

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ORTODONTIA E ORTOPEDIA FACIAL

NIÉGE MICHELLE LAZZARI DE ONOFRE

**AVALIAÇÃO DE MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS EM IMAGENS
OBTIDAS A PARTIR DA TELERRADIOGRAFIA DE PERFIL E DA
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA *CONE BEAM***

Prof. Dr. Eduardo Martinelli Santayana de Lima
Orientador

Porto Alegre
2013

NIÉGE MICHELLE LAZZARI DE ONOFRE

**AVALIAÇÃO DE MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS EM IMAGENS
OBTIDAS A PARTIR DA TELERRADIOGRAFIA DE PERFIL E DA
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA *CONE BEAM***

Dissertação apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção de grau de Mestre em Odontologia, área de concentração em Ortodontia e Ortopedia Facial, pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Martinelli Santayana de Lima - PUCRS

Porto Alegre
2013

NIÉGE MICHELLE LAZZARI DE ONOFRE

**AVALIAÇÃO DE MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS EM IMAGENS
OBTIDAS A PARTIR DA TELERRADIOGRAFIA DE PERFIL E DA
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA *CONE BEAM***

Dissertação apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção de grau de Mestre em Odontologia, área de concentração em Ortodontia e Ortopedia Facial, pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em 8 de maio de 2013.

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Eduardo Silveira Ferreira - UFRGS

Dra. Maria Ivete B. Rockenbach - PUCRS

Dr. Eduardo Martinelli Santayana de Lima - PUCRS

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Luis e Maria Alice, por sempre incentivarem a educação na nossa família. Pai, obrigada pelo exemplo de homem esforçado e estudioso que você é. Mãe, obrigada por todo o seu esforço para permitir que eu chegasse aqui. Agradeço por acreditarem em mim e dizerem **sempre** pra eu ir adiante, que tudo se resolveria.*

Ao meu irmão Bruno, meu exemplo de vida. Pelas suas palavras de incentivo, pelas suas manifestações de orgulho em relação à mim. Por tudo que passamos juntos, por me fazer enxergar a vida de uma forma diferente.

AGRADECIMENTOS

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa de seu Reitor, Prof. Dr. Ir. Joaquim Clotet.

À Diretoria da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa de seu diretor antecessor, Marcos Túlio Mazzini Carvalho, e atual diretor, Prof. Dr. Alexandre Bahlis.

À CAPES, pelo apoio financeiro disponibilizado, indispensável para a realização deste curso.

Ao programa de pós-graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa de seu presidente antecessor, Prof. Dr. José Antônio Poli de Figueiredo, e atual presidente, Profa. Dra. Ana Maria Spohr.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eduardo Martinelli Santayana de Lima, pelos ensinamentos, pela orientação e pela confiança em mim depositada ao longo desses 6 anos.

À Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes, por sua dedicação e exigência. Exigência esta que fez com que eu e meus colegas tanto do curso de especialização quanto do curso de mestrado nos tornássemos melhores ortodontistas e também mais exigentes com o nosso trabalho.

À Profa. Suzana Maria Deon Rizzatto, por ser um exemplo de profissional apaixonada pelo que faz. Por transmitir seus conhecimentos de forma tão entusiasmada e nos fazer vibrar com as conquistas nos tratamentos.

À Profa. Tatiana Gonçalves, por ter passado seus conhecimentos de forma tão dedicada. Por ser uma amiga e conselheira desde os tempos do Internato na UFRGS.

Aos professores Ernani Menezes Marchioro, Fernando Lima e Telmo Bandeira Berthold pelos ensinamentos.

Aos colegas de turma de mestrado Laura, Lisandra, Chalana, Mariana, Diogo, Marina e Rejane. Colegas e amigos queridos, parceiros no aprender, no estudar, nos momentos difíceis, nas confidências, nas alegrias. Vocês fizeram e fazem a minha vida muita mais leve e feliz.

À colega de mestrado Vanessa Dias por ter me auxiliado em vários momentos da realização deste estudo. Por me ensinar a utilizar o software RadioCef Studio 2.

À aluna de Especialização em Ortodontia Aura Manfroi pelo auxílio indispensável para a realização deste trabalho. Sou eternamente agradecida pelas horas que deixou de fazer os seus deveres e mediu os exames dos pacientes utilizados nesta pesquisa.

Aos colegas de doutorado, mestrado e especialização da PUCRS, pela parceria e cumplicidade: André, Susiane, Leandro, Cláudia, Fabiane, Fabiano, Omar, Cássia, Maira, Paula, Renato, Rodrigo, Paulo e Bruno.

Aos funcionários da Pós-graduação Ana, Davenir, Marcos e Paulo, e às secretárias das clínicas da Ortodontia e Cerlap, Carla, Rejane, Alessandra, Neusa e Karina pela dedicação e eficiência na realização das suas tarefas.

Às minhas amigas, algumas recentes outras de longa data: Clarissa, Letícia, Daniela, Ana Paula, Mariele, Keli, Clarissa Machado pelo apoio, por sempre me ouvirem, pelos conselhos. Por tornarem nossos momentos juntas relaxantes e divertidos. Momentos sem os quais não chegaria aqui hoje.

Ao meu namorado, Carlos Eduardo, por estar ao meu lado, principalmente na fase final dessa trajetória. Agradeço pelo seu companheirismo, por sua amizade, pelo seu amor e principalmente por ter me dado o equilíbrio necessário para finalizar essa jornada.

*“Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido,
mas aquele que vai acompanhado, com certeza vai
mais longe.”*

Clarice Lispector

RESUMO

Introdução: o objetivo deste estudo foi avaliar se as medidas cefalométricas obtidas no cefalograma a partir da imagem da radiografia lateral da cabeça (RLC) são reprodutíveis e comparáveis com as medidas obtidas no cefalograma realizado na imagem gerada a partir da tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB). Dessa forma, determinar a aplicabilidade da TCCB para a análise cefalométrica comumente utilizada na ortodontia. **Metodologia:** foram selecionados 20 pacientes que possuíam tanto RLC quanto TCCB da cabeça. Para a realização das medidas foi utilizado o *software* Radiocef Studio 2 (RadioMemory Ltda., Belo Horizonte, MG, Brasil). Estas foram realizadas por três avaliadores com diferentes níveis de experiência. Cada avaliador determinou as medidas nas imagens obtidas da RLC e nas obtidas a partir da TCCB (T1) e estas foram repetidas num intervalo de tempo de uma semana (T2). Para determinar a reprodutibilidade intra-avaliadores e interavaliadores foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC). Para análise dos valores obtidos com os dois métodos tanto em T1 quanto em T2 foi utilizado o *Teste t-student*. O Teste não-paramétrico de Friedman foi aplicado para comparar as medidas dos três avaliadores. O nível de significância máximo assumido foi de 5% ($p \leq 0,05$). **Resultados:** o ICC para os 3 avaliadores foi acima de 0.8 para os dois métodos e para todas as medidas cefalométricas com exceção da medida Nperp-Pog para o Avaliador 2 (ICC=0.66). As medidas Co-A, Co-Gn e ENA-Me apresentaram diferenças estatisticamente e clinicamente significantes entre os dois métodos, diferenças de 5,59 mm, 8,2 mm e de 5,9 mm, respectivamente. Diferenças também foram observadas para medidas NPerp-Pog, com variação de 1,17 mm e para a medida EixoY, com variação de 0,68°. **Conclusões:** os dois métodos apresentaram boa reprodutibilidade. Foram observadas diferenças estatisticamente significantes para metade das 10 medidas cefalométricas avaliadas. A comparação de medidas cefalométricas, seguindo o delineamento do presente estudo, não mostrou similaridade entre os dois métodos avaliados.

Palavras-chave: Radiografia. Tomografia Computadorizada por Raios X. Cefalometria.

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study was to evaluate the reproducibility and to compare the cephalometric measurements in images from conventional lateral radiographs (CLR) and in images synthesized from cone beam computed tomography (CBCT). **Methodology:** Twenty patients who had both a CBCT and a conventional lateral radiograph were recruited. Three observers digitized landmarks used for 10 measurements in CBCT images and in CLR from all patients at two different times (T1 and T2). The cephalometric analyses were conducted on the Radiocef Studio 2 software (RadioMemory Ltda., Belo Horizonte, MG, Brazil). In order to assess the reproducibility of exams in each technique, the ICC was calculated for each cephalometric measurement in each of techniques investigated. Differences between the modalities in T1 and T2 were calculated used *t-student* test. To compare the measurements from the three observers, Friedman test was used. Statistical significance was defined as 5% ($p \leq 0,05$). **Results:** the ICC of all measurements were above 0.8 in both methods, except for Nperp-Pog (ICC=0.66) for the Observer 2. There were statistically and clinically differences for the Co-A (5,59 mm), Co-Gn (8,2 mm) and ENA-Me (5,9 mm) measurements between the methods. Differences were also found for NPerp-Pog (1,17 mm) and EixoY ($0,68^\circ$). **Conclusion:** the reproducibility was good for all the measurements in both methods. The significant differences between the modalities were shown in 5 of the 10 measurements analyzed in this study. Measurements from CBCT synthesized cephalograms are not similar to those based on conventional radiographic images.

Key-words: Radiography, X-Ray Computed Tomography, Cephalometry.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 PROPOSIÇÃO.....	13
3 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	14
3.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	14
3.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	14
3.3 PROTOCOLO DA REALIZAÇÃO DOS EXAMES UTILIZADOS NO ESTUDO.....	14
3.3.1 RADIOGRAFIA LATERAL DA CABEÇA.....	14
3.3.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA CONE BEAM.....	15
3.4 METODOLOGIA UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO DAS IMAGENS.....	15
3.4.1 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA.....	15
3.4.2 METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA	16
3.4.2.1 POSICIONAMENTO DA CABEÇA NO ASPECTO AXIAL.....	16
3.4.2.2 POSICIONAMENTO DA CABEÇA NO ASPECTO SAGITAL.....	16
3.4.2.3 POSICIONAMENTO DA CABEÇA NO ASPECTO CORONAL.....	16
3.5 PONTOS E MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS UTILIZADOS NO ESTUDO.....	19
3.5.1 PONTOS CEFALOMÉTRICOS.....	19
3.5.2 LINHAS E PLANOS CEFALOMÉTRICOS.....	19
3.5.3 MEDIDAS LINEARES E ANGULARES RELACIONADAS À MAXILA.....	20
3.5.4 MEDIDAS LINEARES E ANGULARES RELACIONADAS À MANDÍBULA.....	21
3.5.5 MEDIDAS LINEARES E ANGULARES RELACIONADAS À ALTURA FACIAL.....	22
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
4 RESULTADOS.....	24
5 ARTIGOS.....	35
5.1 AVALIAÇÃO DA REPRODUTIBILIDADE DE MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS REALIZADAS EM IMAGENS OBTIDAS DE RADIOGRAFIA LATERAL DA CABEÇA E EM IMAGENS OBTIDAS DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA CONE BEAM.....	36
5.2 COMPARAÇÃO DE CEFALOGRAMAS OBTIDOS A PARTIR DA IMAGEM DA RADIOGRAFIA LATERAL E DA IMAGEM SINTETIZADA A PARTIR DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA CONE BEAM.....	59
6 DISCUSSÃO.....	79
7 CONCLUSÃO.....	91
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
9 ANEXOS.....	95

1 INTRODUÇÃO

Desde a introdução do cefalostato por Broadbent⁽¹⁾, dispositivo este que permite a padronização do posicionamento da cabeça do indivíduo durante a realização da tomada radiográfica, o traçado cefalométrico sobre a radiografia lateral da cabeça tornou-se um método popularmente utilizado para estudar o crescimento e desenvolvimento craniofacial, diagnosticar maloclusões e anomalias faciais, para planejar e quantificar o tratamento ortodôntico e ortopédico, assim como, para planejar e avaliar intervenções cirúrgicas⁽²⁻⁴⁾.

Entretanto, a análise radiográfica apresenta limitações intrínsecas. A radiografia lateral da cabeça (RLC) ou como também é conhecida, radiografia cefalométrica ou telerradiografia de perfil é uma imagem bidimensional (2D) de uma estrutura tridimensional (3D), produzida por um raio não paralelo que resulta numa imagem distorcida e aumentada, mais em algumas regiões que em outras. A sua avaliação de forma segura e precisa é difícil devido à distorção, à diferença da magnificação de estruturas bilaterais e à superposição de estruturas craniofaciais, principalmente quando grandes assimetrias estão presentes. Esses fatores complicam a localização precisa de pontos cefalométricos de referência. Erros na análise cefalométrica podem ocasionar alterações no planejamento ortodôntico e cirúrgico^(4,5).

Essas limitações da imagem obtida através de técnicas convencionais levaram ao desenvolvimento de novas abordagens para se realizar as análises cefalométricas^(4,6). Recentemente, uma nova tecnologia tem chamado à atenção da comunidade ortodôntica, a tomografia computadorizada de feixe cônico - *cone beam* (TCCB). Ela é realizada em um tomógrafo relativamente pequeno e de menor custo, especialmente para região dentomaxilofacial. A imagem obtida pela TCCB permite que o ortodontista avalie os tecidos duros e moles do paciente em três dimensões, com mínima distorção, sem a sobreposição de estruturas e dose de radiação significativamente reduzida em comparação à tomografia computadorizada tradicional^(5,7-9).

Atualmente, com o auxílio de *softwares* específicos para a análise tomográfica, podemos obter reconstruções secundárias, ou seja, imagens sintetizadas a partir da imagem base ou primária obtida da TCCB. Essas reconstruções secundárias possuem características semelhantes às radiografias convencionais, tais como, a telerradiografia de perfil, radiografia panorâmica, radiografias periapicais, entre

outras. A obtenção dessas reconstruções secundárias evita que o paciente seja exposto à radiação novamente^(2,10-12).

Poucos estudos⁽¹³⁻¹⁸⁾ foram realizados com o objetivo de verificar a precisão e reprodutibilidade de pontos e medidas marcados em imagens obtidas da TCCB⁽¹⁹⁾. Existe uma grande variação em relação aos resultados até agora encontrados, principalmente em virtude das metodologias utilizadas⁽²⁰⁾.

