concluíram que, considerando a aplicabilidade e a alta resolução de imagem da TCFC, é impossível imaginar um futuro sem a utilização rotineira desta na clínica ortodôntica.

Moshiri et al, em 2007, avaliaram em um crânio seco a acurácia de medidas cefalométricas. Com um paquímetro digital foram obtidas as medidas lineares reais, e comparadas com a cefalometria em radiografia teleperfil convencional e em duas imagens de perfil provenientes de TCFC. Tais medidas foram realizadas por três observadores. O ICC (Índice de Correlação Intraclasse) foi menor nas imagens cefalométricas convencionais do que nas aferições reais e da TCFC. Os autores concluíram que as medidas cefalométricas de radiografias em teleperfil convencionais foram menos precisas do que as provenientes da TCFC.

Ludlow et al, em 2007, avaliaram a acurácia de medidas mandibulares em TCFC nos modos axial e panorâmico reformatado, em três diferentes posicionamentos de cabeça. Para tal, foram utilizados 28 crânios secos, previamente preparados para medidas verticais e horizontais, através da localização pré-determinada de fios metálicos ortodônticos. As medidas reais foram realizadas com paquímetro digital. A partir dos resultados os autores puderam concluir que não

houve alteração na acurácias das aferições em relação à posição da cabeça, e que as aferições nas imagens bi e tridimensionais da anatomia mandibular foram precisas.

Lagravère et al, em 2008, avaliaram a acurácia tridimensional de medidas de imagens de TCFC realizadas em *software*, comparadas com o padrão-ouro CMM (Máquina de Medição Coordenada). Foram posicionados dez marcadores de titânio com 6mm de diâmetro e 3mm de altura em uma mandíbula prototipada. A CMM realizou medidas lineares e angulares sobre o modelo, determinado de grupo controle. Após a obtenção de uma TCFC no aparelho NewTom 3G, foram repetidas as mesmas medidas lineares e angulares através do *software* AMIRA. Os valores encontrados não apresentaram diferença estatisticamente significativa, não sendo as diferenças dos valores lineares e angulares maiores do que 1mm e 1°, respectivamente. Os autores concluíram que o aparelho de TCFC NewTom 3G produz imagens em tamanho real 1:1.

Gracco et al, em 2008, avaliaram a espessura do palato duro para o posicionamento de implantes de ancoragem através da TCFC. Foram realizados cortes coronais a partir do forame incisivo em 4mm, 8mm, 16mm e 24mm deste. As aferições foram realizadas na linha média e distante desta para a direita e para a esquerda 3mm e 6mm. Deste estudo participaram dois observadores. Os autores encontraram a maior espessura óssea na região anterior do palato (4-8mm), tanto na sutura palatina como nas regiões paramedianas. Os autores concluíram que através da TCFC pode-se confirmar ser a região anterior do palato a mais apropriada para a instalação de minimplantes, e que também a região posterior do palato apresenta espessura óssea para este fim.

Silva et al, em 2008, realizaram estudo para avaliar a dose de radiação da TCFC em comparação a TC convencional e radiografias panorâmicas em pacientes pré-tratamento ortodôntico. Em um manequim padrão utilizado para as aferições foram colocados 16 dosímetros termoluminescentes em áreas da cabeça e do pescoço. Neste estudo foram utilizados 4 aparelhos: dois aparelhos de TCFC (i-CAT e NewTom-9000), um aparelho de TC *multislice* (Somatom Sensation 64) e um aparelho de radiografia panorâmica convencional (Panoramic Orthophos Plus DS), com doses recomendadas pelos fabricantes. Os autores concluíram que, sob o ponto de vista de radiação e proteção, as radiografias convencionais ainda entregam as

menores doses aos pacientes. Quando imagens tridimensionais são necessárias na prática ortodôntica, a TCFC deve ser preferida ao invés da TC convencional. Entretanto, mais estudos são necessários para justificar a indicação rotineira de TCFC no planejamento ortodôntico.

Ballrick et al, em 2008, avaliaram a distorção de imagem e resolução espacial do aparelho de TCFC i-CAT. Para avaliar a distorção e acurácia de medições os autores construíram um modelo em acrílico contendo marcadores metálicos em cromo com 0,3mm de diâmetro, nos três planos do espaço, distantes entre si 5mm. Foram realizados escaneamentos completos nas 12 programações diferentes do aparelho. As medidas foram realizadas utilizando-se imagens no formato DICOM e utilizando o *software* Accurex. No modelo também foram realizadas aferições com um paquímetro digital. As medidas manuais e do computador foram estatisticamente diferentes, mas a diferença absoluta foi menor que 0,1mm, o que os autores consideram clinicamente irrelevante para a maioria das aplicações. Por tal, concluíram que este aparelho tem medidas clinicamente acuradas e resolução aceitável.

Loubele et al, 2008, avaliaram a qualidade de imagem em relação à dose de radiação de quatro aparelhos de TCFC. Para as aferições foram utilizados um modelo de crânio, escaneado à laser, e um modelo cilíndrico contrastado composto de polimetilmetacrilato, tecido ósseo e ar. Quatro aparelhos de TCFC foram utilizados neste estudo: Accuitomo, Mercuray, NewTom 3G e i-CAT. Como estudo controle foi utilizado o aparelho de TC convencional Sensation 16. Os autores concluíram que a melhor relação entre qualidade de imagem e dose de radiação foi encontrada no aparelho i-CAT.

Stratemann et al, em 2008, compararam em um crânio seco as medidas captadas na TCFC com medidas físicas reais obtidas através de um paquímetro. Foram usados dois aparelhos de TCFC, NewTom-9000 e Mercuray. Foram aplicadas esferas de cromo em 32 áreas do crânio e 33 áreas na mandíbula. Um investigador realizou as medições, por 5 vezes, e as medidas encontradas foram comparadas. Os autores concluíram que os valores encontrados em ambos aparelhos de TCFC foram altamente acurados quando comparados com os valores do padrão-ouro de medidas físicas do crânio *in situ*, com menos de 1% de erro relativo.

2.3. Estudos Comparativos Entre as Medidas da Radiografia Panorâmica, da Tomografia Computadorizada Convencional e da TCFC

Tal e Moses, em 1991, realizaram estudo em 10 pacientes comparando a acurácia de radiografias panorâmicas e tomografia computadorizada (TC) na avaliação da profundidade de áreas mandibulares em sítios de implantes. Os autores mediram a distancia entre a crista alveolar edêntula e o bordo superior do canal alveolar inferior. A distorção foi calculada utilizando-se a técnica da esfera metálica para as radiografias panorâmicas e a escala computadorizada para as imagens tomográficas. A distância precisa entre a crista alveolar edêntula e o canal alveolar inferior foi determinada através de radiografias pós-operatórias e a altura conhecida dos implantes colocados. Concluíram que, apesar de as imagens da TC serem mais precisas, a radiografia panorâmica é suficientemente precisa para as rotinas clínicas usuais ($p = 0.048$). Em contrapartida, as tomografias computadorizadas têm vantagem adicional no pré-operatório, revelando as dimensões horizontais e forma da mandíbula, bem como a topografia e localização vestibulo-lingual do canal alveolar inferior.

Waitzman et al, em 1992, realizaram medidas crânio-faciais em seis crânios secos e nas imagens destes na tomografia computadorizada (TC). Os autores verificaram discrepâncias entre as duas aferições quando o ângulo de posicionamento do crânio no tomógrafo foi superior a uma inclinação de 4° em relação à base. Na comparação entre as medidas os autores concluíram que as obtidas das imagens de TC são informações complementares aos dados clínicos usualmente coletados para o tratamento de deformidades faciais.

Lam, Ruprecht e Yang, em 1995, realizaram estudo comparando medidas verticais pré-operatórias à instalação de implantes osseointegrados em 10 radiografias panorâmicas e tomografias computadorizada convencional (imagens reformatadas no sentido vestibulo-lingual, tipo dental), pareadas dos mesmos pacientes. Os escores encontrados nas aferições verticais de radiografias panorâmicas foram sempre maiores do que os encontrados nas imagens em TC, à

exceção de 3 casos, com significativa diferença entre estes valores ($p > 0.0005$). Os autores concluíram que as maiores diferenças entre as duas técnicas ocorreram em casos de 15mm ou menos de altura óssea.

Pawelzik et al, em 2002, compararam radiografias panorâmicas convencionais com tomografias computadorizadas volumétricas na avaliação pré-operatória de terceiros molares mandibulares impactados. Foram realizadas avaliações de seis áreas anatômicas (raiz, coroa, relação dos ápices radiculares com o canal mandibular, canal mandibular, cortical mandibular e medular mandibular) em dez pacientes portadores de terceiros molares impactados e radiografias panorâmicas convencionais. Como complementação para o exame pré-operatório foram solicitadas tomografias computadorizadas volumétricas, sendo realizados cortes para-axiais e reconstruções lineares panorâmicas. Cinco cirurgiões bucomaxilofaciais avaliaram as imagens. Os autores concluíram que a tomografia computadorizada volumétrica, em cortes para-axiais, foram significativamente mais claras na percepção do canal mandibular do que as radiografias panorâmicas convencionais. Entretanto, para a avaliação de terceiros molares mandibulares impactados as radiografias panorâmicas convencionais demonstraram ser melhores do que as reconstruções lineares panorâmicas, sendo estas últimas consideradas ferramentas inválidas e insuficientes.

Hamada et al, 2005, realizaram estudo com o objetivo de demonstrar a aplicabilidade clínica da TCFC com o sistema Dental 3D-CT na avaliação de fissuras alveolares pós-enxerto ósseo. Foram realizadas radiografias panorâmicas convencionais e TCFC em 17 áreas de fissura de 13 pacientes. Os autores concluíram que a radiografia panorâmica pode oferecer apenas imagens bidimensionais, nos sentidos vertical e horizontal. Já o sistema de imagem Dental 3D-CT é capaz de realizar imagens tridimensionais precisas. Por tal é indicado para a avaliação clínica de enxertos ósseos alveolares pré e pós-instalação de implantes dentários ou tratamento ortodôntico nos dentes adjacentes às fissuras.

Hilgers et al, em 2005, realizaram estudo para definir as projeções reformatadas multiplanares da TCFC. Nestas foram comparadas a acurácia de medidas lineares da ATM, e estruturas relacionadas destas imagens, com as semelhantes medidas realizadas em radiografias cefalométricas digitais laterais,

póstero-anteriores e submentovértex, complementadas ainda com as medidas reais de crânios secos. Para tal foram medidos 11 sítios anatômicos de 25 crânios secos. Segundo os resultados as imagens advindas da TCFC possibilitam medidas lineares da ATM e mandíbula confiáveis e acuradas.

Honey et al, em 2007, avaliaram a acurácia de imagens de TCFC da articulação temporomandibular (ATM) em comparação à radiografia panorâmica e à tomografia linear *in vitro*. Foram examinadas 37 ATMs de 30 crânios secos, onde 19 apresentavam morfologia normal e 18 apresentavam erosão do pólo lateral. Dez observadores analisaram as imagens digitais planares, e puderam rotar as imagens adquiridas na TCFC. A variação intra-observador foi moderada ($Kappa = 0.57 \pm 0.22$). Os autores concluíram que para a detecção de erosão da cortical condilar, as TCFC proveram superior confiabilidade e maior acurácia do que as imagens provenientes da tomografia linear e da radiografia panorâmica.

Tantanapornkul et al, em 2007, estudaram a relação topográfica entre o canal mandibular e terceiros molares impactados. Foram comparadas a radiografia panorâmica convencional com a TCFC em 142 dentes terceiros molares mandibulares. Ao estudo das imagens somaram-se informações dos achados trans-operatórios. Na predição da exposição do canal mandibular, a sensibilidade e especificidade foi de 93% e 77% na TCFC e 70% e 63% na radiografia panorâmica, respectivamente. Os autores concluíram que a TCFC foi significativamente superior à radiografia panorâmica para a predição de exposição do feixe vâsculo-nervoso mandibular após a extração de terceiros molares inferiores impactados.

Mol e Balasundaram, em 2008, realizaram estudo *in vitro* para avaliar a acurácia da TCFC (NewTom 9000) em comparação à radiografia digital periapical e interproximal na detecção de defeitos periodontais em três dimensões. A amostra compreendia 146 sítios periodontais em 5 crânios secos. Foram posicionadas esferas metálicas *in situ* seguindo-se as medidas locais (verdadeira), aferições na TCFC e nas radiografias digitais intrabucais. As medidas foram realizadas por três observadores. Os autores concluíram que ao contrário da radiografia digital a TCFC NewTom-9000 proporciona melhor diagnóstico e melhores informações quantitativas dos níveis ósseos periodontais nas três dimensões. Entretanto a acurácia na região anterior das arcadas dentárias é limitada.

Angelopoulos et al, em 2008, compararam a identificação do canal mandibular previamente a instalação de implantes dentários entre radiografias panorâmicas digitais com as reformatadas a partir de tomografia computadorizada de feixe cônico. Foram utilizados dois aparelhos de radiografia panorâmica digital, DIMAX (digital) e DENOPTIX (digital com sistema de armazenamento de fósforo), e uma imagem panorâmica reformatada de TCFC, i-CAT. O canal mandibular foi dividido em três segmentos (terços posterior, médio e anterior) e estabeleceram-se escores para a visibilidade do mesmo. Concluíram que as imagens panorâmicas reformatadas da TCFC foram superiores às radiografias panorâmicas digitais para a visualização do canal mandibular.

Suomalainen et al, 2008, verificaram a acurácia de medidas lineares para a colocação de implantes usando TCFC (AccuiTomo) e tomografia computadorizada *multislice*. Foram realizadas medidas em uma mandíbula de cadáver, alterando a dose de radiação emitida. Esta mandíbula foi, então, segmentada em fatias de 4mm de espessura, sendo então realizadas medições com paquímetro digital *in loco*, que serviram como padrão-ouro. Dois observadores realizaram quatro medidas lineares, por duas vezes, e as médias foram comparadas. Os autores concluíram que a TCFC é uma ferramenta confiável para medições em planejamento de implantes quando comparada com a tomografia computadorizada convencional, e que neste estudo a diminuição na dose de radiação da tomografia computadorizada convencional não gerou perda maior na acurácia das medidas.

2.4. Estudos de Medidas, Traçados Panorâmicos Grafimétricos e Panorametria de Puricelli

Os exames radiográfico da face , apesar da grande concentração de estruturas ósseas em pequeno volume cúbico, caracterizando sobreposições de imagem, e nitidez discutível, rapidamente ampliavam o seu uso clínico para os diagnósticos de lesões na área. Os estudos de Broadbent, nos Estados Unidos, e de Hofrath na Alemanha, mesmo que geograficamente isolados mas conjugados no

tempo, trouxeram a descoberta do cefalostato em 1931. A possibilidade de uma padronização métrica, passou a permitir a realização das radiografias cefalométricas e seu emprego científico. Como consequência obteve-se os primeiros estudos do crescimento da cabeça (BERTOLLO, 2000).

Keen, em 1945, realizou um dos primeiros estudos sobre o ângulo da mandíbula, ou ângulo goniano. O autor conceitua este ângulo como encontrando-se entre a linha do bordo posterior do ramo ascendente e o plano horizontal. Para o autor, este ângulo pode ser determinado a partir de duas tangentes à linha posterior do ramo e ao bordo inferior da mandíbula. Nos seus estudos para a determinação e medida do ângulo mandibular utilizou 127 mandíbulas da coleção antropológica do departamento e 135 radiografias laterais de pacientes vivos, totalizando 262 medições. Verificando as mudanças do ângulo mandibular em relação à idade e condições dentárias, concluiu que este não aumenta com a idade. Entretanto, o ângulo aumenta com as perdas dos dentes e do osso alveolar maxilo-mandibular. Assim, passa a afirmar que a reabilitação protética imediata previne a reabsorção dos bordos alveolares e preserva o ângulo mandibular.

A partir deste estudo inicial destacamos os trabalhos apresentados por Richardson, em 1970. Esta autora realizou estudo que, além de aferir o ângulo obtido entre o plano oclusal do terceiro molar e o plano inferior da mandíbula, também mediu o espaço entre o segundo e o terceiro molares e a distancia entre os pontos goniano e pogônio. Foram utilizadas 324 radiografias laterais oblíquas (60°) direita e esquerda de 162 pacientes. A autora concluiu que o terceiro molar geralmente está inclinado para mesial, formando um ângulo com o plano mandibular médio de 38° (11°– 83°); que o espaço entre o segundo e terceiro molares é em média 1.2mm (7mm – 0mm); e que não há relação definitiva entre o desenvolvimento precoce da posição do terceiro molar e outras dimensões de dentes e da mandíbula.

Richardson, em 1975, publicou um estudo baseado em cefalometrias obtidas de radiografias em teleperfil. No estudo foram comparados dois grupos de pacientes. Um grupo de 45 indivíduos com terceiros molares retidos e um grupo com 50 indivíduos cujos terceiros molares haviam erupcionado ou irrompido. Todos os pacientes haviam recebido tratamento ortodôntico, sem extrações dentárias. Os

mesmos foram acompanhados durante um período entre 7 e 10 anos até que os terceiros molares houvessem erupcionado ou tivessem sido considerados retidos. Desta forma, foram aferidas as seguintes medidas: a angulação inicial da superfície oclusal do terceiro molar inferior em relação ao plano mandibular na primeira radiografia, a quantidade de alteração na angulação durante o período de observação e a quantidade de crescimento da mandíbula aferido através da distância do ponto articular ao pogônio durante o período de observação. Observou-se que não existiu uma relação entre as alterações de angulação dos terceiros molares nos lados direito e esquerdo do mesmo indivíduo, obtendo-se, muitas vezes, retenção de um lado e erupção no outro. Além disso, houve uma média de crescimento mandibular significativamente maior no grupo de terceiros molares erupcionados.