Assim, faz-se necessária a realização de trabalhos com o objetivo de avaliar se as medidas cefalométricas obtidas no cefalograma a partir da RLC são reprodutíveis e compatíveis com as medidas obtidas no cefalograma realizado na imagem gerada a partir da TCCB. E, dessa forma, determinar a aplicabilidade da tomografia computadorizada de feixe cônico para a análise cefalométrica comumente utilizada na ortodontia.

2 PROPOSIÇÃO

Objetivos gerais:

O objetivo desse estudo é testar a reprodutibilidade e a confiabilidade de medidas cefalométricas angulares e lineares realizadas em imagens obtidas a partir da radiografia lateral da cabeça e a partir da tomografia computadorizada *cone beam*.

Objetivos específicos:

Avaliar em dois tempos (T1 e T2):

- A reprodutibilidade das medidas intra-avaliador;
- A reprodutibilidade das medidas inter-avaliadores.

Avaliar em um único tempo (T1):

- A comparação das medidas realizadas nos cefalogramas gerados a partir das radiografias e a partir das tomografias computadorizadas *cone beam*.

3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

3.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da PUCRS sob o protocolo número 0030/12 (Anexo A) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS sob o número 06635112.4.0000.5336 (Anexo B).

3.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Foram selecionados 20 pacientes, que possuíam tanto RLC quanto TCCB da cabeça, cujos exames tivessem sido realizados antes do início do tratamento e com um intervalo máximo entre estes de 3 meses. A amostra foi composta por 12 indivíduos do gênero feminino e 8 do masculino com média de idade de $9,7 \pm 1,6$ anos. Os exames foram selecionados dos arquivos da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (FO-PUCRS).

Nesta amostra não foram incluídos pacientes com fissura lábiopalatina, com grandes assimetrias faciais e dentes retidos que dificultassem a visualização dos pontos anatômicos utilizados nesse estudo.

3.3 PROTOCOLO DA REALIZAÇÃO DOS EXAMES UTILIZADOS NO ESTUDO

3.3.1 Radiografia Lateral da Cabeça

As telerradiografias de perfil foram obtidas no Serviço de Radiologia da Faculdade de Odontologia da PUCRS, seguindo a técnica preconizada por Broadbent (Broadbent, 1931). Os pacientes foram posicionados com justaposição dos dispositivos auriculares do cefalostato no meato acústico externo, mantendo o Plano Horizontal de Frankfurt paralelo ao solo, o plano sagital mediano perpendicular ao feixe central de raios X e paralelo ao chassi do filme radiográfico. A miliamperagem, a quilovoltagem e o tempo de exposição foram determinados de acordo com as especificações do aparelho de raios X e de acordo com as características individuais de cada paciente a ser radiografado. Todas as radiografias foram reveladas e fixadas pelo processo automático e armazenadas em local apropriado.

3.3.2 Tomografia Computadorizada Cone Beam

As tomografias computadorizadas foram realizadas em uma clínica radiológica privada (Centro de Diagnóstico por Imagem – CDI) localizada no complexo Mãe de Deus Center em Porto Alegre – RS. Foi utilizado tomógrafo volumétrico computadorizado de feixe cônico I-Cat (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA), com regulagem de 8 mA, 120 KV com tempo de exposição de 40 segundos, protocolo FULL, com resolução de voxel de 0,3 mm conforme tomada padrão para reconstrução tridimensional da face.

Para a aquisição da imagem, o paciente ficava sentado, com olhos fechados e posicionado com o Plano Horizontal de Frankfurt paralelo ao solo e o plano sagital mediano perpendicular ao solo e em máxima intercuspidação habitual. Foi utilizado um apoio de cabeça do equipamento associado a uma fita com velcro nas laterais. Na sequência, a fonte de raios-X foi ajustada na posição vertical para enquadrar desde a região do Násio até a região inferior ao mento e, no sentido ântero-posterior, desde a região posterior as vértebras cervicais até a região mais anterior dos tecidos moles da face. Então a fonte de raios-X foi acionada, emitindo um feixe em forma de cone, o qual foi captado pelo detector de raios-X. Para isso, o sistema tubo-detector realizou um giro de 360° em torno da cabeça do paciente adquirindo a cada, aproximadamente, um grau de giro, a imagem base da cabeça do paciente. Ao término do exame, essa seqüência de projeções adquiridas não processadas (*raw data*) foi reconstruída através de um programa de algoritmos (*Dentalslice software*) instalado em um computador acoplado ao tomógrafo. A reconstrução dessa sequência de projeções gerou uma imagem volumétrica (3D), que pode ser visualizada de forma padronizada nos planos axial, sagital e coronal. Cortes axiais de 0,3 mm de espessura foram obtidos e exportados no formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) e na sequência gravados em um *cd-rom* gravável.

3.4 METODOLOGIA UTILIZADA PARA A AVALIAÇÃO DAS IMAGENS

3.4.1 Metodologia para Avaliação Radiográfica

As radiografias laterais da cabeça foram escaneadas e digitalizada em 300 dpi e salvas no formato JPG em um *pen drive*. Para a análise da imagem foi utilizado

o *software* Radiocef Studio 2 (RadioMemory Ltda., Belo Horizonte, MG, Brasil). Os pontos cefalométricos foram marcados com o auxílio do *mouse* e, a partir destes, as medidas foram realizadas.

3.4.2 Metodologia para Avaliação Tomográfica

Para a obtenção das imagens adquiridas por meio da TCCB foi utilizado o *software* *Invivo5 (Anatomage imaging software)* instalado em um computador com a seguinte configuração: processador Intel CORE 2 QUAD Q9300 4X 2.5 GHz 64 bits, 4 GB de memória RAM, placa de vídeo de alta performance Geforce 8800GT com 512 MB DDR3 256 bits, visualizando as imagens em uma tela *widescreen* de 19 polegadas.

Com o auxílio deste *software* foram obtidas imagens da cabeça do paciente semelhantes às radiografias cefalométricas. Para o posicionamento e obtenção da imagem na qual foi realizada a marcação dos pontos e medidas cefalométricas foram utilizados pontos e linhas gerais de referência.

3.4.2.1 Posicionamento da cabeça no plano axial

A linha de referência foi posicionada sobre a crista Galli e passou na região de maior concavidade da superfície anterior do forame magno (Figura 1).

3.4.2.2 Posicionamento da cabeça no plano sagital

A linha de referência passou pela porção superior do conduto auditivo externo e pela região mais inferior da borda inferior da órbita. Este plano Po-Or, Plano Horizontal de Frankfurt deveria ficar paralelo ao solo (Figura 2).

3.4.2.3 Posicionamento da cabeça no plano coronal

A linha de referência foi posicionada próxima às bordas superiores das órbitas (Figura 3). Desta forma, com a cabeça devidamente posicionada, a imagem foi obtida.

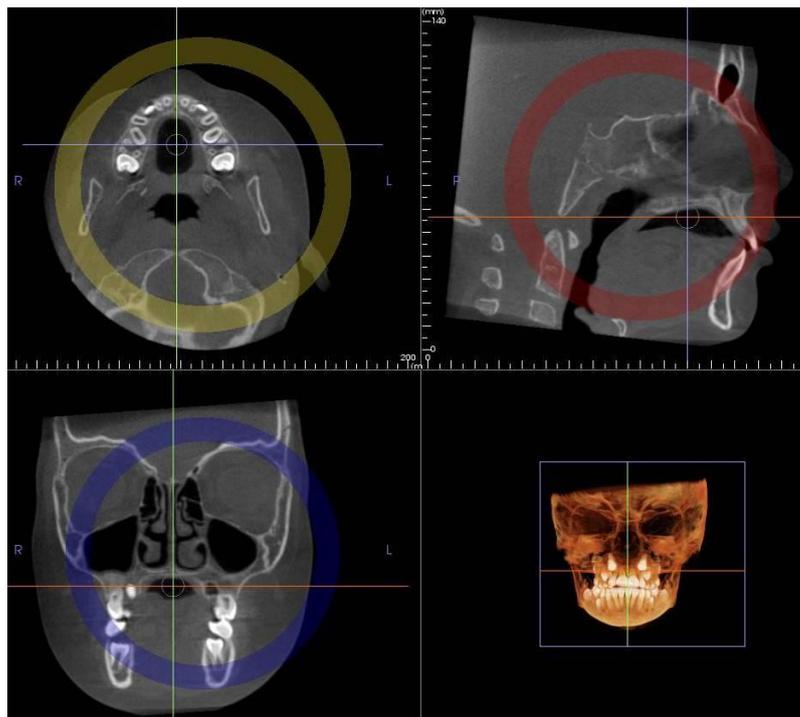


Figura 1- Posicionamento da cabeça no aspecto axial.

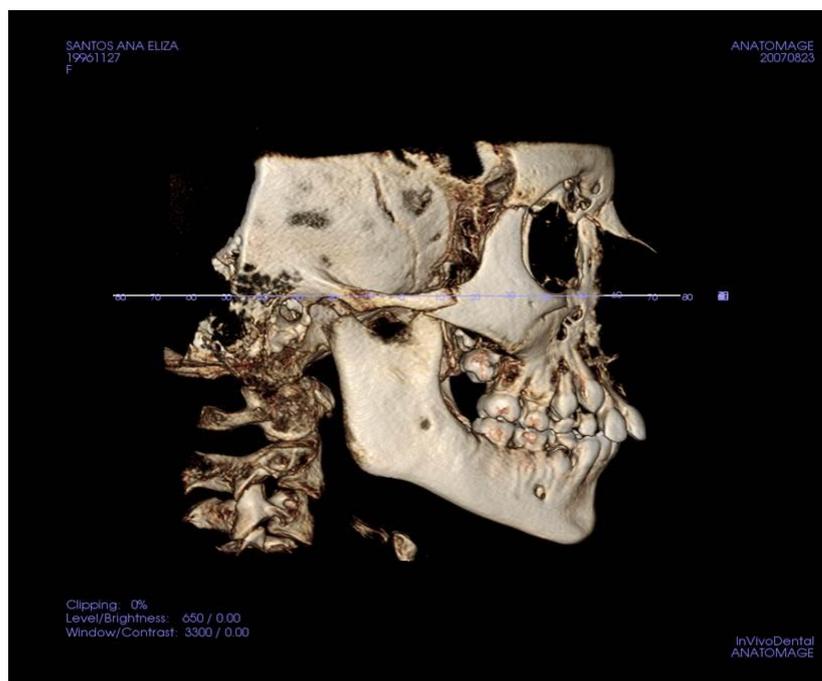


Figura 2- Posicionamento da cabeça no aspecto sagital.

3.5 PONTOS E MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS UTILIZADOS NO ESTUDO

Para a realização do estudo, foram identificados pontos, linhas e planos cefalométricos e a partir desses foram realizadas medidas lineares e angulares. Segue-se com a descrição dos pontos (Figura 5), linhas, planos (Figura 6) e medidas cefalométricas (Figura 7, Figura 8 e Figura 9):

3.5.1 Pontos Cefalométricos

Sela (S): Ponto localizado no centro geométrico da sela túrcica e é determinado por inspeção visual.

Násio (N): Ponto localizado na porção mais anterior da sutura frontonasal.

Orbitário (Or): Ponto mais inferior sobre a margem inferior da órbita.

Pório (Po): O pório anatômico é o ponto mais alto do conduto auditivo externo.

Espinha Nasal Anterior (ENA): Ponto situado na extremidade da espinha nasal anterior.

Ponto A: Ponto mais profundo do contorno da pré-maxila, localizado entre a ENA e o ponto mais anterior do processo alveolar da pré-maxila.

Ponto B: Ponto mais profundo do contorno do processo alveolar da mandíbula.

Pogônio (Pog): Ponto mais anterior da sínfise mandibular. É determinado por inspeção visual.

Gnátio (Gn): Ponto mais anterior e inferior do contorno da sínfise mandibular. Pode ser determinado pela bissetriz do ângulo formado entre o plano mandibular e uma perpendicular a este, que tangencie a região mais anterior da sínfise.

Mentoniano (Me): Ponto localizado no ponto mais inferior do contorno da sínfise mandibular.

Gônio (Go): Ponto médio entre os pontos mais posterior e inferior do ângulo mandibular. Também pode ser determinado pela bissetriz do ângulo formado por tangentes às bordas posterior e inferior da mandíbula com o ângulo goníaco.

Condílio (Co): Ponto mais superior e posterior do côndilo mandibular.

3.5.2 Linhas e Planos Cefalométricos

Linha NPerp (LNPerp): Linha a partir do ponto N que passa perpendicularmente ao Plano de Frankfurt.

Linha SN (LSN): Linha que une os pontos S e N, representando a base do crânio.

Plano de Frankfurt (PFRKFT): Linha que une os pontos Po e Or.

Plano Oclusal (POCL): Linha que corta o entrecruzamento dos primeiros molares e dos incisivos em oclusão cêntrica.

Plano Mandibular (PM): Linha que une os pontos Go e Gn corresponde ao plano mandibular.

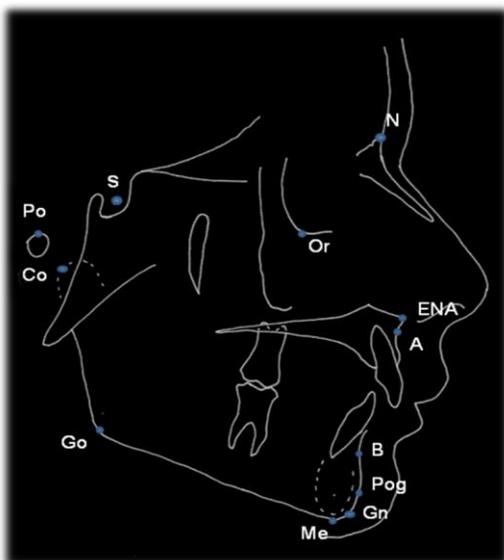


Figura 5- Pontos Cefalométricos

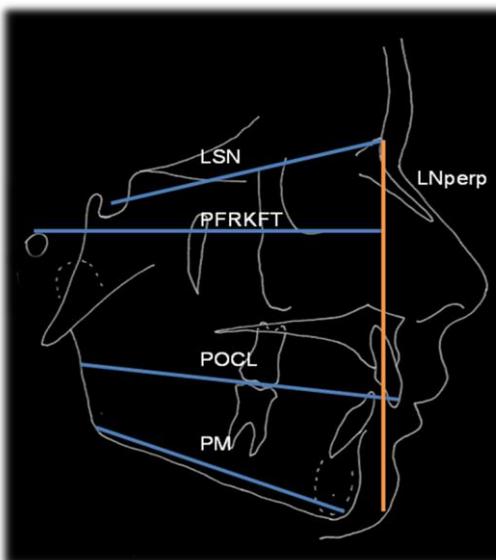


Figura 6- Linhas e Planos Cefalométricos

3.5.3 Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Maxila

Ângulo SNA: É determinado pela intersecção das linhas S-N e N-A. Expressa a posição ântero-posterior da maxila em relação à base do crânio.

NPerp-A: Distância linear da linha NPerp até o ponto A. Relaciona a maxila com a base do crânio.

Co-A: Distância linear que une os pontos Co ao ponto A. Determina o comprimento efetivo da maxila.

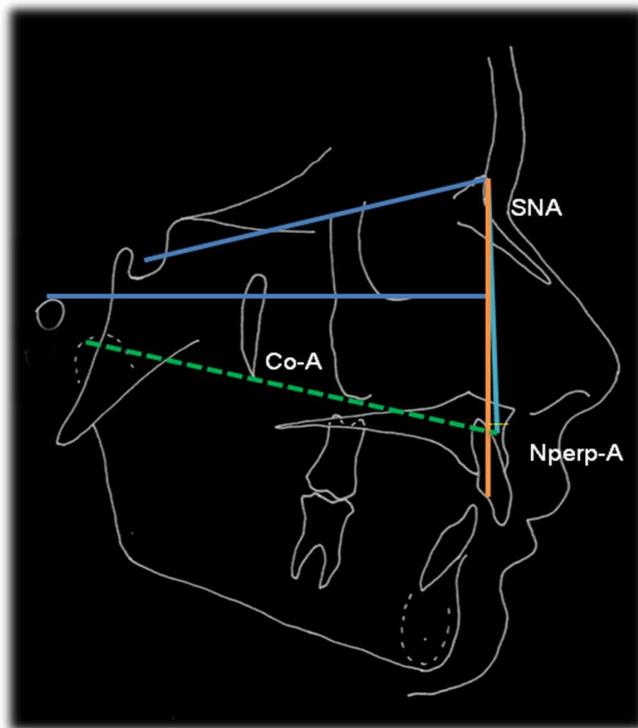


Figura 7- Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Maxila

3.5.4 Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Mandíbula

Ângulo SNB: Ângulo formado pela intersecção da linha SN e NB. Expressa a posição ântero-posterior da mandíbula em relação à base do crânio.

NPerp-Pog: Distância linear da linha NPerp até o ponto Pog. Relaciona a mandíbula com a base do crânio.

Co-Gn: Distância linear que une os pontos Co ao ponto Gn. Determina o comprimento efetivo da mandíbula.

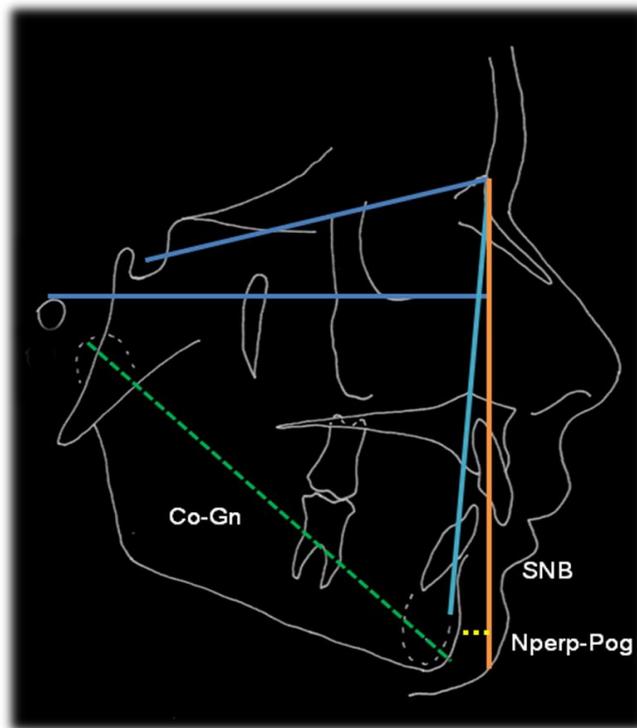


Figura 8- Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Mandíbula

3.5.5 Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Altura Facial

Distância ENA-Me: Distância linear dos pontos ENA e Me. Representa a altura facial inferior.

SN.Go-Gn: É determinado pela intersecção do PM com a linha S-N. Expressa o grau de abertura da mandíbula e da altura vertical da sua porção anterior.

SN.Ocl: É determinado pela intersecção do POCL com a linha S-N. Expressa a inclinação dos dentes, em oclusão, com a base do crânio.

Eixo Y: Ângulo formado pela intersecção do Plano de Horizontal Frankfurt com uma linha que inicia no ponto S e termina no ponto Gn. Expressa a direção do crescimento, vertical ou horizontal.

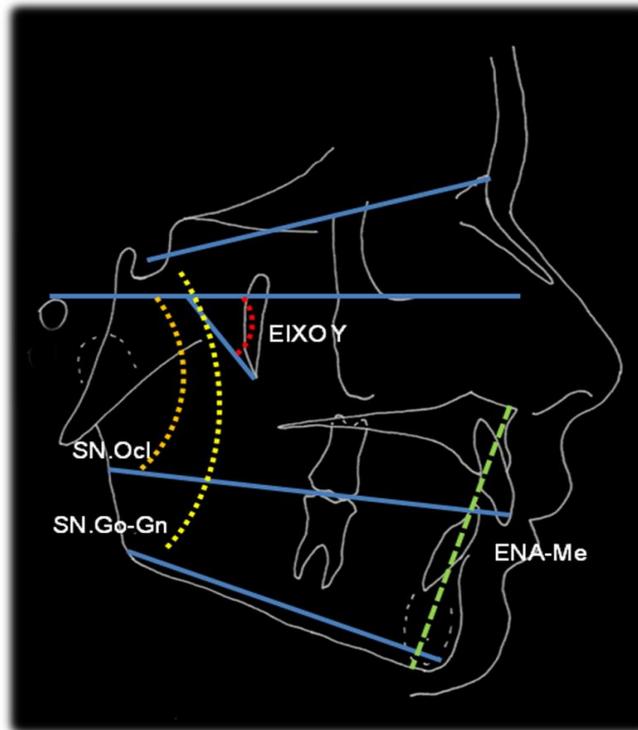


Figura 9- Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Altura Facial

As imagens foram salvas no *software* Radiocef Studio 2 e antes que fossem realizados os cefalogramas estas foram ajustadas no que diz respeito à sua proporção com auxílio de uma régua milimetrada digital, ferramenta disponível nos recursos do *software*. Então, os cefalogramas foram realizados por três avaliadores. Avaliador 1: aluno do curso de mestrado em ortodontia; Avaliador 2: doutor em ortodontia e Avaliador 3: aluno do curso de especialização em ortodontia, profissionais com níveis diferentes de treinamento. Os avaliadores foram previamente orientados de forma escrita e verbal e foram treinados para o uso do *software*. As marcações foram realizadas numa sala escura e os observadores podiam utilizar os recursos disponíveis no *software* para a melhor visualização dos pontos, como por exemplo, alterar brilho e contraste originais, escala de cinza, utilizar pseudo-coloração e/ou negativo e aproximar a imagem.

Cada avaliador realizou as medidas nas imagens obtidas da RLC em uma sessão (T1) e estas foram repetidas com um intervalo de tempo de uma semana (T2). Da mesma forma, foram realizadas as medidas nas imagens adquiridas a partir da TCCB.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Com a finalidade de avaliar a reprodutibilidade das medidas intra-avaliadores e interavaliadores em T1 e T2 nas imagens das radiografias cefalométricas e nas imagens geradas a partir da TCCB foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC).

Para análise dos valores obtidos com os dois métodos nos tempos T1 e T2 foi utilizado o *Teste t-student*.

Para comparar as medidas obtidas entre os três avaliadores nos dois métodos em T1 e T2 foi utilizado o Teste não-paramétrico de Friedman.

Para os testes acima citados o nível de significância máximo assumido foi de 5% ($p \leq 0,05$) e o *software* utilizado para a análise estatística foi o SPSS versão 13.0.

4 RESULTADOS

Os dados do presente estudo foram analisados através de tabelas e estatísticas descritivas.

Na Tabela 1 estão presentes os valores do ICC para os 3 avaliadores, nos dois métodos, assim como, para cada medida cefalométrica utilizada para avaliação neste estudo.

O ICC para os 3 avaliadores foi excelente para os dois métodos para todas as medidas cefalométricas com exceção da medida Nperp-Pog para o avaliador 2.

Tabela 1: Valores de ICC (Coeficiente de Correlação Intraclass) entre as medidas realizadas em T1 e T2 para os 2 métodos pelos 3 avaliadores.

Medida	ICC					
	RLC			TCCB		
	Aval 1	Aval 2	Aval 3	Aval 1	Aval 2	Aval 3
SNA	0,974	0,975	0,812	0,981	0,909	0,897
SNB	0,943	0,989	0,920	0,987	0,962	0,929
SN.Ocl	0,957	0,929	0,913	0,965	0,878	0,878
SN.Go-Gn	0,974	0,978	0,937	0,979	0,932	0,939
Nperp-A	0,966	0,944	0,819	0,970	0,938	0,921
Co-A	0,900	0,923	0,871	0,896	0,890	0,819
Co-Gn	0,960	0,976	0,961	0,952	0,958	0,933
ENA-Me	0,990	0,981	0,976	0,932	0,953	0,934
Nperp-Pog	0,839	0,660	0,910	0,977	0,962	0,969
Eixo Y	0,966	0,964	0,885	0,969	0,971	0,960

Aval – avaliador

Pode-se observar na Tabela 2, na qual as medidas foram realizadas pelo Avaliador 1, que algumas destas apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os tempos T1 e T2. Nas radiografias a medida Co-A apresentou diferença entre os dois tempos sendo que valores maiores foram observados em T2. Nas tomografias foi observada diferença para as medidas SN.Go-Gn com valores também maiores em T2 e Eixo Y, porém com valores maiores em T1.

Tabela 2: Comparação entre os tempos T1 X T2 nas radiografias e tomografias para o Avaliador 1 (n=20)

Medida	Tempo T1		Tempo T2		P
	Média	DP	Média	DP	
RLC					
SNA	79,61	3,17	79,75	3,16	0,382 ^{ns}
SNB	77,05	4,15	77,18	3,99	0,696 ^{ns}
SN.Ocl	17,53	4,03	17,32	4,11	0,427 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,57	4,47	36,28	4,78	0,218 ^{ns}
Nperp-A	-0,37	3,92	0,06	3,81	0,056 ^{ns}
Co-A	83,48	4,05	84,44	4,95	0,032*
Co-Gn	107,42	8,61	108,12	9,07	0,221 ^{ns}
ENA-Me	65,49	6,32	65,55	6,77	0,770 ^{ns}
Nperp-Pog	-4,54	7,59	-3,01	8,06	0,128 ^{ns}
Eixo Y	59,46	3,73	59,19	3,52	0,216 ^{ns}
TCCB					
SNA	80,01	3,41	79,78	3,30	0,109 ^{ns}
SNB	77,20	3,87	76,97	3,97	0,097 ^{ns}
SN.Ocl	17,99	4,23	17,92	4,50	0,779 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,42	4,55	37,05	4,62	0,001**
Nperp-A	0,53	3,67	0,80	3,36	0,161 ^{ns}
Co-A	80,65	4,27	80,08	4,40	0,206 ^{ns}
Co-Gn	102,45	8,14	101,80	8,32	0,262 ^{ns}
ENA-Me	60,37	5,02	60,28	5,23	0,834 ^{ns}
Nperp-Pog	-3,20	6,89	-2,59	6,91	0,062 ^{ns}
Eixo Y	58,84	3,34	58,45	3,52	0,037*

DP – desvio-padrão

ns – não significativo; **significativo $p \leq 0,01$; * significativo $p \leq 0,05$

Na Tabela 3, cujas medidas foram realizadas pelo Avaliador 2, foi observada diferença estatisticamente significativa somente nas radiografias para as medidas Nperp-A com valores maiores em T2, Co-Gn e ENA-Me com valores maiores em T1.

Tabela 3: Comparação entre os tempos T1 X T2 nas radiografias e tomografias para o Avaliador 2 (n=20)

Medida	Tempo T1		Tempo T2		P
	Média	DP	Média	DP	
RLC					
SNA	79,20	2,82	79,42	2,82	0,113 ^{ns}
SNB	76,50	3,69	76,52	3,56	0,865 ^{ns}
SN.Ocl	18,17	3,64	18,21	4,45	0,917 ^{ns}
SN.Go-Gn	37,10	4,64	37,35	4,41	0,255 ^{ns}
Nperp-A	-0,23	3,39	0,33	3,81	0,035*
Co-A	83,30	4,83	82,52	5,38	0,083 ^{ns}
Co-Gn	109,43	9,67	108,26	10,06	0,011*
ENA-Me	65,32	6,47	64,73	6,35	0,030*
Nperp-Pog	-4,95	7,09	-2,59	8,62	0,110 ^{ns}
Eixo Y	59,77	3,27	59,46	3,71	0,144 ^{ns}
TCCB					
SNA	79,49	3,58	79,30	3,28	0,572 ^{ns}
SNB	76,90	4,23	76,55	4,00	0,179 ^{ns}
SN.Ocl	17,62	4,15	21,06	13,10	0,280 ^{ns}
SN.Go-Gn	37,47	4,42	37,92	4,08	0,211 ^{ns}
Nperp-A	0,36	3,35	0,77	3,25	0,112 ^{ns}
Co-A	76,34	4,59	75,96	4,48	0,436 ^{ns}
Co-Gn	99,52	8,57	99,18	9,14	0,558 ^{ns}
ENA-Me	58,89	5,27	58,18	5,74	0,057 ^{ns}
Nperp-Pog	-3,55	7,06	-2,85	6,93	0,104 ^{ns}
Eixo Y	59,11	3,71	58,83	3,48	0,151 ^{ns}

DP – desvio-padrão ns – não significativo; **significativo p≤0,01; * significativo p≤0,05

Na Tabela 4, para as medidas realizadas pelo Avaliador 3, verifica-se que nenhuma destas apresentou diferença estatisticamente significativa tanto para as radiografias como para as tomografias nos dois tempos.