Ainda Richardson, em 1977, buscou avaliar a possibilidade de demonstrar diferenças em relação ao tamanho e forma da mandíbula e dentes entre indivíduos com terceiros molares retidos e erupcionados. Concluiu que pacientes com maloclusões de Classes II esqueléticas, mandíbulas mais curtas e com menor ângulo goníaco estavam em associação com terceiros molares retidos, quando comparados com aqueles pacientes que possuíam dentes erupcionados. Esta reduzida quantidade de crescimento mandibular ocorreu tanto no comprimento total (articular-pogônio) como em relação ao comprimento do corpo (gônio-pogônio) sendo que estas diferenças foram verificadas na idade de 18 anos ou mais, mas foram menos óbvias aos 10 ou 11 anos, provavelmente devido às diferenças em graus e direções de crescimento. Foi encontrada, ainda, uma maior angulação do terceiro molar no grupo de terceiros molares retidos do que no grupo de terceiros molares que erupcionaram. Concluiu que um prognóstico preciso da erupção dos terceiros molares através de medidas radiográficas não é possível na idade de 10 a 11 anos sendo, portanto, de pouco valor nesta idade para prever se um terceiro molar vai permanecer retido ou não. A autora relata ainda que 54% das retenções dos terceiros molares neste estudo ocorreram de forma atípica e, assim, se torna improvável que se possa prever com exatidão a retenção de terceiros molares até que as razões pelas quais as inclinações angulares atípicas ocorrem sejam elucidadas.

Slagsvold e Pedersen, em 1977, avaliaram a distorção do ângulo

goníaco obtido de radiografias cefalométricas laterais através da comparação com medidas obtidas de 30 crânios humanos masculinos. Observaram que a média do ângulo goníaco nas radiografias cefalométricas laterais foi maior do que a média das observações craniométricas. A distorção variou de um lado para outro, tendo sido, em média, maior no lado mais próximo ao filme. Em alguns casos puderam observar uma distorção de 15 até 20°. Desta forma, concluíram que as radiografias cefalométricas laterais não permitem registros confiáveis do ângulo goníaco.

Mattila, Altonen e Haavikko, em 1977, buscaram avaliar a confiabilidade dos ângulos gonianos nas radiografias panorâmicas e nas cefalométricas laterais. Para as comparações métricas foram usados crânios secos. O experimento foi realizado através de sucessivas exposições, alternando posicionamento do plano oclusal em 10° para cima e 10° para baixo, associado a um avanço e uma retrusão de 10mm cada. Os autores concluíram que é possível determinar o ângulo goniano na radiografia panorâmica com maior acurácia do que nos cefalogramas laterais. Além disso, observaram que os ângulos direito e esquerdo podem ser mais facilmente determinados nas radiografias panorâmicas, evitando a influência das sobreposições de imagem nos cefalogramas laterais. Por fim, não foi observada diferenças significativas em relação aos diferentes posicionamentos durante a exposição o que recomendaria a radiografia panorâmica como escolha para a determinação dos ângulos gonianos.

Altonen, Haavikko e Mattila, em 1977, utilizaram radiografias panorâmicas e cefalométricas laterais de 649 indivíduos cujas idades variavam dos 5 aos 19 anos. Destes, 474 tinham até 15 anos. Dentre outras medidas, os autores buscaram aferir o ângulo de inclinação entre o terceiro e o segundo molares. Para determinar o grau de inclinação entre o terceiro e o segundo molares inferiores, os eixos longitudinais destes dentes foram traçados através do ponto central da superfície oclusal e bifurcação, ou ponto central da concentração óssea, formando esta bifurcação de tal forma que eles se intersectassem. O ângulo entre eles fornecia uma inclinação mesial ou distal do terceiro molar em relação ao segundo molar. O ângulo goníaco, por sua vez, foi determinado através da intersecção de duas tangentes, sendo uma traçada através do ponto mais dorsal da superfície posterior do ramo e côndilo mandibular, enquanto a outra era traçada através da porção

inferior do corpo e ângulo da mandíbula. Por fim, com a finalidade de determinar o grau de inclinação entre o segundo molar e a linha da base mandibular buscou-se aferir o ângulo mais mesial a esta intersecção. Foi observado que a angulação do terceiro molar em relação ao segundo molar decrescia com a idade, especialmente depois dos 14 ou 15 anos de idade. Observaram ainda que a angulação do terceiro molar em relação ao segundo molar não se correlacionou com o tamanho do ângulo goníaco, mas que este ângulo diminuiu com a idade. Já o ângulo mesial entre o eixo longitudinal do segundo molar e a linha da base mandibular teve uma correlação altamente significativa com o tamanho do ângulo goníaco.

Frykholm et al, em 1977, avaliaram a confiabilidade da radiografia panorâmica em relação às aferições angulares de dentes adjacentes. Os autores concluíram que aferições angulares obtidas através de radiografias panorâmicas registram a inclinação de dentes mais corretamente do que com qualquer outro método radiográfico.

Haavikko, Altonen e Mattila, em 1978, dando seqüência a seus estudos utilizaram radiografias panorâmicas de 110 pacientes, sendo que 80 pacientes não haviam sido submetidos à terapia extracionista e 30 deles haviam realizado a exodontia de pré-molares. A primeira radiografia foi realizada numa faixa etária média de 13 anos e 5 meses e a segunda 6 anos após, aproximadamente aos 19 anos e 5 meses. Foi utilizado o traçado proposto em 1977 pelos mesmos autores a fim de avaliar a presença de alguma característica que pudesse ser utilizada para prognosticar o desenvolvimento e erupção dos terceiros molares inferiores, além de estudar o efeito da terapia extracionista no desenvolvimento e erupção dos terceiros molares. Os resultados mostraram que o terceiro molar inferior apresenta um trajeto de erupção mais complexo e mais variável do que qualquer outro dente. Como conclusão não foi encontrada correlação entre a inclinação do terceiro molar com o ângulo goníaco ou com a angulação do segundo molar. Quanto à terapia extracionista, observou-se que sua influência parece ser apenas aparente, visto que a extração acelera, mas não promove a erupção.

Samawi e Burke (1984) investigaram a precisão da projeção nas radiografias panorâmicas utilizando um dispositivo em tela metálica com estruturas de chumbo para representar respectivamente a curvatura do arco dentário, o longo

eixo dos dentes e as estruturas esqueléticas. Em todos os posicionamentos, exceto quando das inclinações laterais, as angulações obtidas dos dentes posteriores, tanto lado esquerdo quanto direito, foram muito próximas. As estruturas esqueléticas relacionadas a borda posterior do ramo e inferior do corpo mandibulares registraram-se relativamente estáveis. Somando-se a este resultado a aferição do ângulo goníaco foi estável mesmo com a variação extrema nos posicionamentos. Os autores concluíram que a utilização de medidas angulares obtidas das radiografias panorâmicas é perfeitamente aplicável em pesquisas clínicas quantitativas, principalmente no desenvolvimento dentário nas regiões posteriores.

Welander, Tronge e McDavid (1989) relataram que na radiografia panorâmica a distorção angular é extremamente menor nas regiões laterais quando comparadas com a região anterior, onde a mesma revela-se mais pronunciada. Os autores concluíram que, apesar da pobre confiabilidade das aferições horizontais, as angulares podem ser obtidas com surpreendente confiabilidade em radiografias panorâmicas.

Thanyakarn et al, em 1992a, realizaram uma série de dois estudos com o intuito de avaliar as medidas dos dentes primeiros molares e segundos pré-molares superiores e pré-molares inferiores através de pacientes com dentes extraídos em radiografias panorâmicas. O primeiro estudo comparou as medidas de 64 dentes. Foram colocadas esferas metálicas nas cúspides e ápices radiculares, e colocados em corpos de prova plásticos. Foram realizadas duas tomadas radiográficas dos corpos de prova, com intervalo de um mês. As aferições das medidas foram realizadas por um observador nos dois tempos do estudo. Os autores concluíram que a radiografia panorâmica pode realizar aferições com significativa reprodutibilidade, à exceção da raiz palatina do primeiro molar superior ($p > 0.001$).

Em Thanyakarn et al, em 1992b, os autores realizaram as mesmas medições, nos mesmos tempos do estudo, porém com quatro observadores. Os autores concluíram que houve grande variação intra-observador, principalmente na aferição da raiz palatina dos molares superiores, e que nas medidas de tamanho dos dentes em radiografias panorâmicas há grande influência da performance dos observadores. As variações inter e intra-observadores devem ser consideradas quando da avaliação dos efeitos do tratamento ortodôntico através de radiografias.

Ventä, em 1993, publicou seu método denominado *Predictor* para erupção o terceiro molar TME-Predictor (*The Third Molar Predictor*). Trata-se de um dispositivo transparente para rápida predição do potencial de erupção ou retenção do terceiro molar mandibular. É aplicado sobre a radiografia panorâmica respeitando linhas de referencia horizontal no plano oclusal e vertical no bordo distal do segundo molar. Segundo o mesmo autor este dispositivo foi criado com fins científicos. Entretanto sua aplicabilidade ainda não foi submetida a avaliação de emprego visto não terem sido cumpridos alguns itens de pesquisa. Por tal, ainda não está em uso.

Wyatt et al, em 1995, realizaram estudo *in vitro* para avaliar a acurácia de medidas verticais e angulares comparando três sistemas panorâmicos rotacionais (Oralix Pan DC/1, Panelipse e Orthophos) e duas projeções laterais oblíquas padronizadas (45° e 60°) usando dois sistemas cefalométricos (Orthophos e Quint Sectograph). Foram utilizados modelos em acrílico com fios metálicos representando a posição e angulação dos dentes. Os autores consideram que a magnificação horizontal da radiografia panorâmica é de aproximadamente 25%, podendo variar de 20% até 35%. Também encontraram magnificações verticais nestas radiografias, variando de 17,5% à 32%. Os autores concluíram que as radiografias laterais oblíquas em 45° e 60° são mais precisas para a determinação de dimensões verticais do que as radiografias panorâmicas. O aparelho Panelipse foi o aparelho panorâmico mais preciso, enquanto que o sistema cefalométrico Quint foi o mais acurado. Os sistemas Quint e Orthophos para aquisição de radiografias laterais oblíquas, são mais precisos para a determinação de dimensões horizontais. Não foi possível determinar a superioridade de nenhum sistema nas medidas angulares, tendo em vista os vieses de posicionamento e/ou outros ainda indeterminados.

Türp et al, em 1996, realizaram estudo para determinar a altura do côndilo mandibular comparando as medidas reais obtidas de crânios secos com as radiografias panorâmicas destes. Os autores encontraram baixa correlação entre as medidas obtidas de crânios secos e de radiografias panorâmicas, e concluíram que as radiografias panorâmicas não são apropriadas para medições verticais exatas.

Xie et al, em 1996, utilizando cinco crânios secos, realizaram estudo *in vitro* para avaliar o efeito do posicionamento da cabeça em radiografias panorâmicas nas mensurações verticais. Os autores, além de um traçado próprio, propuseram

pontos específicos para a determinação de medidas verticais tanto na maxila como na mandíbula. Os crânios foram posicionados no aparelho panorâmico em nove posições distintas. Os autores concluíram que se as linhas de referência estão no mesmo plano vertical dos dentes, pequenas inclinações da cabeça não afetam significativamente as medições verticais na mandíbula ou nas regiões posteriores da maxila.

Hattab e Alhaija, em 1999, investigaram algumas variáveis relacionadas com os dentes terceiros molares e as dimensões das arcadas entre indivíduos com terceiros molares erupcionados ou retidos em posição mesioangular. Para tanto foram utilizadas radiografias panorâmicas padronizadas de 134 indivíduos com 213 terceiros molares inferiores sobre as quais foram realizados traçados lineares e angulares. A idade média destes pacientes era $19,8 \pm 0,7$. Nenhum indivíduo havia recebido tratamento ortodôntico ou apresentava ausências dentárias com exceção do terceiro molar. As radiografias panorâmicas foram padronizadas através da utilização do aparelho ortopantomográfico Orthophos-5[®]. Observou-se que o espaço retromolar foi significativamente menor no grupo com terceiros molares inferiores retidos do que no grupo com terceiros molares erupcionados. Os autores concluíram que a variável mais significativa associada com a retenção de terceiro molar era a do espaço inadequado. Referiram ainda a possibilidade numérica significativa de erupção de dentes terceiros molares se a relação espaço retromolar e largura coronária mantivessem uma relação de proporção maior ou igual a um. Entretanto, mesmo quando o espaço retromolar era adequado, aproximadamente 17% dos terceiros molares não irromperam. Além disso, poucos pacientes apresentaram assimetria entre os lados direito e esquerdo quanto à retenção ou erupção dos terceiros molares. Também não foi encontrada relação entre o tamanho do ângulo goníaco e a erupção ou retenção.

Støre e Larheim, em 1999, realizaram estudo retrospectivo de 31 pacientes apresentando osteorradionecrose, comparando as imagens da radiografia panorâmica e da TC. Em seis pacientes foi realizado ainda o estudo anatomopatológico da peça cirurgicamente ressecada. Em 22 pacientes, as lesões foram estimadas como confiáveis em ambas as imagens. Em seis pacientes a lesão apresentava-se maior na TC. Entretanto em outros três casos a lesão foi maior na

radiografia panorâmica. Destruição mono ou bicortical, necrose central e seqüestro ósseo foram melhor visualizados pela TC. Ao comparar histologicamente as lesões com as imagens pré-operatórias, a TC foi mais precisa para avaliar a topografia real das lesões. Os autores concluíram que a TC é superior a radiografia panorâmica na visualização topográfica da osteorradionecrose, incluindo a relação ântero-posterior da lesão.

Schulze et al, em 2000, avaliaram *in vitro* a precisão e acurácia de medidas em radiografias panorâmicas digitais utilizando 70 imagens panorâmicas digitais de um crânio seco. Foram criadas sete diferentes posições, com pinos e esferas metálicas fixadas na mandíbula. As medidas foram realizadas com um cursor nos modos 1:1 e 2:1. Os autores concluíram que os valores mais confiáveis foram aqueles obtidos de elementos lineares no plano horizontal, sendo a diferença menor do que 1mm em relação ao tamanho real do artefato. Para estes autores as medidas digitais são suficientemente acuradas para uso clínico.

Ventä e Schou, em 2001, avaliaram a acurácia do Predictor de Erupção de Terceiro Molar (TME-Predictor), criado e publicado por Venta em 1993, analisando radiografias panorâmicas de 28 estudantes do primeiro ano de Odontologia da Universidade de Copenhagen, Dinamarca. Foram analisados 45 dentes terceiros molares inferiores apresentando retenção total ou parcial. Os autores concluíram que o modelo é de uso simples, necessitando apenas uma calibração prévia do examinador, podendo ser aplicado em todas as radiografias panorâmicas.

Mckee et al, em 2001, examinaram o efeito do erro de posicionamento do paciente em radiografias panorâmicas nas medidas mesiodistais e angulações dentárias e compararam estes resultados com as medidas encontradas em uma posição idealizada. O método utilizado consistiu-se de um modelo de *typodont* adaptado em um crânio seco, e fixado em uma posição cefalométrica anteroposterior e vertical. Deste crânio obteve-se cinco radiografias panorâmicas em cada uma das cinco posições propostas: posição ideal, 5° para a direita, 5° para a esquerda, 5° para superior e 5° para inferior. Os autores concluíram que 64% dos ângulos maxilares e mandibulares foram estatisticamente diferentes dos valores encontrados na posição ideal. As angulações verticais (para cima e para baixo) tiveram efeito mais pronunciado no desvio do ângulo de projeção maxilar. As angulações

horizontais (para a direita e para a esquerda) tiveram maior efeito sobre o desvio do ângulo de projeção na região anterior da mandíbula. Além disso, os autores concluíram que o limite de tolerância clínica de $2,5^\circ$ revelou que 53% dos ângulos maxilares e mandibulares foram estatisticamente diferentes em relação à posição ideal, com relevância clínica.

Ramesh, Tyndall e Ludlow, em 2001, avaliaram a eficácia no diagnóstico de lesões dentoalveolares de radiografias panorâmicas convencionais e digitais. Os autores utilizaram cinco pacientes submetidos aos exames radiográficos panorâmicas convencional e digital, além de um levantamento periapical completo. Quatro observadores analisaram as imagens convencionais e digitais para a detecção radiográfica de cáries e doença periodontal. Não houve diferença significativa entre as imagens para a detecção de cáries ($p = 0,704$), mas para a detecção de doença periodontal houve diferença ($p = 0,015$), onde a radiografia panorâmica convencional foi melhor do que a digital. Para os autores, a constatação de melhor resultado de detecção da doença periodontal na radiografia panorâmica convencional se comparada à digital, porém mais estudos são necessários para determinar a relevância clínica destes resultados em detrimento das potenciais vantagens da tecnologia digital.

Stramotas et al, 2002, realizaram estudo *in vitro* para determinar a acurácia de medidas lineares e angulares em radiografias panorâmicas tomadas em diferentes posições de cabeça. Para simular o tamanho dos dentes, neste modelo em acrílico foi colado um fio de aço representando o plano oclusal. Transversalmente, em perfurações equidistantes, foram posicionados pinos de aço, simulando o tamanho dos dentes (coroa acima do plano oclusal e raiz abaixo). Este modelo foi fixado em quatro posições diferentes: posição natural, desvio vertical do plano oclusal para a direita, desnível vertical do plano oclusal para a esquerda e inclinação do plano oclusal anterior para cima. Quatro medidas foram analisadas: dimensão vertical dos fios simulando os dentes e a proporção corono-radicular, medidas angulares destes pinos em relação ao plano oclusal, medidas angulares destes pinos em relação à uma linha de referência, e medidas angulares destes pinos em relação aos pinos do mesmo segmento dentário. Houve erro significativo em todas as medidas quando o plano oclusal estava inclinado para cima na região anterior em 8

graus. As inclinações laterais do plano oclusal em menos de 10 graus inclinação anterior demonstrou não haver diferença significativa nas medidas. Os autores concluíram que há alguma tolerância na variação da posição da cabeça, sem que o plano oclusal esteja inclinado anteriormente.

Akcam, Altıok e Ozdiler, em 2003, avaliaram a versatilidade da radiografia panorâmica propondo um estudo grafimétrico para radiografias panorâmicas, e realizando a correlação com as medidas da radiografia de teleperfil em cefalostato. Foram utilizados exames por imagem de 30 pacientes Classe II esquelética, Classe II dentária, primeira divisão. Através de um traçado próprio, os autores realizaram marcações de pontos na cefalometria e identificaram os pontos correspondentes na radiografia panorâmica. Os examinadores realizaram aferições lineares e angulares. Os autores concluíram que, apesar de a radiografia panorâmica revelar informações verticais, os profissionais deveriam estar atentos em relação à aferição de medidas cefalométricas na radiografia panorâmica, principalmente pela sua baixa porcentagem de predictabilidade.

Puricelli, em 2004, apresentou uma proposta metodológica para um traçado grafimétrico para a mandíbula em radiografia panorâmica, com o objetivo de permitir o estabelecimento de proporcionalidade das estruturas ósseas e dentárias, tanto individualmente quanto entre si, e ainda estabelecer um comparativo bilateral das mesmas. Desta forma, sob a denominação de Panorametria apresenta as possibilidades de metrias indicadas para a mandíbula (Panorametria mandibular) e região dentária posterior (Panorametria dentária). Quando conjugar maxila e mandíbula sua denominação será de Panorametria total.

Para Puricelli, em 2004, a Panorametria consiste na identificação de pontos, retas e ângulos, bilateralmente. A seqüência de etapas do traçado ósseo envolve: desenho estrutural da mandíbula, traçado do plano horizontal de referência, traçado do plano vertical de referência, traçado da bissetriz entre o plano horizontal e vertical de referência, fixação do ponto condilar, fixação da referência como forame mentoniano, traçado da linha oblíqua, determinação do ponto goniano, fixar a linha média da mandíbula, e traçado das linhas de base. A seqüência das etapas do traçado dentário envolve: desenho estrutural das coroas molares, determinação do equador da coroa e traçado do seu longo eixo.

Ainda segundo Puricelli, em 2004, a possibilidade de estudos comparativos entre medidas em modelos dentários e as medidas em radiografias panorâmicas vem favorecendo o entendimento para criação de métodos de estudos de proporção comparada.

Laster et al, em 2005, realizaram estudo de medidas em crânios idealmente posicionados e mau posicionados para avaliar erros nas medidas lineares e razões de simetria em radiografias panorâmicas. Foram utilizados imagens provenientes de 30 crânios. Foram comparadas medidas fotográficas (controle) e radiográficas panorâmicas. Fios metálicos verticais e horizontais, além de linhas verticais e horizontais para determinação da altura condilar, altura do ramo ascendente, e ponto goniano - forame mentoniano foram utilizados para a determinação das medidas. Os autores concluíram que há pouca sensibilidade da radiografia panorâmica para a detecção de assimetrias e pouca especificidade para a relevância clínica de crânios mau posicionados.

Farman, em 2006, comentou o artigo de Laster et al (2005) e discordou sobre a generalização dos resultados para todos os aparelhos e sistemas de radiografias panorâmicas. O autor comenta que, com o aprimoramento de componentes, do controle do movimento eletrônico e do melhor conhecimento da forma das arcadas dentárias, os sistemas panorâmicos vêm se desenvolvendo com o passar dos anos. Além disso, com a introdução de detectores digitais mais sofisticados, é possível ajustar as imagens em *software*, compensando a forma dos arcos e a posição da cabeça. O autor conclui que seria melhor ter limitado os resultados ao aparelho e sistema panorâmicos utilizados (Orthophos Plus - Program 1), e não generalizá-los.

Niedzielska et al, em 2006, buscaram determinar quais medidas realizadas em radiografias panorâmicas podem facilitar o prognóstico da posição de terceiros molares mandibulares no arco com o passar dos anos. O estudo envolveu 64 pacientes, acompanhados durante 10 anos, que realizaram radiografias panorâmicas em 1993 e 2003. Foram medidos o espaço retromolar sobre o diâmetro da coroa do terceiro molar (Ganss Ratio – Ganss et al, 1993), o ângulo entre os longos eixos do terceiro e segundo molares, e o ângulo do longo eixo do terceiro molar e a base da mandíbula. Os autores concluíram que, com os valores de Ganss

Ratio e a inclinação do terceiro molar em relação ao segundo molar e à base da mandíbula, é possível prever o potencial de alinhamento do terceiro molar no arco usando a radiografia panorâmica.

Almeida-Pedrin et al, em 2006, avaliaram as inclinações axiais mesiodistais da bateria labial superior através de radiografias panorâmicas. O grupo teste continha 40 pacientes com maloclusão classe I submetidos a tratamento ortodôntico. O grupo controle apresentava 42 indivíduos, nunca tratados ortodonticamente. Os autores usaram a grafimetria proposta por Akcam, Altioek e Ozdiler (2003). Foram comparadas a radiografia inicial (T1) com a final (T2) do tratamento ortodôntico sem extrações, e estas com um grupo controle com oclusão aceitável. A média de T1 foi comparada com a de T2, e ambos tempos foram comparados com a média dos valores do grupo controle. A média de T2 foi diferente em 50% dos dentes avaliados do que em T1. Os valores de T2 foram muito semelhantes aos do grupo controle. Os autores concluíram que a radiografia panorâmica é uma ferramenta efetiva para a avaliação de inclinações axiais mesiodistais da bateria labial anterior.

Hennigen et al, em 2007, realizaram em radiografias panorâmicas um estudo comparativo do grau de inclinação dos dentes terceiros molares inferiores seguindo os traçados de Altonen, Haavikko & Matilla, em 1977, e de Puricelli, em 2004. Foram realizadas aferições angulares dos terceiros e segundos molares de 30 pacientes, com duas radiografias panorâmicas em dois tempos distintos da formação radicular do terceiro molar. Os autores concluíram que os traçados de Altonen, Haavikko e Matilla, e Puricelli diferem entre si, com relação a todas as medidas. Entretanto, os dois traçados apresentam uma correlação positiva para todas as medidas estudadas.

Uthman, em 2007, analisou o espaço retromolar em relação a medidas angulares e lineares em uma amostra de pacientes iraquianos, em radiografias panorâmicas digitais. A amostra continha 50 radiografias de pacientes com relação molar tipo classe I. Foi utilizado o *software* Dimaxis Pro Classic 3.2.2 (Planmeca Oy, Helsinki, Finland) baseada em traçados já apresentados por Ganss et al, em 1993. Nove variáveis, medidas lineares e angulares, foram realizadas para determinar os valores mínimo e máximo de cada variável, e a possível correlação entre elas. O

traçado foi proposto pelo autor. A amostra foi dividida em dois grupos, erupção total e erupção parcial. O autor concluiu que o ângulo de terceiro molar, o ângulo entre o terceiro molar e o segundo molar, e o ângulo goniano são as variáveis que devem ser levadas em consideração quando na predição da erupção dos terceiros molares.

Talabani, Gataa e Jaff, em 2008, realizaram estudo para precisar a localização do forame mentoniano utilizando os *softwares* Photoshop e AutoCAD, em radiografias panorâmicas de 110 pacientes dentados e de 50 pacientes desdentados em uma população curda iraquiana. Foi utilizado um traçado próprio para a localização do forame mentoniano. Nos pacientes dentados, o forame mentoniano esteve localizado junto ao longo eixo do segundo pré-molar em 55% (n=60) dos casos, e entre o primeiro e o segundo pré-molar em 35,9% (n=39) dos casos. A posição ântero-posterior foi assimétrica em 17,3% dos pacientes (10% nos homens e 25% nas mulheres). No plano vertical, o forame mentoniano esteve localizado em um ponto médio entre o bordo inferior da mandíbula e a crista óssea alveolar. Os autores concluíram que este método facilita a rápida localização do forame mentoniano, podendo ser bastante útil em qualquer cirurgia mandibular.

Silveira et al, em 2009, realizaram estudo para a calibragem de examinadores através de um *software* próprio desenvolvido para este fim, chamado de Cyclops. Os autores propuseram a identificação de 28 pontos cefalométricos em 10 radiografias teleperfil. A marcação dos pontos foi realizada por 10 observadores (5 ortodontistas e 5 estudantes de pós-graduação), em dois tempos distintos, antes e pós-calibração. A calibração evoluiu de 54,9% para 83% para os estudantes, e de 71,4% para 86,5% para os ortodontistas. Os autores concluíram que o modelo proposto foi ferramenta importante na calibragem dos examinadores, podendo ser útil também em outras análises cefalométricas comparativas.

Puricelli, em 2009, complementa o traçado proposto em 2004 com ênfase nos triângulos formados no ramos e corpos mandibulares, ampliando a perspectiva de mensurações lineares e angulares para também mensurações de área. Foram propostos 5 triângulos diferentes, abrangendo pontos identificados também em estudos anteriores, que levavam em consideração as tangentes posterior e inferior da mandíbula, bilateralmente.

3. OBJETIVOS

Este estudo tem por objetivo avaliar, através da Panorametria em radiografias panorâmicas e em panorâmicas de TCFC:

- A reproductibilidade da técnica grafimétrica entre os realizadores dos traçados (examinadores);
- Se há magnificação total da radiografia panorâmica em relação a panorâmica de TCFC;
- Se há magnificação linear da radiografia panorâmica em relação a panorâmica de TCFC;
- Se há magnificação angular das retas da radiografia panorâmica em relação a panorâmica de TCFC;
- Se há magnificação angular dos primeiros molares direito e esquerdo da radiografia panorâmica em relação a panorâmica de TCFC;
- Se há assimetria das medidas lineares e angulares intra-grupo;
- Se há assimetria de magnificação entre a radiografia panorâmica em relação a panorâmica de TCFC; e
- Validar a Panorametria de Puricelli nas imagens panorâmicas de TCFC.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1. Delineamento do estudo

O estudo proposto possui um delineamento do tipo Observacional Longitudinal Retrospectivo.

4.2. Local de origem

Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

4.3. Local de realização

Setor de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

4.4. Seleção dos materiais

Para este estudo foram selecionadas imagens de cinquenta e quatro pacientes, 29 do sexo feminino e 25 do sexo masculino, com média de idade de 28,6 anos, examinados no Setor de Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial da FO-UFRGS, durante o ano de 2008. O material foi composto de radiografias panorâmicas

e TCFC do mesmo paciente e cuja aquisição tenha sido realizada nos mesmos aparelhos.

As radiografias panorâmicas convencionais foram adquiridas no aparelho Ortophos CD (Sirona Dental Systems, Inc., Itália), com o paciente em oclusão e utilizando o programa P1 dos aparelhos. Os filmes panorâmicas foram Kodak, T-MAT G/RA, 15x30cm e a processadora A/T2000 XR (Air Techniques, Melville, NY).

O Tomógrafo de Feixe Cônico utilizado foi o i-CAT (Imaging Sciences International - Hatfield, PA), 14 bits de escala de cinza. O protocolo de aquisição foi de 40 segundos, com 0,25 *voxels*, com FOV (*field of view*) de 13cm. O programa de manipulação das imagens foi o Xoran CAT (Xoran Technologies, Ann Arbor, MI). A impressora utilizada foi a AGFA *Drystar* 5302 (Mortsel, Bélgica) com filmes AGFA de 10x12 polegadas (25x30cm). As imagens tomográficas adquiridas previamente foram aplicadas e reformatadas no para o modo panorâmico MIP (*Maximum Intensity Projection* ou *Projeção em Máxima Intensidade*), gerando imagens ortopantomográficas em tamanho 1:1.

Foram utilizados os *softwares* Microsoft Word®, Microsoft Excel® (Microsoft 2007, USA) e SPSS® 16.0 (SPSS 16 for Macintosh, SPSS Inc., Chicago, USA).

4.5. Critérios de inclusão e exclusão

Para inclusão houve necessidade de que todos os exames panorâmicos convencional e de TCFC tivessem sido realizados nos mesmos aparelhos de aquisição, apenas com a variante do atendimento técnico pessoal. A exclusão dos exames envolveu presença de aparelhos ortodônticos, alterações esqueléticas complexas, assimetrias ósseas relevantes, tumores ósseos, cirurgia ortognática realizada e ausência de uma ou mais unidades dentárias molares inferiores.

4.6. Metodologia

Os exames de imagem de 54 pacientes (n=54) maiores de idade, ambos os sexos, portadores de radiografia panorâmica e TCFC foram selecionados para este estudo, obedecendo os critérios de inclusão e exclusão descritos anteriormente. Os exames foram identificados com as iniciais do nome completo do paciente. As imagens obtidas foram par a par envelopadas e ordenadas para a realização dos traçados gráficos. Para sigilo profissional e ético, para publicação científica das tabelas e resultados dos exames, os pacientes foram sorteados aleatoriamente recebendo um número de registro. O traçado da Panorametria de Puricelli (2004) foi realizado manualmente, conforme proposta metodológica da autora, nos 108 exames. Utilizaram-se folhas de papel acetato (A4, 60g/m²) sobrepostas às imagens panorâmicas sob iluminação do negatoscópio e luz ambiental adequada. Especialmente para o traçado foram usados compasso com grafite preto, régua de 30 cm, esquadro, transferidor, borracha, fita adesiva e lapiseiras. Os traçados da Panorametria de Puricelli foram realizados por três examinadores (examinador 1, 2 e 3). Cada medida (variável) obtida, de um total de 58 variáveis, foi anotada em tabelas impressas (Anexo 1) e posteriormente, inserida em um banco de dados completo com uma terminação numérica composta por dois algarismos identificadores. As medidas dos grupos 1 (radiografia panorâmica) e 2 (radiografia panorâmica da TCFC) foram identificados com as dezenas 10 e 20, respectivamente, seguidas do algarismo correspondente ao examinador que realizou as aferições, finalizando a identificação das variáveis com os finais 11 (grupo 1 examinador 1), 12 (grupo 1 examinador 2), 13 (grupo 1 examinador 3), 21 (grupo 2 examinador 1), 22 (grupo 2 examinador 2) e 23 (grupo 2 examinador 3). O banco de dados final foi, então, composto por 54 linhas (uma para cada paciente) e 348 colunas, com cada uma das 58 variáveis sendo apresentadas lado a lado com os finais 11, 12, 13, 21, 22 e 23.

A realização do traçado envolvendo a estrutura óssea da mandíbula seguiu a seqüência:

- Desenho Estrutural da Mandíbula;

- Traçado do Plano Horizontal de Referência (PHR);
- Traçado do Plano Vertical de Referência (PVR);
- Determinação da Bissetriz entre o Plano Horizontal e o Vertical de Referência Linha L1 (L1);
- Fixação do Ponto Condilar (PC);
- Fixação do Ponto da Bissetriz (PB);
- Fixação da Referência Forame Mentoniano (FM);
- Traçado da Linha Oblíqua PC-FM (L2);
- Determinação do Ponto Médio na Área Goniana e (PMGo);
- Traçado da Linha FM- PMGo (L3);
- Traçado da Linha PMGo-PC (L4).

As etapas do traçado dentário, por sua vez, envolveram:

- Desenho Estrutural do primeiro e segundo molares inferiores;
- Fixação dos pontos mais externos no equador da coroa e;
- Traçado do longo eixo da coroa (AX).

Com grafite preto foi realizado o traçado anatômico mandibular, de um côndilo a outro, resultando no desenho estrutural da mandíbula (Figura 1). A seguir, foi identificado, no contorno de cada côndilo, o ponto mais externo e superior. Com a régua traçou-se uma linha horizontal, ligando estes pontos. Esta linha resultante foi denominada como Plano Horizontal de Referência - PHR (CD-CE: côndilo direito – côndilo esquerdo). Para facilitar a descrição a partir deste momento os desenhos serão evoluídos no lado direito da imagem. O mesmo foi aplicado ao lado esquerdo permitindo estudo completo.

Determinou-se o ponto mais externo e posterior do contorno do côndilo direito. Com um transferidor num ângulo de 90° sobre a linha CD- CE, traça-se uma tangente ao côndilo, passando pelo ponto fixado. Obtém-se assim a linha vertical CD-VD ou o Plano Vertical de Referência - PVR (Figura 2).

A partir da intersecção das linhas CD-CE e CD-VD traça-se uma bissetriz (reta que divide ao meio um ângulo). Esta pode ser determinada com transferidor ou compasso. Desta forma, obtém-se linha 1 direita (L1D), a qual se projeta sobre o ramo e parte do corpo mandibular tendo sido representada graficamente como uma

reta descontinuada. Na intersecção em 90° do PHR e PVR localiza-se o ponto da Bissetriz PBD (Figura 2).

A intersecção de L1D com o contorno anatômico do côndilo determina o ponto côndilo direito (PCD). Na continuidade desses traçados, para maior clareza e melhor localização visual foi utilizado o grafite vermelho. Identifica-se e contorna-se o forame mentoniano direito. Localiza-se e marca-se seu ponto central (FMD). Traça-se uma reta unindo os pontos PCD com FMD, da qual resultará a linha 2 direita (L2D) (Figura 3).