Tabela 4: Comparação entre os tempos T1 X T2 nas radiografias e tomografias para o Avaliador 3 (n=20)

Medida	Tempo T1		Tempo T2		P
	Média	DP	Média	DP	
RLC					
SNA	80,42	3,45	80,34	2,76	0,858 ^{ns}
SNB	77,62	4,17	77,68	3,60	0,884 ^{ns}
SN.Ocl	17,46	4,66	18,08	3,92	0,126 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,35	5,24	36,01	4,54	0,403 ^{ns}
Nperp-A	0,81	3,91	0,62	3,11	0,705 ^{ns}
Co-A	85,44	5,47	84,91	4,81	0,377 ^{ns}
Co-Gn	111,04	9,85	110,45	9,66	0,339 ^{ns}
ENA-Me	64,70	5,59	64,39	5,86	0,266 ^{ns}
Nperp-Pog	-2,94	7,47	-2,95	6,71	0,990 ^{ns}
Eixo Y	59,29	3,33	58,97	3,19	0,380 ^{ns}
TCCB					
SNA	79,88	3,09	79,93	2,89	0,868 ^{ns}
SNB	77,47	4,00	77,23	3,82	0,468 ^{ns}
SN.Ocl	18,18	4,01	18,70	3,92	0,242 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,74	3,84	36,85	4,20	0,738 ^{ns}
Nperp-A	0,85	3,27	0,95	3,33	0,740 ^{ns}
Co-A	78,50	5,19	78,85	4,88	0,617 ^{ns}
Co-Gn	101,34	9,96	101,21	9,88	0,880 ^{ns}
ENA-Me	58,55	5,95	58,80	5,85	0,621 ^{ns}
Nperp-Pog	-2,30	7,17	-2,36	7,19	0,889 ^{ns}
Eixo Y	58,54	3,71	58,73	3,66	0,440 ^{ns}

DP – desvio-padrão ns – não significativo; **significativo $p \leq 0,01$; * significativo $p \leq 0,05$

Pode-se observar na Tabela 5, cujo objetivo é avaliar o grau de reprodutibilidade interavaliadores para as medidas realizadas nas radiografias, que as seguintes medidas SNA T1 e T2, SNB T1 e T2, SN.Ocl T2, Go-Gn.SN T1 e T2, Nperp-A T1, Co-A T1 e T2, Co-Gn T1 e T2, ENA-Me T2 e Nperp-Pog T1 apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 5: Comparação entre os Avaliadores: Radiografia (n=20)

Medida	Avaliador 1		Avaliador 2		Avaliador 3		P
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
SNA T1	79,61	3,17	79,20	2,82	80,42	3,45	0,006**
SNA T2	79,75	3,16	79,42	2,82	80,34	2,76	0,011*
SNB T1	77,05	4,15	76,50	3,69	77,62	4,17	0,002**
SNB T2	77,18	3,99	76,52	3,56	77,68	3,60	0,000**
SN.Ocl T1	17,53	4,03	18,17	3,64	17,46	4,66	0,074 ^{ns}
SN.Ocl T2	17,32	4,11	18,21	4,45	18,08	3,92	0,022*
Go-Gn.SN T1	36,57	4,47	37,10	4,64	36,35	5,24	0,011*
Go-Gn.SN T2	36,28	4,78	37,35	4,41	36,01	4,54	0,002**
Nperp-A T1	-0,37	3,92	-0,23	3,39	0,81	3,91	0,004**
Nperp-A T2	0,06	3,81	0,33	3,81	0,62	3,11	0,672 ^{ns}
Co-A T1	83,48	4,05	83,30	4,83	85,44	5,47	0,022*
Co-A T2	84,44	4,95	82,52	5,38	84,91	4,81	0,001**
Co-Gn T1	107,42	8,61	109,43	9,67	111,04	9,85	0,000**
Co-Gn T2	108,12	9,07	108,26	10,06	110,45	9,66	0,011*
ENA-Me T1	65,49	6,32	65,32	6,47	64,70	5,59	0,086 ^{ns}
ENA-Me T2	65,55	6,77	64,73	6,35	64,39	5,86	0,000**
Nperp-Pog T1	-4,54	7,59	-4,95	7,09	-2,94	7,47	0,002**
Nperp-Pog T2	-3,01	8,06	-2,59	8,62	-2,95	6,71	0,387 ^{ns}
Eixo Y T1	59,46	3,73	59,77	3,27	59,29	3,33	0,058 ^{ns}
Eixo Y T2	59,19	3,52	59,46	3,71	58,97	3,19	0,247 ^{ns}

DP – desvio-padrão T1- tempo 1; T2 – tempo 2
 ns – não significativo; **significativo $p \leq 0,01$; * significativo $p \leq 0,05$

Quando se avalia o grau de reprodutibilidades entre os avaliadores para as medidas realizadas nas tomografias, verifica-se na Tabela 6 que as seguintes medidas SN.Go-Gn T1 e T2, Co-A T1 e T2, Co-Gn T1 e T2 e ENA-Me T1 e T2 apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

Tabela 6: Comparação entre os Avaliadores: Tomografia (n=20)

Medida	Avaliador 1		Avaliador 2		Avaliador 3		P
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
SNA T1	80,01	3,41	79,49	3,58	79,88	3,09	0,729 ^{ns}
SNA T2	79,78	3,30	79,30	3,28	79,93	2,89	0,350 ^{ns}
SNB T1	77,20	3,87	76,90	4,23	77,47	4,00	0,387 ^{ns}
SNB T2	76,97	3,97	76,55	4,00	77,23	3,82	0,638 ^{ns}
SN.Ocl T1	17,99	4,23	17,62	4,15	18,18	4,01	0,449 ^{ns}
SN.Ocl T2	17,92	4,50	21,06	13,10	18,70	3,92	0,212 ^{ns}
SN.Go-Gn T1	36,42	4,55	37,47	4,42	36,74	3,84	0,019*
SN.Go-Gn T2	37,05	4,62	37,92	4,08	36,85	4,20	0,038*
Nperp-A T1	0,53	3,67	0,36	3,35	0,85	3,27	0,580 ^{ns}
Nperp-A T2	0,80	3,36	0,77	3,25	0,95	3,33	0,638 ^{ns}
Co-A T1	80,65	4,27	76,34	4,59	78,50	5,19	0,000**
Co-A T2	80,08	4,40	75,96	4,48	78,85	4,88	0,000**
Co-Gn T1	102,45	8,14	99,52	8,57	101,34	9,96	0,015*
Co-Gn T2	101,80	8,32	99,18	9,14	101,21	9,88	0,026*
ENA-Me T1	60,37	5,02	58,89	5,27	58,55	5,95	0,000**
ENA-Me T2	60,28	5,23	58,18	5,74	58,80	5,85	0,001**
Nperp-Pog T1	-3,20	6,89	-3,55	7,06	-2,30	7,17	0,287 ^{ns}
Nperp-Pog T2	-2,59	6,91	-2,85	6,93	-2,36	7,19	0,086 ^{ns}
Eixo Y T1	58,84	3,34	59,11	3,71	58,54	3,71	0,287 ^{ns}
Eixo Y T2	58,45	3,52	58,83	3,48	58,73	3,66	0,350 ^{ns}

DP – desvio-padrão T1- tempo 1; T2 – tempo 2
 ns – não significativo; **significativo p≤0,01; * significativo p≤0,05

Os resultados da comparação das medidas realizadas nas radiografias e nas tomografias no T1 para os três observadores podem ser observados nas seguintes tabelas: Tabela 7, para o Avaliador 1; Tabela 8, para o Avaliador 2 e Tabela 9, para o Avaliador 3.

Na Tabela 7 podemos observar que as seguintes medidas apresentaram diferença significativa entre as imagens geradas das radiografias e da TCCB: Nperp-A, Co-A, Co-Gn, ENA-Me. Para a medida Nperp-A observaram-se valores significativamente superiores para tomografia; já para as medidas Co-A, Co-Gn e ENA-Me observaram-se valores significativamente superiores para radiografia.

Tabela 7: Comparação entre as técnicas no tempo T1 Radiografia X Tomografia: Avaliador 1 (n=20)

Medida	RLC		TCCB		P
	Média	DP	Média	DP	
SNA	79,61	3,17	80,01	3,41	0,251 ^{ns}
SNB	77,05	4,15	77,20	3,87	0,722 ^{ns}
SN.Ocl	17,53	4,03	17,99	4,23	0,211 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,57	4,47	36,42	4,55	0,702 ^{ns}
Nperp-A	-0,37	3,92	0,53	3,67	0,040*
Co-A	83,48	4,05	80,65	4,27	0,000**
Co-Gn	107,42	8,61	102,45	8,14	0,000**
ENA-Me	65,49	6,32	60,37	5,02	0,000**
Nperp-Pog	-4,54	7,59	-3,20	6,89	0,080 ^{ns}
Eixo Y	59,46	3,73	58,84	3,34	0,130 ^{ns}

DP – desvio-padrão

ns – não significativo; **significativo p≤0,01; * significativo p≤0,05

Verifica-se na Tabela 8 que as seguintes medidas apresentaram diferença significativa entre as técnicas para as seguintes medidas: Co-A, Co-Gn, ENA-Me, Nperp-Pog e Eixo Y. Para todas as medidas observaram-se valores significativamente superiores para radiografia.

Tabela 8: Comparação entre as técnicas no tempo T1 Radiografia X Tomografia: Avaliador 2 (n=20)

Medida	RLC		TCCB		p
	Média	DP	Média	DP	
SNA	79,20	2,82	79,49	3,58	0,391 ^{ns}
SNB	76,50	3,69	76,90	4,23	0,194 ^{ns}
SN.Ocl	18,17	3,64	17,62	4,15	0,214 ^{ns}
SN.Go-Gn	37,10	4,64	37,47	4,42	0,248 ^{ns}
Nperp-A	-0,23	3,39	0,36	3,35	0,101 ^{ns}
Co-A	83,30	4,83	76,34	4,59	0,000 ^{**}
Co-Gn	109,43	9,67	99,52	8,57	0,000 ^{**}
ENA-Me	65,32	6,47	58,89	5,27	0,000 ^{**}
Nperp-Pog	-4,95	7,09	-3,55	7,06	0,032 [*]
Eixo Y	59,77	3,27	59,11	3,71	0,046 [*]

DP – desvio-padrão

ns – não significativo; **significativo $p \leq 0,01$; * significativo $p \leq 0,05$

Para os valores apresentados na Tabela 9 verifica-se que as seguintes medidas apresentaram diferença significativa entre as técnicas radiografia e tomografia: Co-A, Co-Gn e ENA-Me. Para todas as medidas observaram-se valores significativamente superiores para radiografia.

Tabela 9: Comparação entre as técnicas no tempo T1 Radiografia X Tomografia: Avaliador 3 (n=20)

Medida	RLC		TCCB		P
	Média	DP	Média	DP	
SNA	80,42	3,45	79,88	3,09	0,241 ^{ns}
SNB	77,62	4,17	77,47	4,00	0,759 ^{ns}
SN.Ocl	17,46	4,66	18,18	4,01	0,079 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,35	5,24	36,74	3,84	0,406 ^{ns}
Nperp-A	0,81	3,91	0,85	3,27	0,943 ^{ns}
Co-A	85,44	5,47	78,50	5,19	0,000**
Co-Gn	111,04	9,85	101,34	9,96	0,000**
ENA-Me	64,70	5,59	58,55	5,95	0,000**
Nperp-Pog	-2,94	7,47	-2,30	7,17	0,490 ^{ns}
Eixo Y	59,29	3,33	58,54	3,71	0,131 ^{ns}

DP – desvio-padrão

ns – não significativo; **significativo $p \leq 0,01$; * significativo $p \leq 0,05$

Para a realização das análises a seguir calculou-se para todas as medições realizadas a média dos valores entre os três avaliadores. Essa média foi utilizada com o objetivo de comparar as duas técnicas (Tabela 10).

Tabela 10: Comparação entre Radiografia X Tomografia (n=20)

Medida	RLC		TCCB		P
	Média	DP	Média	DP	
SNA	79,74	3,00	79,80	3,26	0,833 ^{ns}
SNB	77,06	3,90	77,19	3,91	0,606 ^{ns}
SN.Ocl	17,72	4,04	17,93	3,97	0,462 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,67	4,74	36,88	4,17	0,464 ^{ns}
Nperp-A	0,07	3,59	0,58	3,34	0,139 ^{ns}
Co-A	84,08	4,53	78,49	4,38	0,000 ^{**}
Co-Gn	109,30	9,18	101,10	8,68	0,000 ^{**}
ENA-Me	65,17	6,07	59,27	5,29	0,000 ^{**}
Nperp-Pog	-4,14	7,15	-2,97	6,82	0,042 [*]
Eixo Y	59,51	3,30	58,83	3,51	0,024 [*]

DP – desvio-padrão

ns – não significativo; **significativo $p \leq 0,01$; * significativo $p \leq 0,05$

Podemos observar na Tabela 10 que as seguintes medidas apresentaram diferença significativa entre as duas técnicas:

- Co-A, Co-Gn, ENA-Me, Nperp-Pog e Eixo Y: valores significativamente maiores nas radiografias.