A partir da L2D constrói-se o ponto médio goniano direito (PMGoD). Com a ponta seca do compasso posicionado no ponto central de BD, marca-se uma intersecção sobre a L2D. O mesmo processo é repetido a partir do ponto PCD. A abertura do compasso deverá superar a metade do comprimento desta linha em ambas as tomadas, as quais deverão ser efetuadas com a mesma distância. As duas intersecções determinarão uma perpendicular à linha L2D, a qual na sua extensão inferior cria um novo ponto médio Goniano direito (PMGoD) sobre o contorno externo da mandíbula (Figura 3).

Ao unir os pontos FMD e PMGoD, é constituída a linha 3 direita (L3D). Com a união dos pontos PMGoD e PCD cria-se a linha 4 direita (L4D). Ao completar estes traçados, tem-se como resultado um triângulo PCD-FMD-GoD (vermelho). Este triângulo denominado triângulo ramo/corpo (T R/C D) relaciona-se à estrutura óssea (Figura 4).

Seguindo nesta proposta, realiza-se o traçado das estruturas dentárias. Contornam-se as estruturas corono-radulares dos primeiros molares inferiores. Em seguida, marcam-se os pontos correspondentes à maior largura coronária (equador) no sentido mesio- distal.

Coloca-se a ponta seca do compasso no ponto mesial da coroa do primeiro molar e aproxima-se o grafite no contorno distal da mesma coroa, sobrepondo o traçado neste ponto. Em seguida, traça-se um semicírculo de cervical em direção à oclusal sobrestendendo-se no sentido transversal do longo eixo do dente. Invertendo a posição da ponta seca do compasso sobre o ponto distal e sempre contornando a borda externa da coroa do mesmo dente, o mesmo semicírculo é repetido. Como resultado, estarão criadas duas intersecções, uma

cervical e outra oclusal. Ao unirem-se estes dois pontos estaremos traçando o longo eixo da coroa dentária (AX) (Figura 5).

O traçado do longo eixo da coroa dentária deverá estender-se para superior, passando pela L1D até o PHR. No sentido inferior cria intersecções com as linha L2D E L3D (Figura 6).

Para este estudo, a partir da Panorametria de Puricelli (2004), foram selecionadas as possibilidades de metrias lineares de L1,L2,L3 e L4 e angulares L2-L3,L3-L4 e L4-L2. Igualmente foram registrados, analisados e comparados os valores angulares de cada primeiro molar inferior (36 e 46), relacionando o longo eixo de suas coroas dentárias com as retas CD-CE, L1, L2 e L3 .

Não houve a possibilidade de cegamento dos traçadores (examinadores). A configuração das imagens panorâmicas convencional e de TCFC são totalmente distintas, assim como o aspecto dos filmes.

As medidas lineares e angulares foram estatisticamente analisadas entre os observadores e entre os grupos, e os dados foram analisados pelo *software* SPSS® 16.0 (SPSS 16 for Macintosh, SPSS Inc., Chicago, USA).

4.7. Calibragem

Para a realização deste traçado, foram selecionados três Cirurgiões-dentistas, no momento alunos do curso de Extensão Universitária em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial e Ortodontia, na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2008-2009). Para calibragem entre os três participantes foi oferecido material de imagem para cinco traçados, perfazendo um total de dez intervenções envolvendo também as respectivas aferições. Os dados foram tabulados e o Índice de Correlação Intra-classe (ICC) e o Coeficiente de Correlação de Pearson foram aplicados para validação dos observadores (resultado do teste > 0,8).

4.8. Cálculo do tamanho amostral

A amostra do presente projeto foi calculada a partir de dados obtidos em um estudo realizado anteriormente e ainda não publicado (MARTINS et al, 2008), utilizando a distância entre o ponto condíleo (PC) e o forame mentoniano (FM) como desfecho principal. Partindo-se do desvio padrão encontrado no estudo (13,17mm), e considerando-se como aceitável e clinicamente relevante uma distorção de 5mm, levando-se em consideração erros alfa e beta de 5 e 20%, respectivamente, para este estudo foram recomendados exames de imagem oriundos de 53 indivíduos (ALTMAN, 1991).

4.9. Obtenção das Metrias

Para leitura e registro das metrias obtidas na Panorametria de Puricelli, considera-se o ponto da bissetriz (PB) como zero graus (0°). Tal determinação é repetida tanto para o lado direito quanto esquerdo. A intersecção da linha média com o traçado do desenho estrutural da mandíbula, na região mentoniana, deverá marcar 90° e 180° . As grandezas de 0° até 90° serão interpretadas para as medidas da intersecção do longo eixo das coroas dentárias (AX) com o PHR. As medidas angulares resultantes das intersecções do mesmo longo eixo da coroa dentária (AX) com as L1, L2 e L3 poderão estar em grandezas de 90° até 180° .

4.10. Análise estatística

A análise dos dados foi realizada utilizando-se o pacote estatístico SPSS (SPSS 16 for Macintosh, SPSS Inc., Chicago, USA). Três examinadores realizaram medidas lineares e angulares nas radiografias panorâmicas e panorâmicas de TCFC.

A análise da reprodutibilidade entre os examinadores revelou nível de ótimo a excelente de reprodutibilidade das medidas. Assim sendo, todas as análises foram conduzidas com os dados referentes a um dos examinadores, considerado o examinador padrão.

As comparações entre as duas técnicas de imagem em relação às medidas lineares e angulares foram realizadas através do teste t para amostras pareadas. Médias e desvios-padrão foram estimados. Intervalos de confiança de 95% das diferenças médias foram calculados como medidas de erro de um método em relação ao outro. Além disso, comparações das medidas nos lados direito e esquerdo foram realizadas através do teste t para amostras pareadas.

Foi calculada a porcentagem de magnificação da radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC para as medidas lineares e angulares estudadas. Este cálculo foi realizado usando-se a seguinte fórmula matemática:

$$\% \text{ Magnificação} = \frac{\text{valor radiografia panorâmica} \times 100}{\text{valor panorâmica de TCFC}} - 100$$

4.11. Considerações Éticas

O protocolo do presente estudo foi apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Anexo 2).

Foram utilizados exames de imagens de pacientes que já haviam realizado exames prévios. Desta forma, nenhum paciente foi submetido a novo exame de imagem com a finalidade desta pesquisa.

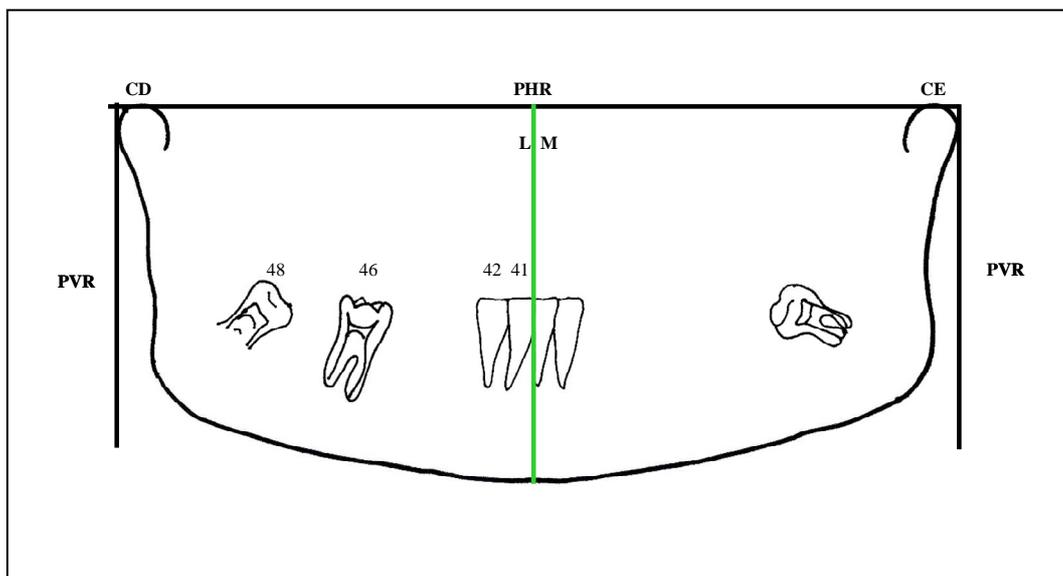


Figura 1. Desenho estrutural da mandíbula. Determinação da linha CD-CE para localização do PHR. Traçado do PVR em ângulo reto (90°) com a linha CD-CE.

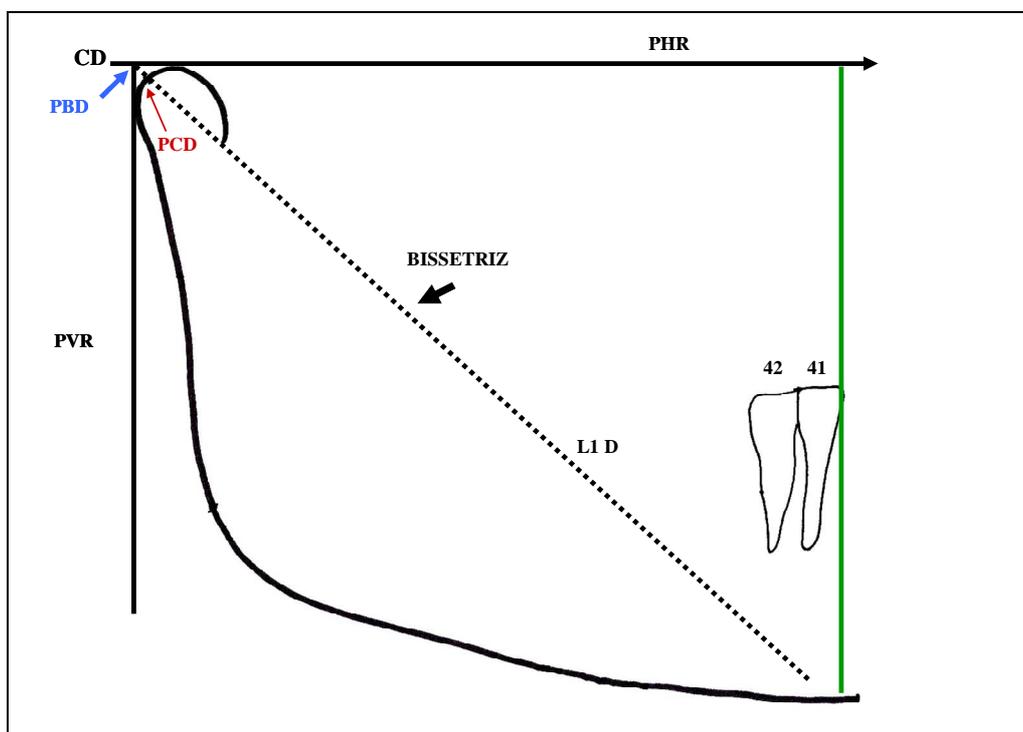


Figura 2. Traçado da bissetriz (L1D) do ângulo reto formado a partir dos PHR/PVR. Determinação do ponto condíleo direito (PCD) e o ponto da bissetriz direita (PBD).

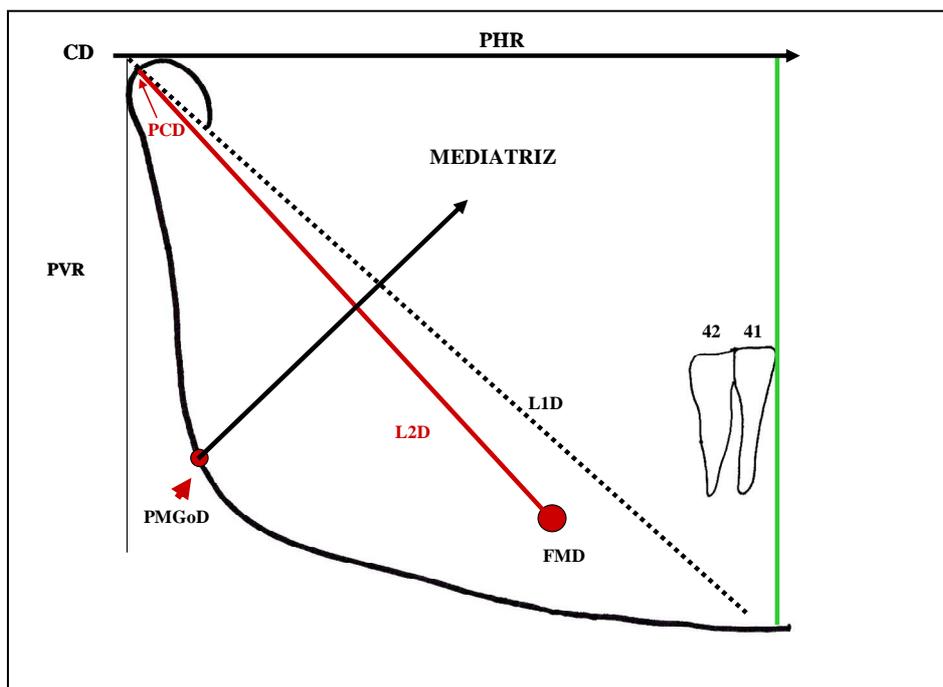


Figura 3. Identificação e marcação do forame mentoniano direito (FMD). Traçado da linha L2D, a partir do ponto do cândilo direito (PCD) até o FMD. Determinação da mediatriz da L2D para obtenção do ponto médio goniano direito (PMGoD).

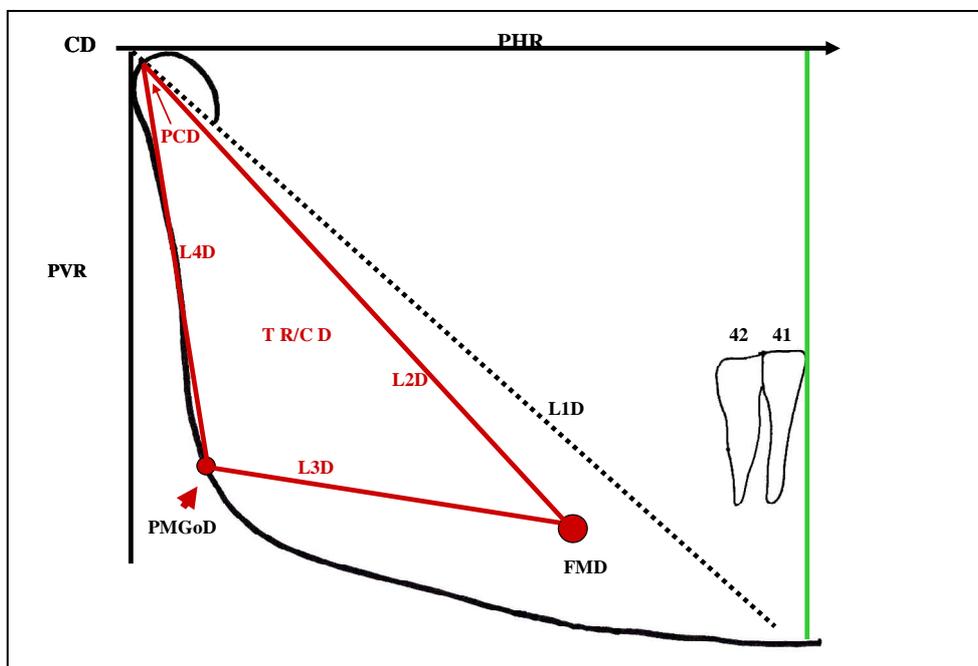


Figura 4. As conexões de FMD-PMGoD-PCD criarão respectivamente as linhas L2, L3 e L4. Forma-se o triângulo Ramo/Corpo direito (TRCD) que envolve possibilidades de metrias para a estrutura óssea mandibular.

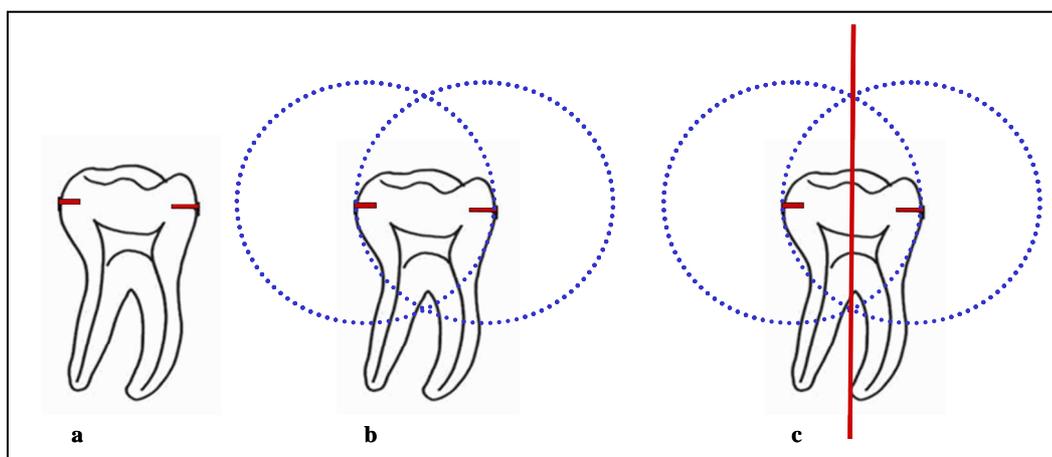


Figura 5. Determinação do longo eixo da coroa dentária (AX).
 a - Localização dos pontos mesial e distal no equador coronário.
 b - Intersecção oclusal e cervical.
 c - Traçado da reta.

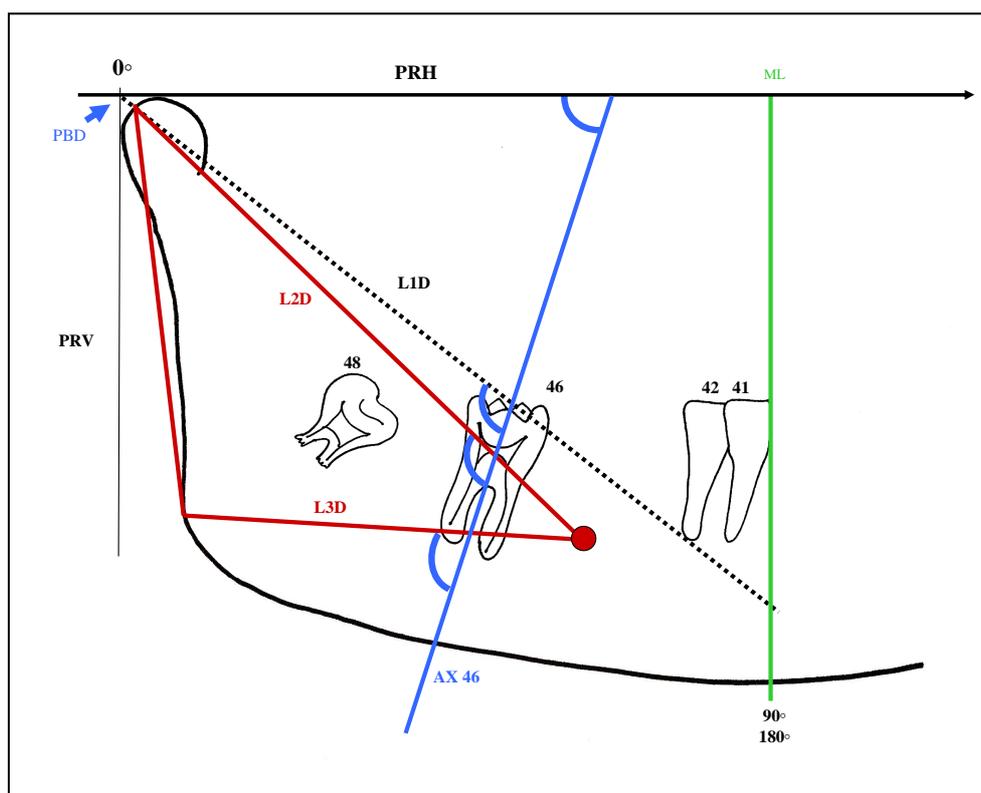


Figura 6. Visualização do traçado baseado na Panorametria de Puricelli, proposto e qualificado para este estudo. Determinação dos ângulos de intersecção de AX com linha PRH, 1D, L2D e L3D (azul). Para a medidas dos ângulos deve-se observar as indicações de 0-90-180°.

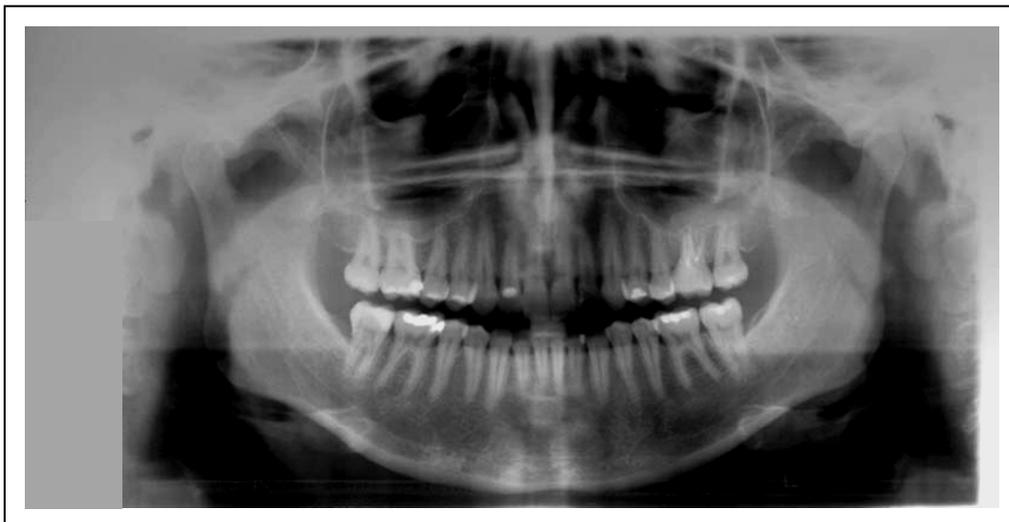


Figura 7. Modelo de Radiografia Panorâmica utilizada no estudo.

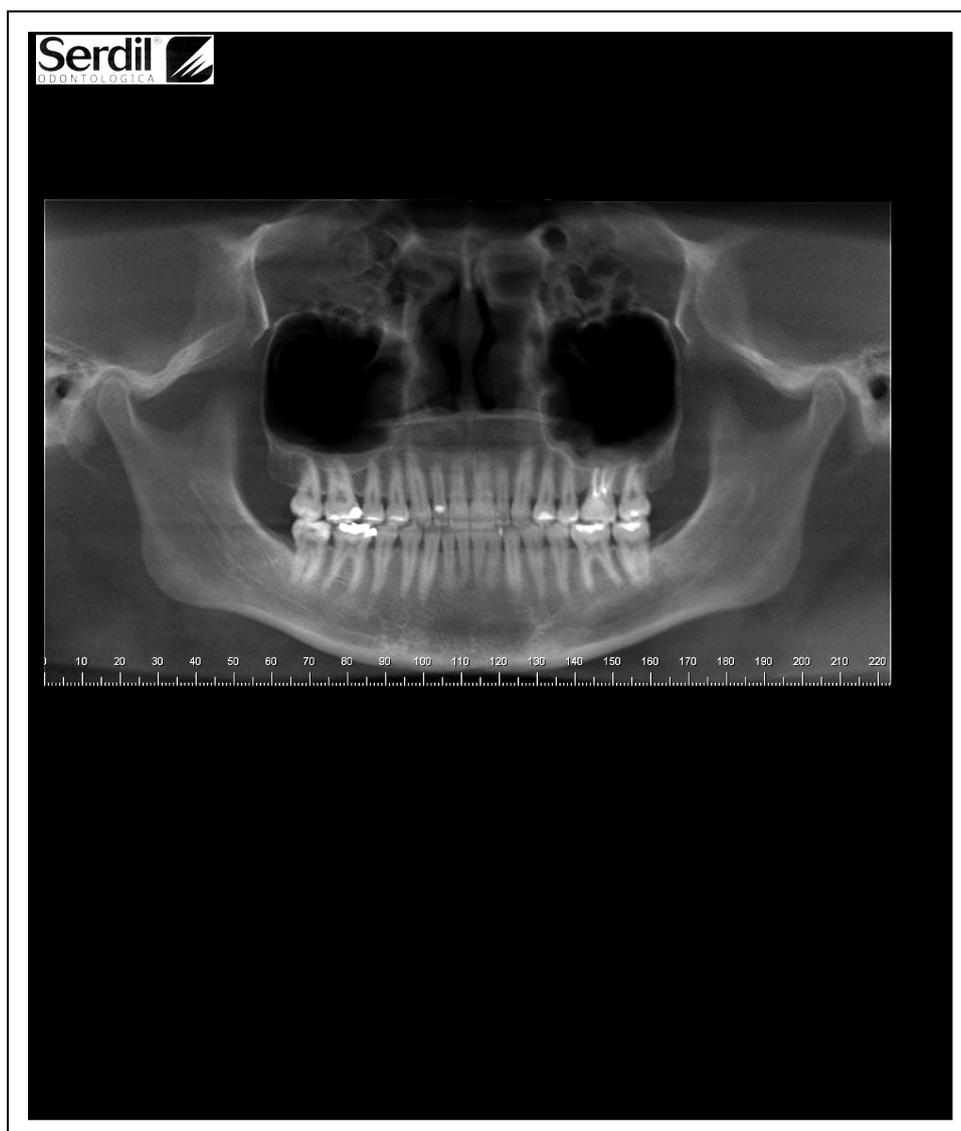


Figura 8. Modelo de Panorâmica de TCFC utilizada no estudo.

5. RESULTADOS

5.1. Avaliação comparativa entre os examinadores

A reprodutibilidade entre os examinadores para as medidas realizadas na radiografia panorâmica e na panorâmica de TCFC foi avaliada através do Coeficiente de Correlação Intra-classe (CCI) e do coeficiente de correlação de Pearson (r_p). Os avaliadores foram analisados seguindo-se a ordem E1-E2 (examinador 1 e examinador 2), E1-E3 (examinador 1 e examinador 3) e E2-E3 (examinador 2 e examinador 3), para cada uma das medidas lineares e angulares da Panorametria selecionadas para este estudo. A comparação entre os valores de CCI e r_p obtidos pelos examinadores nas medidas tomadas na radiografia panorâmica e na panorâmica de TCFC foi realizada através do teste t pareado (Tabela 1).

Tabela 1: Coeficientes de correlação intra-classe e de correlação de Pearson entre os examinadores para as medidas lineares e angulares mensuradas na radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.

Medida	Examinador	Radiografia Panorâmica		Panorâmica de TCFC	
		CCI	r (Pearson)	CCI	r (Pearson)
L2D	E1-E2	0,90	0,89	0,83	0,74
	E1-E3	0,92	0,86	0,82	0,72
	E2-E3	0,91	0,86	0,94	0,90
L3D	E1-E2	0,96	0,93	0,91	0,84
	E1-E3	0,79	0,68	0,92	0,85
	E2-E3	0,80	0,69	0,94	0,89
L4D	E1-E2	0,95	0,92	0,97	0,94
	E1-E3	0,81	0,70	0,97	0,92
	E2-E3	0,80	0,71	0,96	0,94
L2E	E1-E2	0,89	0,84	0,86	0,76
	E1-E3	0,91	0,85	0,84	0,74
	E2-E3	0,89	0,82	0,94	0,90
L3E	E1-E2	0,91	0,86	0,89	0,82
	E1-E3	0,90	0,86	0,86	0,75
	E1-E2	0,94	0,89	0,95	0,91
L4E	E1-E3	0,91	0,84	0,87	0,78
	E2-E3	0,91	0,85	0,84	0,73
	E2-E3	0,87	0,78	0,96	0,92
L2D-L3D	E1-E2	0,92	0,86	0,92	0,87
	E1-E3	0,89	0,81	0,91	0,84
	E2-E3	0,91	0,84	0,88	0,86

L3D-L4D	E1-E2	0,95	0,92	0,93	0,89
	E1-E3	0,94	0,89	0,91	0,83
	E2-E3	0,93	0,88	0,88	0,83
L4D-L2D	E1-E2	0,95	0,91	0,93	0,89
	E1-E3	0,73	0,64	0,95	0,91
	E2-E3	0,73	0,62	0,92	0,88
L2E-L3E	E1-E2	0,93	0,90	0,93	0,90
	E1-E3	0,89	0,82	0,92	0,88
	E2-E3	0,93	0,87	0,92	0,88
L3E-L4E	E1-E2	0,92	0,88	0,94	0,91
	E1-E3	0,95	0,90	0,95	0,92
	E2-E3	0,95	0,92	0,92	0,87
L4E-L2E	E1-E2	0,92	0,86	0,91	0,86
	E1-E3	0,90	0,81	0,91	0,85
	E2-E3	0,93	0,91	0,89	0,85
46CD-CE	E1-E2	0,86	0,87	0,73	0,63
	E1-E3	0,84	0,74	0,82	0,70
	E2-E3	0,80	0,72	0,89	0,85
46-L1D	E1-E2	0,85	0,85	0,78	0,68
	E1-E3	0,82	0,71	0,85	0,73
	E2-E3	0,82	0,74	0,87	0,81
46-L2D	E1-E2	0,76	0,75	0,64	0,57
	E1-E3	0,76	0,65	0,75	0,61
	E2-E3	0,80	0,73	0,70	0,62
46-L3D	E1-E2	0,73	0,70	0,72	0,68
	E1-E3	0,83	0,73	0,80	0,77
	E2-E3	0,72	0,63	0,81	0,79
36CD-CE	E1-E2	0,82	0,70	0,81	0,68
	E1-E3	0,89	0,80	0,72	0,57
	E2-E3	0,78	0,67	0,87	0,79
36-L1E	E1-E2	0,81	0,72	0,88	0,79
	E1-E3	0,83	0,74	0,88	0,78
	E2-E3	0,79	0,72	0,93	0,86
36-L2E	E1-E2	0,85	0,78	0,88	0,78
	E1-E3	0,92	0,86	0,92	0,85
	E2-E3	0,85	0,82	0,87	0,76
36-L3E	E1-E2	0,91	0,84	0,88	0,79
	E1-E3	0,89	0,85	0,91	0,84
	E1-E2	0,89	0,80	0,87	0,76
Média*		0,86±0,07	0,80±0,09	0,88±0,07	0,81±0,09

*Não houve diferença significativa entre radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC nos valores de ICC e r_p ($p>0,05$, teste t pareado).

Os valores médios de CCI entre os três examinadores para as medidas lineares e angulares aferidas na radiografia panorâmica variou entre 0,72-0,96 (Tabela 1). Para as medidas tomadas na panorâmica de TCFC os valores médios de CCI variaram entre 0,70-0,97. O desvio-padrão dos testes ICC e r_p para os dois grupos (radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC) foi de 0,07 e 0,09, respectivamente.

Estes valores de CCI indicam reprodutibilidade entre os examinadores de ótima a excelente.

5.2. Avaliação das medidas lineares e angulares das radiografias panorâmicas e panorâmicas de TCFC e grau de magnificação

A tabela abaixo (Tabela 2), demonstra os valores médios das medidas lineares e angulares mensuradas nas radiografias panorâmicas e nas panorâmicas de TCFC. Foram observadas diferenças significativas entre as duas panorâmicas em todas as medidas lineares e nas medidas angulares L4D-L2D, L1D-L4D, L2E-L3E, L3E-L4E, L4E-L2E e L1E-L4E, De maneira geral, as medidas foram menores na panorâmica de TCFC. Como orientação de análise, a média da medida L2D (medida L2 no lado direito) na radiografia panorâmica foi de 114,07mm ($\pm 8,74$ mm) e na panorâmica de TCFC foi de 100,19mm ($\pm 9,90$ mm).

Tabela 2: Média, desvio-padrão (DP) e Porcentagem de magnificação das medidas lineares (mm) e angulares (graus) mensuradas na radiografia panorâmica e na panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.

Medida	Radiografia Panorâmica		Panorâmica de TCFC		% magnificação**
	Média	DP	Média	DP	
L2D*	114,07	8,74	100,19	9,90	13,9
L3D*	68,00	5,57	60,74	4,89	12,0
L4D*	68,43	5,56	60,19	4,73	13,7
L2E*	112,61	8,21	99,48	9,10	13,2
L3E*	66,69	5,56	60,56	5,04	10,1
L4E*	66,65	5,11	60,37	5,37	10,4
L2D-L3D	33,06	2,16	33,26	2,88	-0,6
L3D-L4D	113,65	5,20	113,11	5,65	0,5

L4D-L2D*	32,91	2,68	33,52	2,77	-1,8
L1D-L4D*	37,26	3,58	28,83	5,20	29,2
L2E-L3E*	32,35	2,76	33,35	3,02	-3,0
L3E-L4E*	115,20	5,57	112,81	5,85	2,1
L4E-L2E*	32,11	3,09	33,46	3,03	-4,0
L1E-L4E*	37,31	3,87	28,39	4,84	31,4
46CD-CE*	80,76	5,33	87,71	5,35	-7,9
46-L1*	125,47	5,25	132,19	5,73	-5,1
46-L2*	129,78	4,36	127,49	4,48	1,8
46-L3*	83,81	4,78	85,81	4,78	-2,3
36CD-CE*	78,17	6,95	86,98	6,41	-10,1
36-L1*	120,79	17,71	131,42	6,02	-8,1
36-L2*	128,33	6,46	126,33	4,99	1,6
36-L3*	84,07	6,86	87,44	5,56	-3,9

*Diferença estatisticamente significativa entre radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC (Teste t pareado $p < 0,05$).

**Radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC.

A porcentagem de magnificação média, considerando-se todas as medidas lineares e angulares utilizadas (Tabela 2), da radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC foi de 4,3%, variando de -10,1% a 31,4%. Houve diferença significativa em todas as medidas lineares e angulares dentárias estudadas. Nas medidas angulares retas, para os valores de L2D-L3D e L3D-L4D não houve diferença estatística. O ângulo L1-L4 apresentou a maior magnificação da radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC, com 29,2% e 31,4% nos lados direito e esquerdo, respectivamente. Nas medidas angulares 46-CD-CE e 36-CD-CD houve magnificação da panorâmica de TCFC em relação à radiografia panorâmica, com valores de -7,9% e -10,1%, respectivamente.

A Tabela 3 categoriza as porcentagens de magnificação separadamente em medidas lineares do triângulo (L2, L3 e L4), angulares retas (L2-L3, L3-L4, L4-L2 e L1-L4, CD-CE, L1 e L4), angulares do triângulo (L2-L3, L3-L4, L4-L2), angulares dentárias (Molar- CD-CE, Molar-L1, Molar-L2 e Molar-L3), e angulares totais (retas e dentárias), da radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC, considerando os lados direito e esquerdo em conjunto.

Tabela 3: Porcentagem de magnificação separada das medidas lineares do triângulo, angulares retas, angulares do triângulo e angulares dentárias e angulares totais. Porto Alegre, RS, 2009.