5 ARTIGOS

5.1 Avaliação da Reprodutibilidade de Medidas Cefalométricas Realizadas em Imagens Obtidas de Radiografia Lateral da Cabeça e em Imagens Obtidas da Tomografia Computadorizada Cone Beam

5.2 Comparação de Cefalogramas Obtidos a Partir da Imagem da Radiografia Lateral da Cabeça e da Imagem Sintetizada a Partir de Tomografia Computadorizada Cone Beam

Avaliação da Reprodutibilidade de Medidas Cefalométricas Realizadas em Imagens Obtidas de Radiografia Lateral da Cabeça e em Imagens Obtidas da Tomografia Computadorizada Cone Beam

Introdução:

O esqueleto craniofacial é uma das regiões mais complexas do corpo humano e uma área de difícil análise. A radiografia lateral da cabeça (RLC), ou como também é chamada, radiografia cefalométrica ou telerradiografia de perfil é utilizada para descrever a morfologia e o crescimento do esqueleto craniofacial, para prever este crescimento, para desenvolver planos de tratamento, para avaliar os resultados do tratamento, assim como, para pesquisas que envolvam análise cefalométrica.¹⁻³

Comumente, a imagem bidimensional (2D) convencional ou digital que é obtida por meio da RLC é a modalidade de escolha para se obter cefalogramas para identificar pontos esqueléticos e dentários e se realizar análises ortodônticas e craniofaciais.¹ Entretanto, as medidas baseadas na radiografia 2D convencional ou digital frequentemente envolvem erros de projeção e magnificação, resultado da representação em duas dimensões de estruturas tridimensionais (3D).²

Problemas associados com o cefalograma lateral tais como posição do paciente, diferença da magnificação de estruturas bilaterais e superposição de estruturas craniofaciais dificultam a localização precisa e segura de pontos cefalométricos de referência.^{1,4} A marcação desses pontos é ainda mais complicada quando existem assimetrias significativas como em pacientes que possuem alguma síndrome craniofacial.⁴

Com o objetivo de superar os problemas observados nas imagens obtidas por meio das técnicas convencionais, novas abordagens foram desenvolvidas para se realizar as análises cefalométricas.¹

Na década passada, a tomografia computadorizada de feixe cônico – *cone beam* (TCCB), foi desenvolvida especialmente para se obter imagens da cabeça e do pescoço. Esse exame apresenta uma redução nos custos e na dose de radiação quando comparado com a tomografia computadorizada utilizada na área médica e, ainda, obtém imagens apropriadas da área craniofacial. A imagem obtida pela TCCB permite que o ortodontista avalie os tecidos duros e moles do paciente em três dimensões, com mínima distorção, sem a sobreposição de estruturas e dose de

radiação significativamente reduzida em comparação à tomografia computadorizada tradicional.⁴⁻⁶

O aparelho de tomografia de feixe cônico é muito compacto e assemelha-se ao aparelho de radiografia panorâmica. Geralmente o paciente é posicionado sentado, mas em alguns aparelhos, acomoda-se deitado. O sistema de tubo-detector realiza somente um giro de 360° em torno da cabeça 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.^{7,8} 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.⁷

Com o auxílio de *softwares* específicos para a análise tomográfica, podemos obter reconstruções secundárias, ou seja, imagens sintetizadas a partir da imagem base ou primária obtida da TCCB. Essas reconstruções secundárias possuem características semelhantes às radiografias convencionais, tais como, a telerradiografia de perfil, radiografia panorâmica, radiografias periapicais, entre outras. A obtenção dessas reconstruções secundárias evita que o paciente seja exposto à radiação novamente. Assim, a partir de um único exame, podemos obter imagens complementares. Nestas, podemos realizar medições como as que realizamos nas radiografias e, dessa forma, nos auxiliariam no diagnóstico, planejamento e avaliação de tratamentos.^{2,7,9,10}

Entretanto, para estabelecer a imagem a partir da TCCB como um meio auxiliar comum no diagnóstico ortodôntico é necessário avaliar a precisão da identificação de pontos de referência rotineiramente utilizados no cefalograma para o diagnóstico ortodôntico. Isso já foi verificado para as medidas no cefalograma convencional, mas não para as mesmas medidas realizadas em cefalogramas obtidos a partir da TCCB.⁴

A validade de qualquer medida obtida de um cefalograma depende grandemente da reprodutibilidade dessas medidas cefalométricas.¹¹ Dessa forma, a avaliação da realização das medidas cefalométricas nestas imagens é importante para que ocorra a transição da metodologia tanto para ser utilizada clinicamente como em pesquisas e permitir comparações entre dados existentes.¹²

Assim, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar a reprodutibilidade intra-avaliadores e interavaliadores de medidas cefalométricas obtidas no cefalograma a

partir da RLC e do cefalograma realizado na imagem gerada a partir da TCCB. Dessa forma, testar a aplicabilidade da TCCB em sintetizar imagens que permitam a realização de cefalogramas assim como são realizados nas radiografias atualmente.

Material e Método:

Foram selecionados 20 pacientes que possuíam tanto RLC quanto TCCB da cabeça, cujos exames tivessem sido realizados antes do início do tratamento e com um intervalo máximo entre estes de 3 meses. A média de idade dos pacientes foi de $9,7 \pm 1,6$ anos, sendo 12 indivíduos do gênero feminino e 8 do masculino. Os exames foram selecionados do arquivo da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (FO-PUCRS).

Nesta amostra não foram incluídos pacientes com fissura lábiopalatina, com grandes assimetrias faciais e dentes retidos que dificultassem a visualização dos pontos anatômicos utilizados nesse estudo.

Protocolo da Realização dos Exames Utilizados no Estudo:

Radiografia Lateral da Cabeça

As telerradiografias de perfil foram obtidas no Serviço de Radiologia da Faculdade de Odontologia da PUCRS, seguindo a técnica preconizada por Broadbent (Broadbent, 1931). Os pacientes foram posicionados com justaposição dos dispositivos auriculares do cefalostato no meato acústico externo, mantendo o Plano Horizontal de Frankfurt paralelo ao solo, o plano sagital mediano perpendicular ao feixe central de raios X e paralelo ao chassi do filme radiográfico. A miliamperagem, a quilovoltagem e o tempo de exposição foram determinados de acordo com as especificações do aparelho de raios X e de acordo com as características individuais de cada paciente a ser radiografado. Todas as radiografias foram reveladas e fixadas pelo processo automático e armazenadas em local apropriado.

Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

As tomografias computadorizadas foram realizadas em uma clínica radiológica privada (Centro de Diagnóstico por Imagem – CDI) localizada no complexo Mãe de Deus Center em Porto Alegre – RS. Foi utilizado tomógrafo volumétrico computadorizado de feixe cônico I-Cat (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA), com regulagem de 8 mA, 120 KV com tempo de exposição de 40 segundos, protocolo FULL, com resolução de voxel de 0,3 mm conforme tomada padrão para reconstrução tridimensional da face.

Ao término do exame, a seqüência de projeções adquiridas foram processadas (*raw data*) e reconstruídas através de um programa de algoritmos (*Dentalslice software*) instalado em um computador acoplado ao tomógrafo. A reconstrução dessa seqüência de projeções gerou uma imagem volumétrica (3D), que pode ser visualizada de forma padronizada nos planos axial, sagital e coronal. Cortes axiais de 0,3 mm de espessura foram obtidos e exportados no formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) e na seqüência gravados em um *cd-rom* gravável.

Metodologia Utilizada para a Avaliação das Imagens

Metodologia para Avaliação Radiográfica

As telerradiografias de perfil foram escaneadas e digitalizada em 300 dpi e salvas no formato JPG em um *pen drive*. Para a análise da imagem foi utilizado o *software* Radiocef Studio 2 (RadioMemory Ltda., Belo Horizonte, MG, Brasil). Os pontos cefalométricos foram marcados com o auxílio do *mouse* e, a partir destes, as medidas foram obtidas.

Metodologia para Avaliação Tomográfica

Para a obtenção das imagens adquiridas por meio da TCCB foi utilizado o *software* *Invivo5 (Anatmage imaging software)* instalado em um computador com a seguinte configuração: processador Intel CORE 2 QUAD Q9300 4X 2.5 GHz 64 *bits*, 4 GB de memória RAM, placa de vídeo de alta performance *Geforce 8800GT* com 512 MB DDR3 256 *bits*, visualizando as imagens em uma tela *widescreen* de 19 polegadas.

Com o auxílio deste *software* foram obtidas imagens da cabeça do paciente semelhantes às radiografias cefalométricas. Para o posicionamento e obtenção da imagem na qual foi realizada a marcação dos pontos e medidas cefalométricas foram utilizados pontos e linhas gerais de referência.

Posicionamento da cabeça no plano axial

A linha de referência foi posicionada sobre a crista Galli e passou na região de maior concavidade da superfície anterior do forame magno.

Posicionamento da cabeça no plano sagital

A linha de referência passou pela porção superior do conduto auditivo externo e pela região mais inferior da borda inferior da órbita. Este plano Po-Or, Plano Horizontal de Frankfurt deveria ficar paralelo ao solo.

Posicionamento da cabeça no plano coronal

A linha de referência foi posicionada próxima às bordas superiores das órbitas.

Com a cabeça devidamente posicionada, foi realizado um corte sagital que teve como referência as estruturas mencionadas anteriormente.

Após a aquisição destas imagens, estas foram salvas no formato JPG em um *pen drive* e foram analisadas com a utilização do *software* Radiocef Studio 2 (RadioMemory Ltda., Belo Horizonte, MG, Brasil) da mesma forma como as RLC (Figura 1A e 1B).



Figura 1A: Imagem digitalizada da radiografia lateral da cabeça. Figura 1B: Imagem salva a partir da TCCB.

Pontos e Medidas Cefalométricas Utilizados no Estudo

Para a realização do estudo, foram identificados pontos, linhas e planos cefalométricos (Tabela 1- Figura 2 e 3) e a partir desses foram realizadas medidas lineares e angulares relacionadas à maxila, à mandíbula e à altura facial (Tabela 2- Figuras 4, 5 e 6, respectivamente).

Tabela 1: Pontos Cefalométricos

Pontos Cefalométricos	DESCRIÇÃO
Sela (S)	Ponto localizado no centro geométrico da sela túrcica e é determinado por inspeção visual.
Násio (N)	Ponto localizado na porção mais anterior da sutura frontonasal.
Orbitário (Or)	Ponto mais inferior sobre a margem inferior da órbita.
Pório (Po)	O pório anatômico é o ponto mais alto do conduto auditivo externo.
Espinha Nasal Anterior (ENA)	Ponto situado na extremidade da espinha nasal anterior.

Ponto A	Ponto mais profundo do contorno da pré-maxila, localizado entre a ENA e o ponto mais anterior do processo alveolar da pré-maxila.
Ponto B	Ponto mais profundo do contorno do processo alveolar da mandíbula.
Pogônio (Pog)	Ponto mais anterior da sínfise mandibular. É determinado por inspeção.
Gnátio (Gn)	Ponto mais anterior e inferior do contorno da sínfise mandibular. Pode ser determinado pela bissetriz do ângulo formado entre o plano mandibular e uma perpendicular a este, que tangencie a região mais anterior da sínfise.
Mentoniano (Me)	Ponto localizado no ponto mais inferior do contorno da sínfise mandibular.
Gônio (Go)	Ponto médio entre os pontos mais posterior e inferior do ângulo mandibular. Também pode ser determinado pela bissetriz do ângulo formado por tangentes às bordas posterior e inferior da mandíbula com o ângulo goníaco.
Condílio (Co)	Ponto mais superior e posterior do côndilo mandibular.

Linhas e Planos Cefalométricos	DESCRIÇÃO
Linha NPerp (LNPerp)	Linha a partir do ponto N que passa perpendicularmente ao Plano de Frankfurt.
Linha SN (LNS)	Linha que une os pontos S e N, representando a base do crânio.
Plano de Frankfurt (PFRKFT)	Linha que une os pontos Po e Or.
Plano Oclusal (POCL)	Linha que corta o entrecruzamento dos primeiros molares e dos incisivos em oclusão cêntrica.
Plano Mandibular (PM)	Linha que une os pontos Go e Gn corresponde ao plano mandibular.

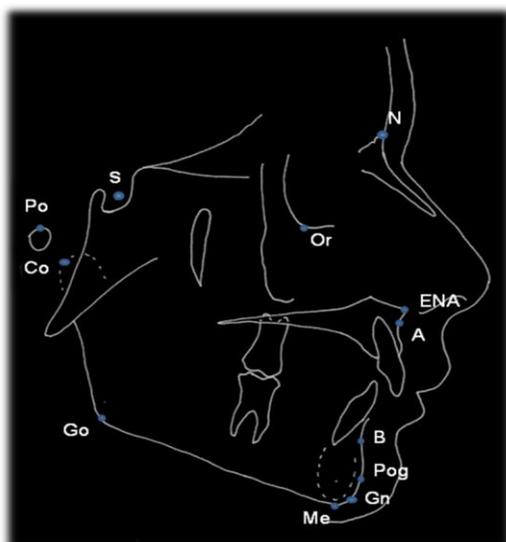


Figura 2- Pontos Cefalométricos

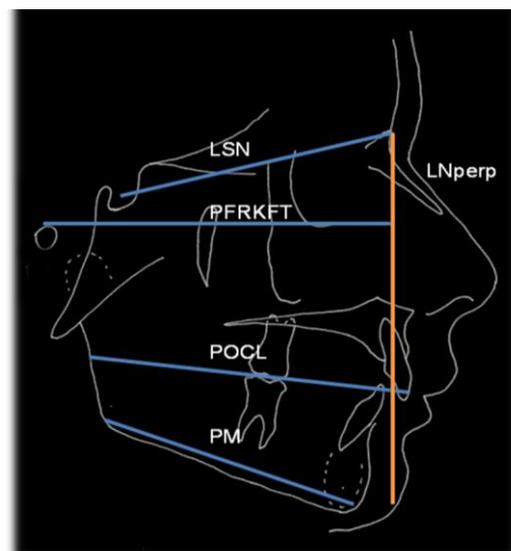


Figura 3- Linhas e Planos Cefalométricos

Tabela 2: Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Maxila, Mandíbula e Altura Facial.

Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Maxila	DESCRIÇÃO
Ângulo SNA	É determinado pela intersecção das linhas S-N e N-A. Expressa a posição ântero-posterior da maxila em relação à base do crânio.
NPerp-A	Distância linear da linha NPerp até o ponto A. Relaciona a maxila com a base do crânio.
Co-A	Distância linear que une os pontos Co ao ponto A. Determina o comprimento efetivo da maxila.
Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Mandíbula	DESCRIÇÃO
Ângulo SNB	Ângulo formado pela intersecção da linha SN e NB. Expressa a posição ântero-posterior da mandíbula em relação à base do crânio.
NPerp-Pog	Distância linear da linha NPerp até o ponto Pog. Relaciona a mandíbula com a base do crânio.
Co-Gn	Distância linear que une os pontos Co ao ponto Gn. Determina o comprimento efetivo da mandíbula.
Medidas Lineares e Angulares relacionadas à Altura Facial	DESCRIÇÃO
Distância ENA-Me	Distância linear dos pontos ENA e Me. Representa a altura facial inferior.
SN.Go-Gn	É determinado pela intersecção do PM com a linha S-N. Expressa o grau de abertura da mandíbula e da altura vertical da sua porção anterior.
SN.Ocl	É determinado pela intersecção do POCL com a linha S-N. Expressa a inclinação dos dentes, em oclusão, com a base do crânio.
Eixo Y	Ângulo formado pela intersecção do Plano de Frankfurt com uma linha que inicia no ponto S e termina no ponto Gn. Expressa a direção do crescimento, vertical ou horizontal.

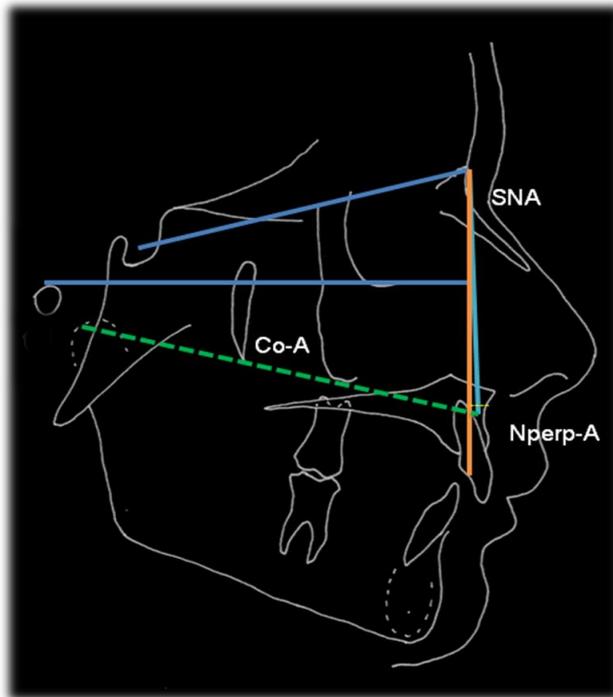


Figura 4- Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Maxila

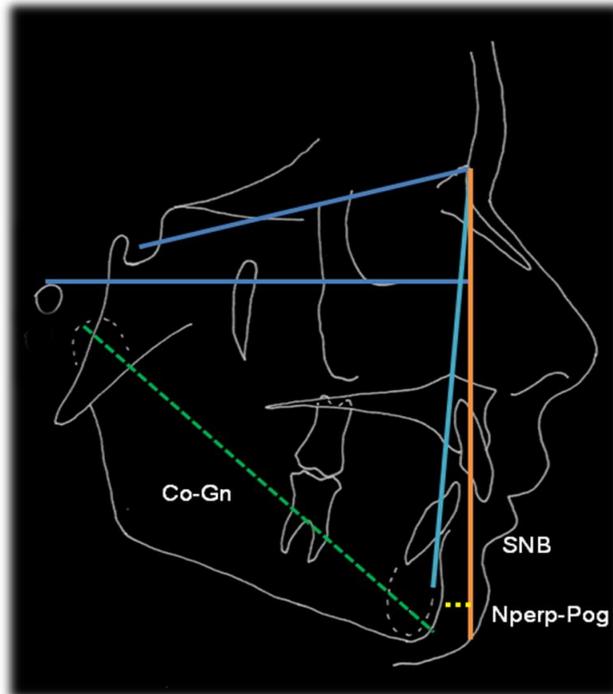


Figura 5- Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Mandíbula

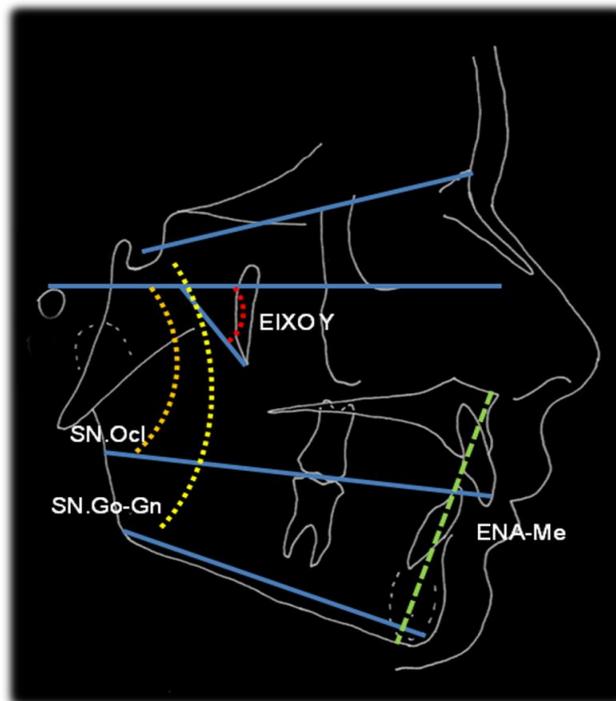


Figura 6- Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Altura Facial

As imagens foram salvas no *software* Radiocef Studio 2 e antes que fossem realizados os cefalogramas estas foram ajustadas no que diz respeito à sua proporção com auxílio de uma régua milimetrada digital, ferramenta disponível nos recursos do *software*. Então, os cefalogramas foram realizados por três avaliadores. Avaliador 1: aluno do curso de mestrado em ortodontia; Avaliador 2: doutor em ortodontia e Avaliador 3: aluno do curso de especialização em ortodontia, profissionais com níveis diferentes de treinamento. Os avaliadores foram previamente orientados de forma escrita e verbal e foram treinados para o uso do *software*. As marcações foram realizadas numa sala escura e os observadores podiam utilizar os recursos disponíveis no *software* para a melhor visualização dos pontos, como por exemplo, alterar brilho e contraste originais, escala de cinza, utilizar pseudo-coloração e/ou negativo e aproximar a imagem.

Cada avaliador realizou as medidas nas imagens obtidas da RLC em uma sessão (tempo 1 – T1) e estas foram repetidas com um intervalo de tempo de uma semana (tempo 2 – T2). Da mesma forma, foram realizadas as medidas nas imagens adquiridas a partir da TCCB.

Análise Estatística:

Com a finalidade de avaliar a reprodutibilidade das medidas intra-avaliador em T1 e T2 nas imagens das radiografias cefalométricas e nas imagens geradas a partir da TCCB foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC).

Para análise dos valores obtidos com os dois métodos nos tempos T1 e T2 foi utilizado o *Teste t-student*.

Para comparar as medidas obtidas entre os 3 avaliadores foi utilizado o Teste não-paramétrico de Friedman.

Para os testes acima citados o nível de significância máximo assumido foi de 5% ($p \leq 0,05$) e o software utilizado para a análise estatística foi o SPSS versão 13.0.

Resultados:

Na Tabela 3 estão presentes os valores do ICC para os 3 avaliadores nos dois métodos, assim como, para cada medida cefalométrica utilizada para avaliação neste estudo.

O ICC para os 3 avaliadores foi excelente para os dois métodos para todas as medidas cefalométricas com exceção da medida Nperp-Pog para o avaliador 2 na radiografia.

Tabela 3: Valores de ICC (Coeficiente de Correlação Intraclasse) entre as medidas realizadas em T1 e T2 para os 2 métodos pelos 3 avaliadores.

Medida	ICC					
	RLC			TCCB		
	Aval 1	Aval 2	Aval 3	Aval 1	Aval 2	Aval 3
SNA	0,974	0,975	0,812	0,981	0,909	0,897
SNB	0,943	0,989	0,920	0,987	0,962	0,929
SN.Ocl	0,957	0,929	0,913	0,965	0,878	0,878
SN.Go-Gn	0,974	0,978	0,937	0,979	0,932	0,939
Nperp-A	0,966	0,944	0,819	0,970	0,938	0,921
Co-A	0,900	0,923	0,871	0,896	0,890	0,819
Co-Gn	0,960	0,976	0,961	0,952	0,958	0,933
ENA-Me	0,990	0,981	0,976	0,932	0,953	0,934
Nperp-Pog	0,839	0,660	0,910	0,977	0,962	0,969
Eixo Y	0,966	0,964	0,885	0,969	0,971	0,960

Aval – avaliador

Podemos observar na Tabela 4, na qual as medidas foram realizadas pelo Avaliador 1, que algumas destas apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os tempos T1 e T2. Nas radiografias a medida Co-A apresentou diferença entre os dois tempos sendo que valores maiores foram observados em T2. Nas tomografias foi observada diferença para as medidas SN.Go-Gn com valores também maiores em T2 e Eixo Y, porém com valores maiores em T1.

Tabela 4: Comparação entre os tempos T1 X T2 nas radiografias e tomografias para o Avaliador 1 (n=20)

Medida	Tempo T1		Tempo T2		P
	Média	DP	Média	DP	
RLC					
SNA	79,61	3,17	79,75	3,16	0,382 ^{ns}
SNB	77,05	4,15	77,18	3,99	0,696 ^{ns}
SN.Ocl	17,53	4,03	17,32	4,11	0,427 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,57	4,47	36,28	4,78	0,218 ^{ns}
Nperp-A	-0,37	3,92	0,06	3,81	0,056 ^{ns}
Co-A	83,48	4,05	84,44	4,95	0,032*
Co-Gn	107,42	8,61	108,12	9,07	0,221 ^{ns}
ENA-Me	65,49	6,32	65,55	6,77	0,770 ^{ns}
Nperp-Pog	-4,54	7,59	-3,01	8,06	0,128 ^{ns}
Eixo Y	59,46	3,73	59,19	3,52	0,216 ^{ns}
TCCB					
SNA	80,01	3,41	79,78	3,30	0,109 ^{ns}
SNB	77,20	3,87	76,97	3,97	0,097 ^{ns}
SN.Ocl	17,99	4,23	17,92	4,50	0,779 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,42	4,55	37,05	4,62	0,001**
Nperp-A	0,53	3,67	0,80	3,36	0,161 ^{ns}
Co-A	80,65	4,27	80,08	4,40	0,206 ^{ns}
Co-Gn	102,45	8,14	101,80	8,32	0,262 ^{ns}
ENA-Me	60,37	5,02	60,28	5,23	0,834 ^{ns}
Nperp-Pog	-3,20	6,89	-2,59	6,91	0,062 ^{ns}
Eixo Y	58,84	3,34	58,45	3,52	0,037*

DP – desvio-padrão

ns – não significativo; **significativo $p \leq 0,01$; * significativo $p \leq 0,05$

Na Tabela 5, cujas medidas foram realizadas pelo Avaliador 2, foi observada diferença estatisticamente significativa nas radiografias para as medidas Nperp-A com valores maiores em T2, Co-Gn e ENA-Me com valores maiores em T1.

Tabela 5: Comparação entre os tempos T1 X T2 nas radiografias e tomografias para o Avaliador 2 (n=20)

Medida	Tempo T1		Tempo T2		P
	Média	DP	Média	DP	
RLC					
SNA	79,20	2,82	79,42	2,82	0,113 ^{ns}
SNB	76,50	3,69	76,52	3,56	0,865 ^{ns}
SN.Ocl	18,17	3,64	18,21	4,45	0,917 ^{ns}
SN.Go-Gn	37,10	4,64	37,35	4,41	0,255 ^{ns}
Nperp-A	-0,23	3,39	0,33	3,81	0,035*
Co-A	83,30	4,83	82,52	5,38	0,083 ^{ns}
Co-Gn	109,43	9,67	108,26	10,06	0,011*
ENA-Me	65,32	6,47	64,73	6,35	0,030*
Nperp-Pog	-4,95	7,09	-2,59	8,62	0,110 ^{ns}
Eixo Y	59,77	3,27	59,46	3,71	0,144 ^{ns}
TCCB					
SNA	79,49	3,58	79,30	3,28	0,572 ^{ns}
SNB	76,90	4,23	76,55	4,00	0,179 ^{ns}
SN.Ocl	17,62	4,15	21,06	13,10	0,280 ^{ns}
SN.Go-Gn	37,47	4,42	37,92	4,08	0,211 ^{ns}
Nperp-A	0,36	3,35	0,77	3,25	0,112 ^{ns}
Co-A	76,34	4,59	75,96	4,48	0,436 ^{ns}
Co-Gn	99,52	8,57	99,18	9,14	0,558 ^{ns}
ENA-Me	58,89	5,27	58,18	5,74	0,057 ^{ns}
Nperp-Pog	-3,55	7,06	-2,85	6,93	0,104 ^{ns}
Eixo Y	59,11	3,71	58,83	3,48	0,151 ^{ns}

DP – desvio-padrão ns – não significativo; **significativo p≤0,01; * significativo p≤0,05

Na Tabela 6, para as medidas realizadas pelo Avaliador 3, verifica-se que nenhuma destas apresentou diferença estatisticamente significativa tanto para as radiografias como para as tomografias nos dois tempos.

Tabela 6. Comparação entre os tempos T1 X T2 nas radiografias e tomografias para o Avaliador 3 (n=20)

Medida	Tempo T1		Tempo T2		P
	Média	DP	Média	DP	
RLC					
SNA	80,42	3,45	80,34	2,76	0,858 ^{ns}
SNB	77,62	4,17	77,68	3,60	0,884 ^{ns}
SN.Ocl	17,46	4,66	18,08	3,92	0,126 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,35	5,24	36,01	4,54	0,403 ^{ns}
Nperp-A	0,81	3,91	0,62	3,11	0,705 ^{ns}
Co-A	85,44	5,47	84,91	4,81	0,377 ^{ns}
Co-Gn	111,04	9,85	110,45	9,66	0,339 ^{ns}
ENA-Me	64,70	5,59	64,39	5,86	0,266 ^{ns}
Nperp-Pog	-2,94	7,47	-2,95	6,71	0,990 ^{ns}
Eixo Y	59,29	3,33	58,97	3,19	0,380 ^{ns}
TCCB					
SNA	79,88	3,09	79,93	2,89	0,868 ^{ns}
SNB	77,47	4,00	77,23	3,82	0,468 ^{ns}
SN.Ocl	18,18	4,01	18,70	3,92	0,242 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,74	3,84	36,85	4,20	0,738 ^{ns}
Nperp-A	0,85	3,27	0,95	3,33	0,740 ^{ns}
Co-A	78,50	5,19	78,85	4,88	0,617 ^{ns}
Co-Gn	101,34	9,96	101,21	9,88	0,880 ^{ns}
ENA-Me	58,55	5,95	58,80	5,85	0,621 ^{ns}
Nperp-Pog	-2,30	7,17	-2,36	7,19	0,889 ^{ns}
Eixo Y	58,54	3,71	58,73	3,66	0,440 ^{ns}

DP – desvio-padrão ns – não significativo; **significativo p≤0,01; * significativo p≤0,05

Pode-se observar na Tabela 7, cujo objetivo é avaliar o grau de reprodutibilidade entre os três observadores para as medidas realizadas nas radiografias, que as seguintes medidas apresentaram diferença significativa entre os avaliadores: SNA T1 e T2, SNB T1 e T2, SN.Ocl T2, SN.Go-Gn T1 e T2, NPerp-A T1, Co-A T1 e T2, Co-Gn T1 e T2, ENA-Me T2 e NPerp-Pog T1.

Tabela 7. Comparação entre os Avaliadores: Radiografia (n=20)

Medida	Avaliador 1		Avaliador 2		Avaliador 3		P
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
SNA T1	79,61	3,17	79,20	2,82	80,42	3,45	0,006**
SNA T2	79,75	3,16	79,42	2,82	80,34	2,76	0,011*
SNB T1	77,05	4,15	76,50	3,69	77,62	4,17	0,002**
SNB T2	77,18	3,99	76,52	3,56	77,68	3,60	0,000**
SN.Ocl T1	17,53	4,03	18,17	3,64	17,46	4,66	0,074 ^{ns}
SN.Ocl T2	17,32	4,11	18,21	4,45	18,08	3,92	0,022*
SN.Go-Gn T1	36,57	4,47	37,10	4,64	36,35	5,24	0,011*
SN.Go-Gn T2	36,28	4,78	37,35	4,41	36,01	4,54	0,002**
Nperp-A T1	-0,37	3,92	-0,23	3,39	0,81	3,91	0,004**
Nperp-A T2	0,06	3,81	0,33	3,81	0,62	3,11	0,672 ^{ns}
Co-A T1	83,48	4,05	83,30	4,83	85,44	5,47	0,022*
Co-A T2	84,44	4,95	82,52	5,38	84,91	4,81	0,001**
Co-Gn T1	107,42	8,61	109,43	9,67	111,04	9,85	0,000**
Co-Gn T2	108,12	9,07	108,26	10,06	110,45	9,66	0,011*
ENA-Me T1	65,49	6,32	65,32	6,47	64,70	5,59	0,086 ^{ns}
ENA-Me T2	65,55	6,77	64,73	6,35	64,39	5,86	0,000**
Nperp-Pog T1	-4,54	7,59	-4,95	7,09	-2,94	7,47	0,002**
Nperp-Pog T2	-3,01	8,06	-2,59	8,62	-2,95	6,71	0,387 ^{ns}
Eixo Y T1	59,46	3,73	59,77	3,27	59,29	3,33	0,058 ^{ns}
Eixo Y T2	59,19	3,52	59,46	3,71	58,97	3,19	0,247 ^{ns}

DP – desvio-padrão T1- tempo 1; T2 – tempo 2 ns – não significativo; **significativo p≤0,01; * significativo p≤0,05

Quando se avalia o grau de reprodutibilidades entre os avaliadores para as medidas realizadas nas tomografias, verifica-se na Tabela 8 que as seguintes medidas apresentaram diferença significativa: SN.Go-Gn T1 e T2, Co-A T1 e T2, Co-Gn T1 e T2 e ENA-Me T1 e T2.

Tabela 8. Comparação entre os Avaliadores: Tomografia (n=20)

Medida	Avaliador 1		Avaliador 2		Avaliador 3		P
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
SNA T1	80,01	3,41	79,49	3,58	79,88	3,09	0,729 ^{ns}
SNA T2	79,78	3,30	79,30	3,28	79,93	2,89	0,350 ^{ns}
SNB T1	77,20	3,87	76,90	4,23	77,47	4,00	0,387 ^{ns}
SNB T2	76,97	3,97	76,55	4,00	77,23	3,82	0,638 ^{ns}
SN.Ocl T1	17,99	4,23	17,62	4,15	18,18	4,01	0,449 ^{ns}
SN.Ocl T2	17,92	4,50	21,06	13,10	18,70	3,92	0,212 ^{ns}
SN.Go-Gn T1	36,42	4,55	37,47	4,42	36,74	3,84	0,019*
SN.Go-Gn T2	37,05	4,62	37,92	4,08	36,85	4,20	0,038*
Nperp-A T1	0,53	3,67	0,36	3,35	0,85	3,27	0,580 ^{ns}
Nperp-A T2	0,80	3,36	0,77	3,25	0,95	3,33	0,638 ^{ns}
Co-A T1	80,65	4,27	76,34	4,59	78,50	5,19	0,000**
Co-A T2	80,08	4,40	75,96	4,48	78,85	4,88	0,000**
Co-Gn T1	102,45	8,14	99,52	8,57	101,34	9,96	0,015*
Co-Gn T2	101,80	8,32	99,18	9,14	101,21	9,88	0,026*
ENA-Me T1	60,37	5,02	58,89	5,27	58,55	5,95	0,000**
ENA-Me T2	60,28	5,23	58,18	5,74	58,80	5,85	0,001**
Nperp-Pog T1	-3,20	6,89	-3,55	7,06	-2,30	7,17	0,287 ^{ns}
Nperp-Pog T2	-2,59	6,91	-2,85	6,93	-2,36	7,19	0,086 ^{ns}
Eixo Y T1	58,84	3,34	59,11	3,71	58,54	3,71	0,287 ^{ns}
Eixo Y T2	58,45	3,52	58,83	3,48	58,73	3,66	0,350 ^{ns}

DP – desvio-padrão T1- tempo 1; T2 – tempo 2
 ns – não significativo; **significativo p≤0,01; * significativo p≤0,05

Discussão:

Conforme os resultados apresentados neste estudo, podemos observar que existem diferenças significativas entre algumas medidas cefalométricas realizadas em imagens radiográficas e imagens sintetizadas a partir da TCCB quando estas são repetidas em um intervalo de 1 semana tanto intra-avaliadores como interavaliadores.

Em relação às diferenças intra-avaliadores podemos verificar que para o Avaliador 1 houve diferença estatisticamente significativa entre o T1 e T2 para as radiografias na medida Co-A e para as tomografias nas medidas SN.Go-Gn e Eixo Y. Para o Avaliador 2 as diferenças foram observadas somente para as radiografias nas medidas Nperp-A, Co-Gn e ENA-Me. Para 5 destas 6 medidas as diferenças entre T1 e T2 foram menores que 1° ou 1 mm, com exceção da medida Co-Gn em que a variação foi de 1,17 mm. O Avaliador 3 não apresentou nenhuma diferença estatisticamente significativa para as medidas em nenhum dos métodos.

Quando avaliamos a reprodutibilidade interavaliadores para as medidas nas radiografias constatamos que houve diferença estatisticamente significativa para as seguintes medidas: SNA T1 e T2, SNB T1 e T2, SN.Ocl T2, SN.Go-Gn T1 e T2, Nperp-A T1, Co-A T1 e T2, Co-Gn T1 e T2, ENA-Me T2 e Pog-NPerp T1. Para 9 dessas 14 medidas as diferenças entre os avaliadores não excedeu 1,5° ou 1,5 mm, valores não significativos clinicamente.

Para a reprodutibilidade interavaliadores nas medidas realizadas nas tomografias houve diferença nas seguintes medidas: SN.Go-Gn T1 e T2, Co-A T1 e T2, Co-Gn T1 e T2 e ENA-Me T1 e T2. Para metade destas 8 medidas a diferença entre os avaliadores não excedeu 1,5°, valor não significativo clinicamente. Nas demais medidas houve uma variação de 2,62° para Co-Gn em T2 até 4,31° para Co-A em T1.

Apesar dessas diferenças intra-avaliadores e interavaliadores, de uma forma geral, o ICC para os 3 avaliadores foi excelente para os dois métodos para todas as medidas cefalométricas com exceção da medida Nperp-Pog para o avaliador 2. Para as medidas realizadas nas radiografias o ICC para o Avaliador 1 variou de 0.83 - 0.99, para o Avaliador 2 de 0.66 – 0.98 e para o Avaliador 3 de 0.81 – 0.97. Em relação às medidas realizadas nas imagens sintetizadas das TCCB, o Avaliador 1 apresentou ICC de 0.89 – 0.98, o Avaliador 2 de 0.87 – 0.96 e o Avaliador 3 de 0.81 – 0.96.

Em relação à reprodutibilidade intra-avaliadores, resultado semelhante foi observado no estudo de Gribel et al.¹³ em que foram utilizado 25 crânios secos para se obter radiografias cefalométricas e TCCBs com o intuito de sintetizar imagens semelhantes à radiografia lateral da cabeça. Foram realizadas 12 medidas lineares nestas imagens e estas foram repetidas com um intervalo de 1 mês por um único observador.

O ICC para as medidas realizadas diretamente nos crânio secos foi excelente (0.98, com diferença de 0.1 mm entre as medidas \pm 0.5 mm). Da mesma forma ocorreu para as imagens geradas da TCCB e nos cefalogramas realizados nas radiografias, ICC de 0.99 (diferença de 0.01 mm entre as medidas \pm 0.04 mm) e 0.98 (diferença de 0.1 mm entre as medidas \pm 0.5 mm), respectivamente.¹³

A reprodutibilidade das medidas cefalométricas também foi comprovada quando 13 imagens radiográficas e tomográficas foram obtidas de crânios secos e 17 medidas foram analisadas. Estas medidas foram repetidas com um intervalo de 1 mês pelo mesmo observador. Não houve diferença intra-observador estatisticamente significativa entre as medidas nos métodos utilizados. A variação do ICC foi de 0.786 - 0.995.¹

Quatorze medidas cefalométricas foram realizadas em radiografias e imagens sintetizadas de TCCB que foram obtidas de 10 crânios secos. Estas medidas foram realizadas por um único observador 3 vezes com intervalos de 1 semana. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada intra-observador nas medidas realizadas para os dois métodos.⁹

A reprodutibilidade de 28 medidas cefalométricas também foi comprovada por Yitschaky et al.¹⁴ quando estas foram realizadas por um único observador em dois tempos distintos com intervalo de 1 mês em radiografia lateral da cabeça de forma manual e em imagens sintetizadas a partir de TCCB.

Da mesma forma, para Grauer et al.¹⁵ o ICC foi acima de 0.9 para todos os pontos cefalométricos quando estes foram realizados por um único observador em 46 radiografias cefalométricas e suas imagens equivalentes geradas das TCCB em 3 momentos diferentes com intervalo de 24 horas entre as sessões.

No estudo de Oz et al.¹⁶ foram selecionados 11 pacientes que possuíam tanto radiografia quanto TCCB da cabeça. As 18 medidas (11 lineares e 7 angulares) foram realizadas por dois ortodontistas em duas sessões com intervalo de 2 semanas. Foram utilizadas 3 modalidades de imagens: radiografia lateral da cabeça

(traçado cefalométrico manual), radiografia lateral da cabeça (traçado realizado com o auxílio do *software* Vista Dent OC –GAC) e imagem sintetizada a partir da TCCB.

De uma forma geral a reprodutibilidade intra-observadores para as 3 modalidades variou de 0.43 à 0.99 para o Observador 1 e 0.50 to 0.99 para o Observador 2. Quando se avalia de forma separadamente, verificou-se um ICC para o Observador 1 de 0.67 à 0.99 para o traçado manual, de 0.61 à 0.99 para o traçado com o *software* Vista Dent OC e de 0.43 à 0.99 para o traçado realizado na imagem tomográfica. Para o Observador 2 o ICC variou de 0.50 à 0.99 para o traçado manual, de 0.78 à 0.99 para o traçado com o *software* Vista Dent OC e de 0.57 à 0.98 para o traçado realizado na imagem tomográfica.¹⁶

Boa reprodutibilidade intra-observador também foi observada para Gribel et al.¹⁷ numa amostra de 13 indivíduos adultos que possuíam tanto radiografias laterais quanto tomografias computadorizadas de alta qualidade obtidas da sua cabeça em que foram realizados nesses exames 4 medidas cefalométrica lineares e 2 angulares e estas foram repetidas com um intervalo de 1 mês. A variabilidade intra-observador foi de 0.5 mm (\pm 0.2 mm) para as medidas na cefalometria convencional e 0.2 mm (\pm 0.1 mm) para as medidas nas imagens obtidas da TCCB.

Liedke et al.¹⁸ constataram que a reprodutibilidade das medidas na imagem total gerada da TCCB foi maior que a da realizada no cefalograma convencional e que a reprodutibilidade das medidas obtidas em imagens hemifaciais foi maior que nas imagens totais. No estudo foi realizada a análise cefalométrica de 30 pacientes por um examinador calibrado em cefalogramas realizados em imagens radiográficas e em imagens totais e hemifaciais geradas a partir de TCCBs em dois momentos distintos. Foram analisadas 15 medidas lineares e 25 angulares.