Medida	% magnificação*		
	Lado Direito	Lado Esquerdo	Total
Lineares do triângulo	13,2	11,2	12,2
Angulares retas	6,8	6,6	6,7
Angulares do triângulo	-0,6	-1,6	-1,1
Angulares dentárias	-3,4	-5,1	-4,3
Angulares totais	1,7	0,7	1,2
Total	4,9	3,7	4,3

*Radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC.

Os dados descritos na Tabela 3 demonstram que as medidas lineares do triângulo estão magnificadas em 12,2% na radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC. As medidas angulares do triângulo diminuíram em 1,1% na panorâmica de TCFC, com maior redução no lado esquerdo (Tabela 2). O mesmo aconteceu para as medidas angulares dentárias.

Verificou-se maior magnificação geral no lado direito (4,9%) dos exames do que no esquerdo (3,7%).

Houve magnificação nas linhas que compõe o triângulo (12,2%). Entretanto, os valores angulares deste minimizaram-se, em média, 1,1%. Nas medidas angulares dentárias houve maior minimização da radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC, com valor médio de 4,3%.

Tabela 4: Porcentagem de magnificação separada das maiores amplitudes métricas do exame: plano horizontal de referência (CD-CE), PMGoD-PMGoE, L1 e L4 da radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.

Medida	% magnificação*		
	Lado Direito	Lado Esquerdo	Total
Plano Horizontal de Referência	-	-	1,9
PMGoD-PMGoE	-	-	11,5
L1	2,8	2,0	2,4
L4	13,7	10,4	12,0

*Radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC.

A Tabela 4 refere-se às medidas lineares de maior amplitude horizontal superior (Plano Horizontal de Referência), horizontal inferior (PMGoD-PMGoE), diagonal (L1) e vertical (L4) realizados neste estudo.

Verificou-se maior magnificação vertical (L4), com valor médio de 12%, sendo que o lado direito apresentou maior magnificação que o lado esquerdo, com valores médios de 13,7% e 10,4%, respectivamente. A magnificação na região horizontal inferior foi de 11,5%. Já as magnificações nos sentidos horizontal superior e diagonal foram bem menores, com valores médios de 1,9% e 2,4%, respectivamente.

Tabela 5: Média e intervalo de confiança de 95% (IC 95%) das diferenças nas medidas lineares (mm) e angulares (graus) entre radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.

Medida	Média	IC 95%
L2D*	13,89	11,38 – 16,40
L3D*	7,26	6,21 – 8,31
L4D*	7,63	6,47 – 8,79
L2E*	13,13	11,07 – 15,19
L3E*	6,13	5,10 – 7,16
L4E*	6,28	5,23 – 7,33
L2D-L3D	-0,20	-0,73 – 0,32
L3D-L4D	0,54	-0,33 – 1,24
L4D-L2D*	-0,61	-1,09 – -0,12
L1D-L4D*	8,43	6,90 – 9,96
L2E-L3E*	-1,00	-1,47 – -0,53
L3E-L4E*	2,39	1,58 – 3,19
L4E-L2E*	-1,35	-1,95 – -0,75
L1E-L4E*	8,93	7,41 – 10,44

*Diferença estatisticamente significativa entre radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC (Teste t pareado $p < 0,05$).

As diferenças médias entre os valores das medidas lineares encontrados nas radiografias panorâmicas menos as panorâmicas de TCFC foram positivos, com as radiografias panorâmicas sendo maiores que as panorâmicas de TCFC (Tabela 5).

Nas medidas angulares, entretanto, houve alguns valores onde a radiografia panorâmica foi, em média, menor do que a panorâmica de TCFC, como nos ângulos L2D-L3D, L4D-L2D, L2E-L3E e L4E-L2E. Os valores de L3D-L4D, L1D-L4D, L3E-L4E e L1E-L4E foram, em média, maiores na radiografia panorâmica do que na panorâmica de TCFC.

Especificamente na medida angular L2D-L3D, em algumas imagens o valor encontrado foi maior na radiografia panorâmica do que na panorâmica de

TCFC, onde o intervalo de confiança para 95% foi de -0,73 a 0,32. Nas outras medidas angulares os valores sempre foram menores na radiografia panorâmica.

Tabela 6: Média e intervalo de confiança de 95% (IC 95%) das diferenças nas medidas lineares (mm) e angulares (graus) entre os lados direito e esquerdo utilizando radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.

Medida	Radiografia Panorâmica		Panorâmica de TCFC	
	Média	IC95%	Média	IC 95%
L2	1,46‡	0,29 – 2,64	0,70	-0,17 – 1,58
L3*	1,32‡	0,11 – 2,19	0,19	-0,62 – 0,99
L4*	1,78‡	0,95 – 2,61	0,43	-0,24 – 1,09
L2-L3*	0,70‡	0,15 – 1,25	-0,09	-0,56 – 0,37
L3-L4*	-1,56‡	-2,54 – -0,57	0,30	-0,57 – 1,16
L4-L2*	0,80‡	0,26 – 1,34	0,06	-0,49 – 0,61
L1-L4	-0,06	-0,83 – 0,72	0,44	-0,50 – 1,39

*Diferença estatisticamente significante entre radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC (Teste t pareado $p < 0,05$).

‡ Diferença estatisticamente significante entre lado direito e esquerdo para cada radiografia (Teste t pareado $p < 0,05$).

A Tabela 6 demonstra os dados da comparação das diferenças entre os lados direito e esquerdo das duas panorâmicas. Quando o sinal é negativo indica que a medida é maior no lado esquerdo.

Não foram observadas diferenças significativas entre as medidas no lado direito e no lado esquerdo quando estas foram mensuradas na panorâmica de TCFC. Contrariamente, houve diferença significativa em todas as medidas, exceto L1-L4, quando a mensuração foi realizada na radiografia panorâmica. No que se refere à comparação entre as duas técnicas de imagem, nos valores encontrados na medida linear L2 e na medida angular L1-L4, não houve diferença significativa entre as duas panorâmicas em relação às medidas nos lados direito e esquerdo. O ângulo L3-L4 foi, em média, maior no lado esquerdo da radiografia panorâmica (-1,56), o que não aconteceu na média dos valores da panorâmica de TCFC (0,30). O ângulo L2-L3 foi, em média, maior no lado esquerdo da panorâmica de TCFC (-0,09), o que não aconteceu na média dos valores da radiografia panorâmica (0,70).

Tabela 7: Médias (\pm desvio-padrão) das medidas angulares referentes aos primeiros molares nos lados direito e esquerdo nas técnicas radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.

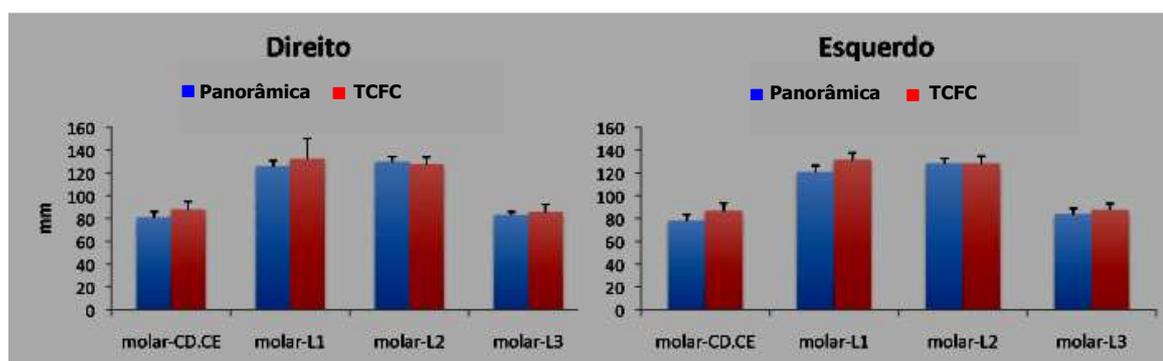
Medida	Radiografia Panorâmica		Panorâmica de TCFC	
	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
Molar- CD-CE	81,01 \pm 5,02Aa	78,17 \pm 6,96Ba	87,88 \pm 5,26Ab	86,98 \pm 6,41Ab
Molar-L1	125,71 \pm 5,00Aa	120,79 \pm 17,71Ba	132,36 \pm 5,63Ab	131,42 \pm 6,02Ab
Molar-L2	129,94 \pm 4,22Aa	128,32 \pm 6,46Ba	127,63 \pm 4,41Ab	128,33 \pm 6,46Ab
Molar-L3	83,08 \pm 4,97Aa	84,08 \pm 6,86Aa	85,67 \pm 4,72Ab	87,44 \pm 5,56Bb

Letras maiúsculas diferentes indicam diferença entre os lados direito e esquerdo na mesma técnica. Letras minúsculas diferentes indicam diferença entre as duas técnicas no mesmo lado.

A Tabela 7 mostra as médias das medidas angulares referentes aos primeiros molares nos lados direito e esquerdo nas técnicas de radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC.

Na radiografia panorâmica, as medidas angulares foram significativamente maiores no lado direito do que no esquerdo, com exceção da medida entre o longo eixo do molar com L3, e que para a qual não foi observada diferença significativa. Em contraposição, não foram observadas diferenças significativas entre os lados direito e esquerdo nas medidas angulares entre o molar e CD-CE, L1 e L2, mas sim entre o molar e L3 para qual a medida do lado esquerdo foi maior que a do direito. Quando as duas técnicas foram comparadas, foram observadas diferenças significativas em relação a todas as medidas (letras minúsculas).

Gráfico 1: Média e intervalo de confiança de 95% (IC 95%) das diferenças nas medidas lineares (mm) e angulares (graus) entre os lados direito e esquerdo utilizando radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC. Porto Alegre, RS, 2009.



O Gráfico 1 mostras os dados da Tabela 7 dispostos lados a lado entre os grupos radiografia panorâmica e panorâmica de TCFC. Nos dois lados, a panorâmica de TCFC teve medidas significativamente maiores quando a referência foi CD-CE, L1 e L3.

6. DISCUSSÃO

A radiografia panorâmica é, atualmente, o exame de imagem mais solicitado na Odontologia. Resulta da projeção de um sistema rotacional que permite uma visão ampla do complexo bucomaxilofacial (PURICELLI, 2004). Este método produz uma imagem de ambas as arcadas em um único filme, proporcionando uma visão da dentição e das estruturas de suporte, e a sua indicação se difunde cada vez mais pelas vantagens que oferece em relação ao exame radiográfico periapical (WYATT et al, 1995; FREITAS; TORRES, 2004).

Apesar da radiografia panorâmica apresentar menor definição e detalhe quando comparada com radiografias intrabucais convencionais (LANGLAND; LANGLAIS, 2002), as aplicações deste tipo de radiografia incluem não apenas a detecção de cáries dentárias e alterações ósseas alveolares, mas também aferições dimensionais e determinação das angulações relativas dos dentes (WYATT et al, 1995).

A dose de radiação deste tipo de imagem é pequena (FREITAS; TORRES, 2004). Quando comparadas as emissões de radiação entre as técnicas da radiografia panorâmica, da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e da tomografia computadorizada (TC), os índices são ainda menores na radiografia panorâmica. Entretanto, nesta possibilidade de imagens computadorizadas mais completas e tridimensionais, deve-se preferentemente indicar a TCFC ao invés da TC, visto a primeira entregar aproximadamente 1/6 da dose de radiação (MOZZO et al, 1998; SILVA et al, 2008). Entre os aparelhos de TCFC disponíveis no mercado, no momento, o i-CAT apresenta a melhor relação entre qualidade de imagem e dose de radiação (BALLRICK et al, 2008; LOUBELE et al, 2008).

Indiscutivelmente a TCFC está ganhando cada vez mais espaço na Odontologia. A TCFC é uma ferramenta auxiliar de diagnóstico completa para os desafios clínicos, podendo gerar não apenas imagens em 3D como também seções das arcadas dentárias (NAKAGAWA et al, 2002; SUKOVIC, 2003; GUERRERO et al, 2006; ARNHEITER; SCARFE; FARMAN, 2006; GARIB et al, 2007; GADÊLHA et al, 2007).

Com o aprimoramento de *hardware* e *software* dos aparelhos de TCFC, é possível reformatar as imagens DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) no modo MIP (*Maximum Intensity Projection* ou Projeção em Máxima Intensidade). Este modo gera uma imagem multiplanar, ou seja, não são realizadas secções ou planos, no mesmo aspecto que a radiografia panorâmica. Os estudos que compararam a radiografia panorâmica com a TCFC utilizaram imagens axiais, coronais ou sagitais (HILGERS et al, 2005; HONEY et al, 2007; GRACCO et al, 2008), imagens em 3D (HAMADA et al, 2005; LAGRAVÈRE et al, 2008; BALLRICK et al, 2008; STRATEMANN et al, 2008), secções do tipo Dental CT (NAKAGAWA et al, 2002; GUERRERO et al, 2006; MOL; BALASUNDARAM, 2008) ou reformatações seccionais panorâmicas em curva (LUDLOW et al, 2007; TANTANAPORNKUL et al, 2007; ANGELOPOULOS et al, 2008). Mesmo com tanta difusão de trabalhos para aplicabilidade desta nova forma de imagem, não foi encontrado na literatura consultada, nenhum estudo comparando as radiografias panorâmicas com as imagens multiplanares no modo MIP. Tais características somaram para a indicação do aparelho de TCFC para este estudo.

As radiografias laterais de crânio e face são usadas quase que exclusivamente para cefalometria. Entretanto, apesar desta radiografia proporcionar consideráveis informações do complexo craniofacial e dentofacial, ela possui suas limitações. A sobreposição de imagens torna difícil distinguir componentes dos lados direito e esquerdo dos maxilares (MATILLA; ALTONEN; HAAVIKO, 1977; RAMSTAD et al, 1978).

Diversos autores apresentaram aferições, comparando medidas nas imagens com metrias realizadas em crânios secos e em modelos. A calibragem dos examinadores é fator fundamental para definir a validade dos trabalhos, bem como a reproductibilidade dos métodos. Para medidas paramétricas (lineares e angulares), utiliza-se o Coeficiente de Correlação Intra-classe (CCI). O Coeficiente de Correlação de Pearson (r_p) é aplicado para se verificar-se a tendência linear dos dados, não precisamente a reproductibilidade dos examinadores (ALTMAN, 1991; SUSIN; RÖSING, 1999). Os valores do CCI são categorizados em excelente ($CCI \geq 0,75$), satisfatório ($0,4 \leq CCI < 0,75$) e pobre ($CCI < 0,4$).

Thanyakarn et al, em 1991, em seus estudos parte 1 e parte 2, ao avaliar *in vitro* o tamanho de dentes extraídos e comparando suas dimensões reveladas nas radiografias panorâmicas, concluíram que existe grande variação destas aferições ente os observadores. Mas ao contrário, a reproductibilidade em outros estudos analisados foi satisfatória (HONEY et al, 2005; SUOMALAINEN et al, 2008; GRACCO et al, 2008; STRATEMANN et al, 2008). Estudo realizado por Silveira et al, em 2009, revelou após a calibragem, um CCI final de 0,86 entre os examinadores especialistas, e 0,83 nos examinadores estudantes de pós-graduação. No estudo aqui desenvolvido para as medidas paramétricas (lineares e angulares), utilizou-se o Coeficiente de Correlação Intra-classe (CCI). O Coeficiente de Correlação de Pearson (r_p) foi aplicado para verificar-se a tendência linear dos dados, não precisamente a reproductibilidade dos examinadores (ALTMAN, 1991; SUSIN; RÖSING, 1999). Os valores do CCI são categorizados em excelente ($CCI \geq 0,75$), satisfatório ($0,4 \leq CCI < 0,75$) e pobre ($CCI < 0,4$).

O presente estudo baseia-se na proposta graficométrica da Panorametria de Puricelli, efetuada de forma manual. O examinador determina os pontos, traça as linhas realizando e confirmando as medidas pelo uso de régua e transferidor. Hipoteticamente, isto gera um viés de aferição que poderá vir a ser excluído quando esta medição for realizada de forma computadorizada.

Entretanto, no presente estudo, o CCI médio para todas as medidas estudadas foi excelente tanto para os grupos radiografia panorâmica e para panorâmica de TCFC ($0,86 \pm 0,07$ e $0,88 \pm 0,07$, respectivamente). O Coeficiente de Correlação de Pearson (r_p), apesar de não ser referido nos estudos analisados, também teve valores médios na categoria excelente ($0,80 \pm 0,09$ e $0,81 \pm 0,09$, respectivamente), o que aponta para uma linearidade coerente entre os examinadores. Ao contrário dos trabalhos apresentados por Thanyakarn et al, em 1991, os examinadores desta pesquisa foram cirurgiões-dentistas

Silveira et al, em 2009, ressaltam que a reproductibilidade depende da subjetividade para a identificação de pontos cefalométricos.

A Panorametria, conforme a análise grafimétrica proposta por Puricelli, em 2004 e 2009, difere de outros estudos de medidas (KEEN, 1945; RICHARDSON, 1970; RICHARDSON, 1975; RICHARDSON 1977; SLAGSVOLD; PEDERSEN, 1977;

MATTILA; ALTONEN; HAAVIKKO, 1977; ALTONEN; HAAVIKKO; MATTILA, 1977; FRYKHOLM et al, 1977; HAAVIKKO; ALTONEN; MATTILA, 1978; SAMAWI; BURKE, 1984; WELANDER; TRONGE; McDAVID, 1989; THANYAKARN et al, 1991a e 1991b; WYATT et al, 1994; TÜRP et al, 1996; XIE et al, 1996; HATTAB; ALHAIJA, 1999; STØRE; LARHEIM, 1999; SCHULZE et al, 2000; VENTÄ; SCHOU, 2001; McKEE et al, 2001; RAMESH; TYNDALL; LUDLOW, 2001; STRAMOTAS et al, 2002; AKCAM; LASTER et al, 2005; NIEDZIELSKA et al, 2006; ALMEIDA-PEDRIN et al, 2006; UTHMAN, 2007) por tratar-se de um método cartesiano para a determinação dos pontos-base. Baseia-se em ângulos retos, complementares e suplementares. Há interferência do observador apenas na definição dos plano horizontal e vertical de referência, na localização do forame mentoniano com seu ponto central, e na definição do equador da coroa dentária. A determinação de todos os outros pontos é definida com secções equivalentes de ângulos. Isto pode explicar a excelente reproductibilidade encontrada no presente estudo, ou seja, o examinador participa do método com pouca influência subjetiva.

Particularmente, ao buscar-se aferir os valores do ângulo goníaco, as radiografias cefalométricas laterais não permitem registros confiáveis (SLAGSVOLD; PEDERSEN, 1977), sendo que a sobreposição de imagens cria ainda dificuldades para reconhecer e aferir este ângulo individualmente. Esta desvantagem não é encontrada nas radiografias panorâmicas conforme o relato de Mattila, Altonen e Haavikko, em 1977. Estes autores afirmaram que a determinação do ângulo goníaco é mais exata nas ortopantomografias. Os achados podem ainda ser relacionados com os de Samawi e Burke, em 1984, que relataram que tanto o plano mandibular como o ramo apresentam pouca distorção angular e seus contornos são claramente projetados e facilmente identificáveis na radiografia panorâmica. Também Lerheim, em 1986, refere que o ângulo goníaco aferido de radiografias panorâmicas foi quase idêntico ao obtido de crânios secos. Além disso, tanto para Mattila, Altonen e Haavikko, em 1977, como para Samawi e Burke, em 1984, a aferição do ângulo goníaco foi surpreendentemente estável mesmo com variações de posicionamento da cabeça.

Na Panorametria o ponto goniano, denominado de Ponto Médio na Área Goniana (PMGo), é definido objetivamente através da suplementação angular

do ponto médio da linha L2 (PC-FM). A partir de um ângulo reto segmentando esta linha ao meio (mediatriz) em direção ao ângulo mandibular do mesmo lado define-se o PMGo. Com isso, exclui-se a participação livre do examinador na criação de um viés de aferição.

A determinação do equador da coroa dentária e a construção do longo eixo desta, proposta por Puricelli, em 2004 e 2009, libera análises precoces de inclinações coronárias, excluindo as limitações pertinentes a determinação do longo eixo do dente, como proposto por Mattila, Altonen e Haavikko em 1977. Estes autores utilizam o ponto mais alto da coroa e o ponto da furca radicular para a sua determinação. Por tal, este método limita-se a dentes com a presença de rizogênese pelo menos parcial, impedindo a sua aplicação precoce em casos de rizogênese incompleta.

A magnificação da radiografia panorâmica retrata a distorção, somadas a variações decorrentes dos procedimentos técnicos. Em virtude disto, a distorção de imagem inerente às radiografias panorâmicas tem sido discutida em muitos trabalhos teóricos e experimentais (FRYKHOLM et al., 1977; SAMAWI; BURKE, 1984; LARHEIM; SVANAES, 1986; WELANDER; TRONGE; McDAVID, 1989; HAYAKAWA et al., 1993; SILVA et al., 2004).

Muitos autores compararam as imagens panorâmicas adquiridas com crânios secos (WAITZMAN et al, 1992; MOZZO et al, 1998; HONEY et al, 2005; HILGERS et al, 2005; MOSHIRI et al, 2007; LUDLOW et al, 2007; LOUBELE et al, 2008; STRATEMANN et al, 2008; MOL; BALASUNDARAM, 2008; SUOMALAINEN et al, 2008), bioprototipagem (LAGRAVÈRE et al, 2008), ou modelos acrílicos próprios (LASTER et al, 2005; BALLRICK et al, 2008). Outros compararam duas imagens do mesmo paciente (LAM; RUPRECHT; YANG, 1995; PAWELZIK et al, 2002; DANNEWITZ et al, 2002; NAKAGAWA et al, 2002; HAMADA et al, 2005; TANTANAPORNKUL et al, 2007; ANGELOPOULOS et al, 2008).

É evidente que a obtenção da imagem panorâmica representa a reconstrução de um plano irreal, que anatomicamente não existe. Então, sempre que forem feitas reconstruções deste tipo, haverá algum grau de adaptação da imagem. A realização de trabalhos utilizando-se imagens de pacientes dificulta a obtenção de um padrão-ouro real para comparação, em tamanho 1:1. Alguns autores afirmam

que a TCFC gera imagens sem magnificações ou distorções (BOEDDINGHAUS; WHITE, 2008; LAGRAVÈRE et al, 2008; GRACCO et al, 2008; STRATEMANN et al, 2008; BALLRICK et al, 2008). Entretanto, nenhum estudo na literatura avaliou as características de distorção ou magnificação das imagens panorâmicas de TCFC no modo MIP.

A distorção da imagem na radiografia panorâmica refere-se à magnificação nos sentidos horizontal e vertical (SILVA et al, 2004). Puricelli, em 2004, afirma que nenhuma técnica permite eliminar por completo estas distorções, mas estas ocorrem dentro de uma proporcionalidade aceitável, principalmente na mandíbula. Em sendo uma imagem em panorama fronto-lateral da face, produz graus de distorção que, em valores decrescentes, envolvem as projeções horizontal, vertical e angular.

Estudos de Schulze et al, 2000, Lagravère et al, em 2008, Ballrick et al, em 2008, Stratemann et al, em 2008, compararam a TCFC com modelos ou crânios secos *in vitro*, e concluíram que a magnificação da TCFC é clinicamente irrelevante, menor do que 1mm ou 1°. Entretanto, no momento a reconstrução panorâmica da TCFC ainda não foi estudada, muito menos a sua comparação com modelos ou crânios secos.

Outros estudos, como os de Slagsvold e Pedersen, 1977, Larheim e Svanaes, em 1986, Tal e Moses, em 1989, Welander, Tronge, McDavid, em 1989, Wyatt et al, em 1994, Lam, Ruprecht, Yang, em 1995, consideraram magnificações importantes da radiografia panorâmica, podendo variar nas medidas lineares horizontais de 20-35%, nas medidas lineares verticais de 17,5 a 32% e nas medidas angulares de 15-20°. Estes estudos compararam medidas em radiografias panorâmicas com aferições crânios secos, TC, Dental CT, radiografias laterais oblíquas e radiografias de perfil. Nenhum destes estudos comparou medidas de duas imagens panorâmicas, mesmo que em períodos diferentes.

Puricelli, em 2004, afirma que a possibilidade de comparação entre medidas em modelos dentários e radiografias panorâmicas vem favorecendo o entendimento para a criação de métodos de estudos de proporção comparada. Entretanto, quando realizam-se estudos com pacientes, esta comparação é inviável. Em vista disso, estudos posteriores comparando-se as imagens panorâmicas com as

reconstruções tridimensionais e em perfil fazem-se necessárias para futuros entendimentos da projeção e reconstrução panorâmicas.

Ao analisar-se as medidas lineares estudadas, especialmente no triângulo formado pelas linhas L2, L3 e L4, verifica-se uma magnificação média de 12,2%. Entretanto, esta média representa a conjunção de medidas que não necessariamente apresentam-se como horizontais, verticais ou diagonais. São linhas com orientação espacial mista. A magnificação apresentada pelos trabalhos anteriores, como os estudos da Laster et al, em 2005, Ballrick et al, em 2008, considera apenas medidas horizontais e verticais em modelos, e não em linhas com orientação mista.

Para as medidas angulares, os valores de magnificação encontrados no presente estudo foram de 6,7% para medidas angulares entre as retas. Este resultado é inferior ao encontrado em estudos com modelos (SLAGSVOLDE; PEDERSEN, 1977; TÜRP et al, 1996; LAGRAVÈRE et al, 2008). É preciso salientar que as medidas angulares propostas no presente estudo diferem dos pontos de referência adotados por outros trabalhos (ALTONEN; HAAVIKKO; MATTILA, 1977; SLAGSVOLDE; PEDERSEN, 1977; VENTÄ, 1993; TÜRP et al, 1996; LAGRAVÈRE et al, 2008) e, portanto, a comparação entre estes ângulos torna-se difícil, como concluiu Hennigen et al, em 2007.

Observamos que a forma do triângulo L2-L3-L4 manteve-se a mesma nas duas imagens, na forma de um triângulo escaleno obtusângulo, mesmo com as magnificações lineares e as minimizações angulares. Futuros estudos são importantes para avaliar a forma, as dimensões e a área destes triângulos, em comparação a outros padrões de imagem.

Após a análise das películas radiográfica e de TCFC, bem como dos resultados, verificou-se a necessidade de analisar as dimensões lineares horizontais, verticais e diagonais, com a finalidade de se verificar as diferenças espaciais entre as duas imagens. Incluímos os valores do Plano Horizontal de Referência (CD-CE) e a linha PMGoD-PMGoE como referenciais horizontais, as retas L1D e L1E (CDVD-LM e CEVE-LM) como referenciais diagonais, e as retas L4D e L4E (PCD-PMGoD e PCE-PMGoE) como referenciais verticais. Com estes dados, foi possível verificar que a magnificação, através das variáveis selecionadas, acontece muito mais no sentido vertical (12%), do que nos sentidos diagonal (2,4%) e horizontal superior (1,9%). A

magnificação horizontal na região de ângulo mandibular (PMGoD-PMGoE) foi de 11,5%, ou seja, verifica-se que há uma diferente magnificação horizontal na região inferior da radiografia. Mais estudos são necessários para determinar quais áreas da radiografia panorâmica são mais distorcidas.

Nenhum dos estudos pesquisados fez referência às diferenças em relação à simetria das aferições. Laster et al, em 2005, concluíram que a radiografia panorâmica tem pouca sensibilidade para o diagnóstico de assimetrias. O presente estudo apresenta resultados que discordam desta afirmação, principalmente pela reproductibilidade dos examinadores no que diz respeito às aferições de pontos e medidas.

Praticamente todas as medidas lineares e angulares das retas foram assimétricas na radiografia panorâmica, com diferença estatisticamente significativa. Apenas ângulo L1-L4 não apresentou diferença, sendo estatisticamente simétrico. Por outro lado, não foram observadas diferenças significativas entre as medidas no lado direito e no lado esquerdo quando estas foram mensuradas na panorâmica de TCFC. Ao comparar-se as duas técnicas de imagem, para os valores encontrados na medida linear L2 e na medida angular L1-L4, não houve diferença estatisticamente significativa entre as duas panorâmicas em relação às medidas nos lados direito e esquerdo.

A magnificação da radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC foi distinta entre os lados da imagem. No lado direito, a média de magnificação, para as medidas estudadas, na radiografia panorâmica em relação à panorâmica de TCFC foi de 4,9%. Já no lado esquerdo, foi de 3,7%. A média de magnificação total para todas as medidas foi de 4,3%. Esta proporção se manteve quando realizou-se a complementação das medidas com as maiores amplitudes métricas das imagens, ocorrendo em 13,7% no lado direito e em 10,4% no lado esquerdo. Nestas medidas, apenas lineares, a magnificação média foi de 12%.

Não encontramos, na literatura consultada, observações sobre qualquer distorção assimétrica da radiografia panorâmica, muito menos informações a respeito das distorções da panorâmica de TCFC.

Importante ressaltar que, como nenhum estudo ainda havia sido realizado comparando imagens panorâmicas com as oriundas da TCFC no modo MIP,

mais estudos são necessários para identificar as características de magnificação desta reformatação da imagem tomográfica.

7. CONCLUSÕES

A partir dos resultados deste trabalho, e compilação com a literatura pesquisada, concluímos que:

- A reproductibilidade dos examinadores foi de ótima a excelente nos dois modelos de imagem.
- Houve magnificação magnificação total da radiografia panorâmica em relação a panorâmica de TCFC, segundo as medidas estudadas. Esta magnificação foi heretogênea, sendo que em alguns pontos foi positiva, e em outros negativa.
- Houve magnificação linear da radiografia panorâmica em relação a panorâmica de TCFC. Esta magnificação foi heterogênea, sendo maior no sentido vertical e na região inferior.
- Houve magnificação angular das retas da radiografia panorâmica em relação a panorâmica de TCFC.
- Houve minimização angular do primeiro molar inferior direito da radiografia panorâmica em relação a panorâmica de TCFC. Houve minimização angular do primeiro molar inferior esquerdo da radiografia panorâmica em relação a panorâmica de TCFC.
- Os lados direito e esquerdo da radiografia panorâmica foram assimétricos, com diferença estatisticamente significativa em todas as medidas, o que não ocorreu na panorâmica de TCFC.
- A magnificação total foi assimétrica, com o lado direito apresentando-se maior em relação ao lado esquerdo.
- A Panorametria, como modelo graficométrico, é perfeitamente aplicável nas imagens panorâmicas de TCFC;
- Mais estudos são necessários para avaliar a panorâmica de TCFC adquirida no modo MIP, a fim de se conhecer mais sobre as suas características de reconstrução e distorção.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKCAM, M.O.;ALTIOK,T.; OZDLLER, E. Panoramic Radiographs: A Tool for Investigating Skeletal Pattern. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 123, no. 2, p. 175-181, Feb. 2003.

ALMEIDA-PEDRIN, R.R. et al. Panoramic Evaluation of Mesiodistal Axial Inclinations of Maxillary Anterior Teeth in Orthodontically Treated. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 130, no. 1, p. 56-61, July 2006.

ALTMAN, D.G. **Practical Statistics for Medical Research.** London, Chapman & Hall, 1991. 611 p.

ALTONEN, M.; HAAVIKKO, K.; MATTILA, K. Developmental Position of Lower Third Molar in Relation to Gonial Angle and Lower Second Molar. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 47, no. 4, p. 249-255, Oct. 1977.

ANGELOPOULOS, C. et al. Comparison Between Digital Panoramic Radiography and Cone-Beam Computed Tomography for the Identification of the Mandibular Canal as Part of Presurgical Dental Implant Assessment. **J. Oral. Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 66, no. 10 , p. 2130-2135, Oct. 2008.

ARAI, Y. et al. Development of a Compact Computed Tomographic Apparatus for Dental Use. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 28, no. 4, p. 245-248, July 1999.

ARNHEITER, C.; SCARFE, W.C.; FARMAN, A.G. Trends in Maxillofacial Cone-Beam Computed Tomography Usage. **Oral Radiol.**, Tokyo, v. 22, no. 2, p. 80-85, Dec. 2006.

BALLRICK, J.W. et al. Image Distortion and Spatial Resolution of a Commercially Available Cone Beam Computed Tomography Machine. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 134, no. 4, p. 573-582, Oct. 2008.

BENEDIKTSDOTTIR, I.S. et al. Accuracy of Digital and Film Panoramic Radiographs for Assessment of Position and Morphology of Mandibular Third Molars and Prevalence of Dental Anomalies and Pathologies. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 32, no. 2, p. 109-115, Mar. 2002.

BERTOLLO, R.M. **Estudo Comparativo de Análises Cefalométricas:** Manual, Computadorizada e computadorizada-Manual, em Norma Lateral. 2000. 105 f. Dissertação (Mestrado em Cirurgia e Traumatologia Bucocomaxilofacial) – Faculdade de Odontologia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BOEDDINGHAUS, R.; WHYTE, A. Current Concepts in Maxillofacial Imaging. **Eur. J. Radiol.**, Limerick, v. 66, no. 3, p. 396-418, June 2008.

CEVIDANES, L.H. et al. Superimposition of 3D Cone-Beam CT Models of Orthognathic Surgery Patients. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 34, no. 6, p. 369-375, Nov. 2005.

DANNEWITZ, B. et al. Effect of Dose Reduction in Digital Dental Panoramic Radiography on Image Quality. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 31, no. 1, p. 50-55, Jan. 2002.

FARMAN, A.G. Panoramic Radiographic Images and the Prediction of Asymmetry. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 35, no. 2, p. 129, Mar. 2006. Letter.

FARMAN, A.G.; FARMAN, T.T. Measurements from Digital Panoramic Radiographs. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 29, no. 4, p. 254, July 2000.

FREITAS, A.; TORRES, F. Radiografias Panorâmicas. In: FREITAS, A.; ROSA, J.E.; SOUZA, I.F. **Radiologia Odontológica**. 6. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2004. Cap. 11, p. 209-235.

FRYKHOLM, A. et al. Angular Measurements in Orthopantomography. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 6, no. 2, p. 77-81, 1977.

GADÊLHA, F.P. et al. A Aplicabilidade da Tomografia Computadorizada em Ortodontia. **Ortodontia**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 143-148, abr./jun. 2007.

GANSS, C. et al. Prognosis of Third Molar Eruption. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 76, no. 6, p. 688-693, Dec. 1993.

GARIB, D.G. et al. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (Cone Beam): Entendendo este Novo Método de Diagnóstico por Imagem com Promissora Aplicabilidade na Ortodontia. **Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial.**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 139-156, mar./abr. 2007.

GIJBELS, F. et al. Dosimetry of Digital Panoramic Imaging. Part I: Patient Exposure. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 34, no. 3, p. 145-149, May 2005.

GRACCO, A. et al. Quantitative Cone-Beam Computed Tomography Evaluation of Palatal Bone Thickness for Orthodontic Miniscrew Placement. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 134, no. 3, p. 361-369, Sept. 2008.

GUERRERO, M.E. et al. State-of-the-Art on Cone Beam CT Imaging for Preoperative Planning of Implant Placement. **Clin. Oral Investig.**, Berlin, v. 10, no. 1, p. 1-7, Mar. 2006.

HAAVIKKO, K.; ALTONEN, M.; MATTILA, K. Predicting Angulational Development and Eruption of the Lower Third Molar. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 48, no. 1, p. 39-48, Jan. 1978.

HALLIKAINEN, D. History of Panoramic Radiography. **Acta Radiol.**, Stockholm, v. 37, no. 3 pt. 2, p. 441-445, May 1996.

HAMADA, Y. et al. Application of Limited Cone Beam Computed Tomography to Clinical Assessment of Alveolar Bone Grafting: A Preliminary Report. **Cleft Palate Craniofac. J.**, Lewiston, v. 42, no. 2, p. 128-137, Mar. 2005.

HATTAB, F.N.; ALHAIJA, E.S. Radiographic Evaluation of Mandibular Third Molar Eruption Space. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 88, no. 3, p. 285-291, Sept. 1999.

HAYAKAWA, Y. et al. Morphometric Analysis of Image Distortion with Rotational Panoramic Radiography. **Bull. Tokio Dent. Coll.**, Tokio, v. 34, no. 2, p. 51-58, May 1993.

HENNIGEN, T.W. et al. Estudo Comparativo em Radiografias Panorâmicas do Grau de Inclinação dos Terceiros Molares Inferiores segundo os Traçados de Altonen, Haavikko & Mattila, e de Puricelli. **Rev. Odonto Ciênc.**, Porto Alegre, v. 22, n. 58, p. 328-334, out./dez. 2007.

HILGERS, M.L. et al. Accuracy of Linear Temporomandibular Joint Measurements with Cone Beam Computed Tomography and Digital Cephalometric Radiography. **Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.**, St. Louis, v. 128, no. 6, p. 803-811, Dec. 2005.

HONEY, O.B. et al. Accuracy of Cone-Beam Computed Tomography Imaging of the Temporomandibular Joint: Comparisons with Panoramic Radiology and Linear Tomography. **Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.**, St. Louis, v. 132, n. 4, p. 429-438, Oct. 2007.

KEEN, J.A. A Study of the Angle of the Mandible. **J. Dent. Res.**, Alexandria, VA, v. 24, no. 2, p. 77-86, 1945.

KOBAYASHI, K. et al. Accuracy in Measurement of Distance Using Limited Cone-Beam Computerized Tomography. **Int. J. Oral Maxillofac. Implants.**, Lombard, v. 19, no. 2, p. 228-231, Mar./Apr. 2004.

LAGRAVÈRE, M.O. et al. Effect of Object Location on the Density Measurement and Hounsfield Conversion in a NewTom 3G Cone Beam Computed Tomography Unit. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 37, no. 6, p. 305-308, Sept. 2008.

LAGRAVÈRE, M.O. et al. Three-Dimensional Accuracy of Measurements Made with Software on Cone-Beam Computed Tomography Images. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 134, no. 1, p. 112-116, July 2008.

LAM, E.W.N.; RUPRECHT, A.; YANG, J. Comparison of Two-Dimensional Orthoradially Reformatted Computed Tomography and Panoramic Radiography for Dental Implant Treatment Planning. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v. 74, no. 1, p. 42-46, July 1995.

LANGLAND, O.E.; LANGLAIS, R.P. Conceitos sobre Radiografias Panorâmicas. In: _____. **Princípios do Diagnóstico por Imagem em Odontologia.** São Paulo: Liv. Santos, 2002. Cap. 9, p. 207-220.

LARHEIM, T.A.; SVANAES, D.B. Reproducibility of Rotational Panoramic Radiography: Mandibular Linear Dimensions and Angles. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 90, no. 1, p. 45-51, July 1986.

LASTER, W.S. et al. Accuracy of Measurements of Mandibular Anatomy and Prediction of Asymmetry in Panoramic Radiographic Images. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 34, no. 6, p. 343-349, Nov. 2005.

LOUBELE, M. et al. Image Quality vs Radiation Dose of Four Cone Beam Computed Tomography Scanners. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 37, no. 6, p. 309-318, Sept. 2008.

LUDLOW, J.B. et al. Accuracy of Measurements of Mandibular Anatomy in Cone Beam Computed Tomography Images. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 103, no. 4, p. 534-542, Apr. 2007.

MAKI, K. et al. Computer-Assisted Simulations in Orthodontic Diagnosis and the Application of a New Cone Beam X-Ray Computed Tomography. **Orthod. Craniofac. Res.**, Oxford, v. 6, Suppl. 1, p. 95-101, 2003.

MATTILA, K.; ALTONEN, M.; HAAVIKKO, K. Determination of the Gonial Angle from the Orthopantomogram. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 47, no. 2, p. 107-110, Apr. 1977.

McKEE, I. et al. The Effect of Vertical and Horizontal Head Positioning in Panoramic Radiography on Mesiodistal Tooth Angulations. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 71, no. 6, p. 442-451, Dec. 2001.

MOL, A.; BALASUNDARAM, A. In Vitro Cone Beam Computed Tomography Imaging of Periodontal Bone. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 37, no. 6, p. 319-324, Sept. 2008.

MOSHIRI, M. et al. Accuracy of Linear Measurements from Imaging Plate and Lateral Cephalometric Images Derived from Cone-Beam Computed Tomography. **Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.**, St. Louis, v. 132, no. 4, p. 550-560, Oct. 2007.

MOZZO, P. et al. A New Volumetric CT Machine for Dental Imaging Based on the Cone-Beam Technique: Preliminary Results. **Eur. Radiol.**, Berlin, v. 8, no. 9, p. 1558-1564, 1998.

NAKAGAWA, Y. et al. Preoperative Application of Limited Cone Beam Computerized Tomography as an Assessment Tool Before Minor Oral Surgery. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, Copenhagen, v. 31, no. 3, p. 322-326, June 2002.

NIEDZIELSKA, I.A. et al. Panoramic Radiographic Predictors of Mandibular Third Molar Eruption. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 102, no. 2, p. 154-158, Aug. 2006.

PAWELZIK, J. et al. A Comparison of Conventional Panoramic Radiographs with Volumetric Computed Tomography Images in the Preoperative Assessment of Impacted Mandibular Third Molars. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 60, no. 9, p. 979-984, Sept. 2002.

PURICELLI, E. Dentes Retidos: Qual a Melhor Conduta? In: GONÇALVES, E. A.N.; CARDOSO, R.J.A. (Org.). **Periodontia, Cirurgia, Cirurgia para Implantes**. São Paulo: Artes Médicas, 2002. Cap. 18, p. 327-350.

PURICELLI, E. Proposta de Metodologia para Traçado do Maxilar Inferior em Radiografia Panorâmica: Panorametria. **Ortodon. Gaúcha**, Porto Alegre, v. 8, no. 2, p. 4-10, jul./dez. 2004.

PURICELLI, E. Retenção Dentária: Novos Conceitos no Tratamento Orto-Cirúrgico. In: GONÇALVES, E.A.N.; FELLER, C. **Atualização na Clínica Odontológica**. São Paulo: Artes Médicas, 1998. Cap. 1, p. 3-28.

PURICELLI, E. Panorametry: Suggestion of a Method for Mandibular Measurements on Panoramic Radiographs. **Head Face Med**. London, v. 5, no. 19, Oct. 2009.

RAMESH, A.; TYNDALL, D.A.; LUDLOW, J.B. Evaluation of a New Digital Panoramic System: A Comparison with Film. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 30, no. 2, p. 98-100, Mar. 2001

RAMSTAD, T. et al. A Methodological Study of Erros in Vertical Measurements of Edentulous Ridge Height on Orthopantomographic Radiograms. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v. 5, no. 4, p. 403-412, Oct. 1978.

RICHARDSON, M.E. The Development of Third Molar Impactation. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v. 2, no. 4, p. 231-234, Oct. 1975.

RICHARDSON, M.E. The Early Developmental Position of the Lower Third Molar Relative to Certain Jaw Dimensions. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 40, no. 3, p. 226-230, July 1970.

RICHARDSON, M.E. The Etiology and Prediction of Mandibular Third Molar Impactation. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 47, no. 3, p. 165-172, July 1977.

SAMAWI, S.S.; BURKE, P.H. Angular Distortion in the Orthopantomogram. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v. 11, no. 2, p. 100-107, Apr. 1984.

SCARFE, W.C.; ERASO, F.E.; FARMAN, A.G. Characteristics of the Orthopantomograph® OP 100. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsfills, v. 27, no. 1, p. 51-57, Jan. 1998.

SCARFE, W.C.; FARMAN, A.G.; SUKOVIC, P. Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice. **J. Can. Dent. Assoc.**, Ottawa, v. 72, no. 1, p. 75-80, Feb. 2006.

SCHMITT, S. Virtual Diagnostics Using Cone Beam CT. **Dent. Today**, Montclair, NJ, v. 25, no. 6, p. 90-91, June 2006.

SCHULZE, R. et al. Precision and Accuracy of Measurements in Digital Panoramic Panoramic Radiography. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsfills, v. 29, no. 1, p. 52-56, Jan. 2000.

SILVA, L. et al. Avaliação das Radiografias Panorâmicas Quanto à Reprodução Correta das Imagens Radiográficas. **Rev. Abro.**, Bauru, v. 5, n. 2, jul./dez. 2004.

SILVA, M.A.G. et al. Cone-Beam Computed Tomography for Routine Orthodontic Treatment Planning: A Radiation Dose Evaluation. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 133, no. 5, p. 640.e1-640.e5, May 2008.

SILVEIRA, H.L.D. et al. Software System for Calibrating Examiners in Cephalometric Point Identification. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 135, no. 3, p. 400-405, Mar. 2009.

SLAGSVOLD, O.; PEDERSEN, K. Gonial Angle Distortion in Lateral Head Films: A Methodologic Study. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 71, no. 5, p. 554-564, May 1977.

STORE, G.; LARHEIM, T.A. Mandibular Osteoradionecrosis: A Comparison of Computed Tomography with Panoramic Radiography. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 28, no. 5, p. 295-300, Sept. 1999.

STRAMOTAS, S. et al. Accuracy of Linear and Angular Measurements on Panoramic Radiographs Taken at Various Positions In Vitro. **Eur. J. Radiol.**, Limerick, v. 24, no. 1, p. 43-52, Feb. 2002.

STRATEMANN, S.A. et al. Comparison of Cone Beam Computed Tomography Imaging with Physical Measures. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 37, no. 2, p. 80-93, Feb. 2008.

SUKOVIC, P. Cone Beam Computed Tomography in Craniofacial Imaging. **Orthod. Craniofacial Res.**, Oxford, v. 6, Suppl. 1, p. 31-36, 2003.

SUOMALAINEN, A. et al. Accuracy of Linear Measurements Using Dental Cone Beam and Conventional Multislice Computed Tomography. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 37, no. 1, p. 10-17, Jan. 2008.

SUSIN, C.; RÖSING, C.K. **Praticando a Odontologia Baseada em Evidências**. Canoas: Ed. Da Ulbra, 1999. 181 p.

TAL, H.; MOSES, O. A Comparison of Panoramic Radiography with Computed Tomography in the Planning of Implant Surgery. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 20, no. 1, p. 40-42, Feb. 1991.

TALABANI, N.A.; GATAA, I.S.; JAFF, K. Precise Computer-Based Localization of the Metal Foramen on Panoramic Radiographs in a Kurdish Population. **Oral Radiol.**, Tokio, v. 24, no. 2, p. 59-63, 2008.

TANTANAPORNKUL, W. et al. A Comparative Study of Cone-Beam Computed Tomography and Conventional Panoramic Radiography in Assessing the Topographic Relationship Between the Mandibular Canal and Impacted Third Molars. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 103, no. 2, p. 253-259, Feb. 2007.

TAVANO, O.; ALVAREZ, L.C. Técnicas Radiográficas. In: _____. **Curso de Radiologia em Odontologia**. 4. ed. São Paulo: Liv. Santos, 1998. Cap. 4, p. 55-121.

THANYAKARN, C.; HANSEN, K.; ROHLIN, M. Measurements of Tooth Length in Panoramic Radiographs. 2: Observer Performance. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 21, no. 1, p.31-35, Feb. 1992.

THANYAKARN, C. et al. Measurements of Tooth Length in Panoramic Radiographs. 1: The Use of Indicators. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 21, no. 1, p. 26-30, Feb. 1992.

TÜRPEL, J.C. et al. Determining Mandibular Condyle and Ramus Height with the Help of an Orthopantomogram – A Valid Method? **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v. 23, no. 6, p. 395-400, June 1996.

UPDEGRAVE, W.J. The Role of Panoramic Radiography in Diagnosis. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, St. Louis, v. 22, no. 1, p. 49-57, July 1966.

UTHMAN, A.T. Retromolar Space Analysis in Relation to Selected Linear and Angular Measurements for an Iraqi Sample. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 104, no. 4, p. e76-e82, Oct. 2007.

VENTÄ, I. Predictive Model for Impaction of Lower Third Molars. **Oral Surg. Oral Med, Oral Pathol.**, St. Louis, v. 76, no. 6, p. 699-703, Dec. 1993.

VENTÄ, I.; SCHOU, S. Accuracy of the Third Molar Eruption Predictor in Predicting Eruption. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v. 91, no. 6, p. 638-642, June 2001.

WAITZMAN, A.A. et al. Craniofacial Skeletal Measurements Based on Computed Tomography: Part I. Accuracy and Reproducibility. **Cleft Palate Craniofac. J.**, Lewiston, v. 29, no. 2, p. 112-117, Mar. 1992.

WELANDER, U.; TRONGE, G.; McDAVID, D. Theory of Rotational Panoramic Radiography. In: LANGLAND, O.E. et al. **Panoramic Radiology**. Philadelphia: Lea and Febiger, 1989. Cap. 2, p. 38-75.

WYATT, D.L. et al. Accuracy of Dimensional and Angular Measurements from Panoramic and Lateral Oblique Radiographs. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 24, no. 4, p. 225-231, Nov. 1995.

XIE, Q. et al. Effect of Head Positioning in Panoramic Radiography on Vertical Measurements: An In Vitro Study. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 25, no. 2, p. 61-66, Apr. 1996.

YAMAMOTO, K. Development of Dento-Maxillofacial Cone Beam X-Ray Computed Tomography System. **Orthod. Craniofac. Res.**, Oxford, v. 6, Suppl. 1, p. 160-162, 2003.

ANEXO 1

FICHA PARA TABULAÇÃO DOS DADOS DO TRAÇADO

GRUPO 1 (PANORÂMICA CONVENCIONAL MANUAL)

GRUPO 2 (PANORÂMICA FEIXE CÔNICO MANUAL)

Identificação: _____

Sexo: M F Idade: _____

Data do traçado: __/__/__

Observador: Paloma Fernando Renan

Hora do traçado: início __:__ término __:__

Medidas Lineares Ósseas Únicas

CD-CE	mm
PCD-PCE	mm
FD-FE	mm
PGoD-PGoE	mm

Medidas Lineares Ósseas Bilaterais

Lado Direito		Lado Esquerdo	
CD-LM	mm	CE-LM	mm
CD-LI	mm	CE-LI	mm
PCD-LM	mm	PCE-LM	mm
PCD-LI	mm	PCE-LI	mm
FD-LM	mm	FE-LM	mm
FD-LI	mm	FE-LI	mm
CDVD-LM (L1)	mm	CEVE-LM (L1)	mm
CDVD-LI (L1)	mm	CEVE-LI (L1)	mm

L2D	mm	L2E	mm
L3D	mm	L3E	mm
L4D	mm	L4E	mm
PGoD-LM	mm	PGoE-LM	mm
PGoD-LI	mm	PGoE-LI	mm

Medidas Angulares Ósseas Bilaterais

Lado Direito		Lado Esquerdo	
L2D-L3D	graus	L2E-L3E	graus
L3D-L4D	graus	L3E-L4E	graus
L4D-L2D	graus	L4E-L2E	graus
L1D-L2D	graus	L1E-L2E	graus
L1D-L4D	graus	L1E-L4E	graus

Medidas Angulares Dentárias Bilaterais

Lado Direito		Lado Esquerdo	
46-CD.CE	graus	36-CD.CE	graus
47-CD-CE	graus	37-CD.CE	graus
46-L1D	graus	36-L1E	graus
46-L2D	graus	36-L2E	graus
46-L3D	graus	36-L3E	graus
47-L1D	graus	37-L1D	graus
47-L2D	graus	37-L2E	graus
47-L3D	graus	37-L3E	graus

ANEXO 2

Universidade Federal do Rio Grande do



Faculdade de Odontologia

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**RESOLUÇÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa e a Comissão de Pesquisas da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul analisaram o Projeto:

Número: 309/08

Título: ESTUDO COMPARATIVO DA PANORAMETRIA DE PURICELLI NA RADIOGRAFIA PANORÂMICA CONVENCIONAL E TOMOGRÁFICA PANORÂMICA CONE BEAN NOS TRAÇADOS MANUAL E COMPUTADORIZADO.

Investigador(es) principal(ais): Professora Edela Puricelli e CD. Gustavo Lisboa Martins.

O Projeto foi aprovado na reunião do dia 13/01/2009, Ata nº 01/09 do Comitê de Ética em Pesquisa e da Comissão de Pesquisas, da UFRGS, por estar adequado ética e metodologicamente de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Porto Alegre, 13 de janeiro de 2009.

Profª. Heloísa Emília Dias da Silveira
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisas

Profª. Deise Ponzoni
Coordenadora da Comissão de Pesquisas

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)