A diferença na reprodutibilidade entre as modalidades não apresentou diferença significativa. Houve forte concordância entre as medidas realizadas no cefalograma convencional e no realizado em imagem sintetizadas das TCCBs.¹⁸

No que diz respeito à reprodutibilidade interavaliadores, no trabalho de Nalçaci et al.¹⁹ também não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre 2 observadores (ortodontistas com 4 anos de experiência) quando estes realizaram 14 medidas angulares em radiografias lateral da cabeça (manualmente) e em imagens geradas das TCCBs de 10 pacientes em dois momentos distintos.

Sotelo et al.²⁰ avaliaram tanto a reprodutibilidade intra-observadores quanto inter-observadores para 12 medidas angulares em 58 indivíduos que possuíam tanto

radiografia lateral quanto TCCB da cabeça. As medidas foram realizadas por 5 observadores em dois momentos diferentes com 2 semanas de intervalo. O ICC para reprodutibilidade para todas as medidas intraobservadores e interobservadores foi acima de 0.9.

Da mesma forma, para Damstra et al.¹² quando na avaliação de 5 medidas lineares e 12 angulares por 2 observadores de 25 imagens geradas a partir da TCCB em 2 momentos distintos com intervalo de 1 semana observaram uma boa confiança intra-observadores e interobservadores. O ICC para a reprodutibilidade intra-observadores foi de 0.86-0.99 e para a confiança inter-observadores foram maiores que 0.88

Para alguns autores, como para Van Vlijmen et al.²¹ a reprodutibilidade das medidas cefalométricas foi maior para as realizadas em imagens sintetizadas a partir da TCCB do que as realizadas em radiografias laterais da cabeça.^{2,22}

De encontro ao que foi mencionado nos estudos anteriores em que a reprodutibilidade intra-avaliadores e interavaliadores foi boa tanto em medidas realizadas em radiografias quanto em imagens geradas das tomografias ou em que a reprodutibilidade foi melhor nas imagens geradas por esse último método, no estudo de Zamora et al.⁶, a reprodutibilidade das medidas realizadas na cefalometria convencional foi maior que as realizadas nas reconstruções a partir da TCCB.²³

Com a finalidade de avaliar se o posicionamento da cabeça durante a realização da TCCB ocasionaria diferença nas medidas realizadas sobre estas imagens foi realizado um estudo por Cevitanes et al.²⁴ em que TCCB foi obtida de 12 pacientes com a posição da cabeça com duas orientações. Uma das orientações era a posição natural da cabeça (PNC) e a outra era baseada em planos de referência intracranianos (PRI).

O ICC indicou uma excelente reprodutibilidade entre as 50 medidas realizadas para duas modalidades. O ICC foi ≥ 0.90 para 90% das medidas na modalidade PRI e 72% para modalidade PNC. ICC inter-modalidades foi > 0.90 para 46% das medidas.²⁴

O Avaliador 3 no presente estudo, aluno do curso de especialização em ortodontia, apresentou a melhor reprodutibilidade das medidas cefalométricas avaliadas. Provavelmente, isto tenha ocorrido pelo fato do Avaliador 3 realizar rotineiramente as suas próprias mensurações nos exames radiográficos e não de recebê-las prontas nas documentações realizadas nas clínicas radiológicas.

Segundo Delamare et al.¹¹ para uma boa reprodutibilidade intra-observadores e inter-observadores o treinamento dos profissionais que realizarem os cefalogramas é muito mais importante do que o método utilizado para a aquisição da imagem. O estudo avalia a reprodutibilidade das medidas antes de ocorrer o treinamento profissional de avaliação das imagens e após a realização deste. Para isto, 5 observadores identificaram 20 pontos em 10 cefalogramas de radiografias laterais da cabeça e em imagens total e hemifacial geradas das TCCBs. Com o aperfeiçoamento profissional houve uma redução da variabilidade em 14 das 20 medidas.

Em relação à reprodutibilidade das medidas cefalométricas, o presente trabalho concorda com a maioria dos estudos referenciados e acredita-se que a variabilidade encontrada nos resultados de alguns trabalhos deve-se principalmente às metodologias utilizadas. Alguns destes trabalhos utilizaram crânios secos, em outros as imagens foram obtidas de pacientes, houve também variação em relação aos aparelhos utilizados e no protocolo para aquisição das imagens, na experiência dos avaliadores que realizaram as medidas, no intervalo em que estas foram repetidas, nos instrumentos utilizados para aferi-las, tais como, o compasso, o *scanner* e *softwares* utilizados. Sendo assim, com tantas variáveis envolvidas nas metodologias, esperava-se que fossem observados resultados distintos entre alguns estudos.

Conclusões:

A reprodutibilidade das medidas cefalométricas para os 3 avaliadores foi excelente para os dois métodos e para todas as medidas cefalométricas com exceção da medida Nperp-Pog para o avaliador 2 (ICC= 0,66);

As medidas cefalométricas realizadas nas imagens sintetizadas a partir da TCCB apresentaram melhor reprodutibilidade tanto intra-avaliadores quanto interavaliadores.

Referências:

1. Olmez H, Gorgulu S, Akin E, Bengi AO, Tekdemir İ, Fatih O. Measurement accuracy of a computer-assisted three-dimensional analysis and a conventional two-dimensional method. *Angle Orthod.* 2011; 81 (3): 375-382.
2. Chien PC, Parks ET, Eraso F, Hartsfield JK, Roberts WE. , Ofner S. Comparison of reliability in anatomical landmark identification using two-dimensional digital cephalometrics and three-dimensional cone beam computed tomography *in vivo*. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009; 38: 262-273.

3. Vilella OV. Manual de Cefalometria. 3.ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2009.
4. Ludlow JB, Gubler M, Cevidanes L, Mol A. Editor's Summary and Q&A: Precision of cephalometric landmark identification: Cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *Am. J Orthod Dentofacial Othop.* 2009; 136 (3): 1-17
5. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Tinazzi Martini P, Bergamo Andreis I A. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique preliminary results. *Eur Radiol.* 1998; 8 (9): 1558-1564.
6. Zamora N, Llamas JM, Cibrián R, Gandia JL, Paredes V. Cephalometric measurements from 3D reconstructed images compared with conventional 2D images. *Angle Orthod.* 2011; 81 (5): 856-864.
7. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006; 72 (1): 75-80.
8. Yamoto K. Development of dento-maxillofacial cone beam X-ray computed tomography system. *Orthod Craniofac Res.* 2003; 6: 160-162.
9. Kumar V, Ludlow JB, Mol A, Cevidanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2007; 36: 263–269.
10. Chang Z, Hu F, Lai E, Yao C, Chen M, Chenc Y. Landmark identification errors on cone-beam computed tomography-derived cephalograms and conventional digital cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 201; 140:e289-e297.
11. Delamare E, Liedke G, Vizzotto M, Silveira H, Ribeiro J, Silveira HE. Influence of a programme of professional calibration in the variability of landmark identification using cone beam computed tomography-synthesized and conventional radiographic cephalograms. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2010; 39: 414–423.
12. Damstra J, Fourie Z, Slater JJRH, Ren Y. Reliability and the smallest detectable difference of measurements on 3-dimensional cone-beam computed tomography images. *Am. J Orthod Dentofacial Othop.* 2001; 140 (3): 107-e114.
13. Gribel BF, Gribel MN, Frazão DC, McNamara Jr JA, Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod.* 2011; 81 (1): 26-35.
14. Yitschaky O, Redlich M, Abed Y, Faerman M, Casap N, Hiller N. Comparison of common hard tissue cephalometric measurements between computed tomography 3D reconstruction and conventional 2D cephalometric images. *Angle Orthod.* 2011; 81 (1): 11-16.
15. Grauer D, Cevidanes L, Styner M, Heulfe I, Harmon E, Zhu H, Proffit W. Accuracy and landmark error calculation using cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Angle Orthod.* 2010; 80 (2): 286-294.
16. Oz U, Orhan K, Abe N. Comparison of linear and angular measurements using two-dimensional conventional methods and three-dimensional cone beam CT images reconstructed from a volumetric rendering program *in vivo*. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011; 40: 492–500.
17. Gribel BF, Gribel MN, Manzi FR, Brooks SL, McNamara Jr JA. From 2D to 3D: an algorithm to derive normal values for 3-dimensional computerized assessment. *Angle Orthod.* 2011; 81 (1): 3-10.

18. Liedke GS, Delamare EL, Vizzotto MB, Silveira HID, Prietsch JR, Dutra V, Silveira HE D. Comparative study between conventional and cone beam CT-synthesized half and total skull cephalograms. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012; 41: 136–142.
19. Nalçacı R, Öztürk F, Sökücü O. A comparison of two-dimensional radiography and three-dimensional computed tomography in angular cephalometric measurements. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010; 39: 100–106.
20. Sotelo LRR, Almeida S, Ambrosano GM, Bóscolo F. Validity and reproducibility of cephalometric measurements performed in full and hemifacial reconstructions derived from cone beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2012; 84 (3): 1-6.
21. Van Vlijmen OJ, Bergé SJ, Swennen GR., Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. Comparison of cephalometric radiographs obtained from cone-beam computed tomography scans and conventional radiographs. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 67: 92-97.
22. Moshiri M, Scarfe W, Hilgers M, Scheetz J, Silveira A, Farmanf A. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 132 (4): 550-560.
23. Van Vlijmen OJ, Maal T, Berge SJ, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman A. A comparison between 2D and 3D cephalometry on CBCT scans of human skulls. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2010; 39: 156–160.
24. Cevidanes L, Oliveira A, Motta A, Phillips C, Burke B, Tyndall D. Head Orientation in CBCT-generated Cephalograms. *Angle Orthod.* 2009; 79 (5): 971-977.

Comparação de Cefalogramas Obtidos a Partir da Imagem da Radiografia Lateral da Cabeça e da Imagem Sintetizada a Partir de Tomografia Computadorizada Cone Beam

Introdução:

A análise cefalométrica convencional realizada sobre a radiografia lateral da cabeça (RLC), ou seja, em duas dimensões (2D) tem sido utilizada por décadas para analisar estruturas dentofaciais, para auxiliar no diagnóstico, avaliar o crescimento e resultados do tratamento ortodôntico e cirúrgico. Apesar das suas limitações, tais como, distorção, superposição de estruturas bilaterais e diferença de magnificação de estruturas craniofaciais, o que torna a identificação de pontos difícil e resulta em erros de mensuração, a cefalometria convencional continua sendo a base para avaliação dos padrões faciais.^{1,2}

Na década passada, a tomografia computadorizada de feixe cônico – *cone beam* (TCCB) foi desenvolvida especialmente para se obter imagens da cabeça e do pescoço.¹ Esse exame apresenta como características a redução nos custos e na dose de radiação quando comparado com a tomografia computadorizada utilizada na área médica e, ainda, imagens apropriadas para área craniofacial.^{1,3,4} Com essa tecnologia tornou-se possível a avaliação tridimensional (3D) das estruturas do crânio e da face.^{5,6}

Atualmente, existem *softwares* que nos permitem obter muitas vantagens das imagens advindas da TCCB.⁷ A reconstrução multiplanar primária obtida da TCCB pode originar reconstruções secundárias com características similares às radiografias convencionais, tais como, a telerradiografia de perfil, radiografia panorâmica, radiografias periapicais, entre outras. A obtenção dessas reconstruções secundárias evitaria que o paciente fosse exposto à radiação novamente.^{2,8,9-12}

Para que a utilização da TCCB faça parte da rotina dos casos ortodônticos é necessário saber se os dados obtidos das imagens sintetizada da TCCB podem ser comparados com os dados já existentes obtidos dos cefalogramas convencionais.¹⁰ Em estudos longitudinais de avaliação do crescimento e do tratamento é importante saber se os dados obtidos na análise cefalométrica realizadas no passado podem ser comparados com os dados da cefalometria em imagens sintetizadas da TCCB, o que se tornará bem comum no futuro.¹³

Até que dados normativos para as imagens volumétricas geradas das TCCB e novos paradigmas em 3D estejam determinados e mesmo que as imagens sintetizadas descartem muito das informações tridimensionais presentes nas imagens volumétricas da TCCB, faz-se importante a avaliação da equivalência entre as imagens sintetizadas da TCCB e a radiografia durante esse período transicional.^{2,8,10}

Neste contexto, é importante saber se a cefalometria convencional realizada desde o início de 1930 nas RLC é compatível com a cefalometria realizada nas imagens sintetizadas a partir da TCCB.¹³

Assim, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar se as medidas cefalométricas obtidas no cefalograma a partir da RLC são compatíveis com as medidas obtidas no cefalograma realizado na imagem gerada a partir da TCCB. Dessa forma, determinar a aplicabilidade da tomografia computadorizada de feixe cônico para a análise cefalométrica rotineiramente utilizada na ortodontia.

Material e Método:

Foram selecionados 20 pacientes que possuíam tanto RLC e TCCB da cabeça, cujos exames tivessem sido realizados antes do início do tratamento e com um intervalo máximo entre estes de 3 meses. Os exames foram selecionados do arquivo da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (FO-PUCRS). Destes 20 pacientes, 12 eram do gênero feminino e 8 do masculino, sendo a média de idade de $9,7 \pm 1,6$ anos.

Nesta amostra não foram incluídos pacientes com fissura lábiopalatina, com grandes assimetrias faciais e dentes retidos que dificultassem a visualização dos pontos anatômicos utilizados nesse estudo.

Protocolo da Realização dos Exames Utilizados no Estudo:

Radiografia Lateral da Cabeça

As telerradiografias de perfil foram obtidas no Serviço de Radiologia da Faculdade de Odontologia da PUCRS, seguindo a técnica preconizada por Broadbent (Broadbent, 1931). Os pacientes foram posicionados com justaposição dos dispositivos auriculares do cefalostato no meato acústico externo, mantendo o Plano Horizontal de Frankfurt paralelo ao solo, o plano sagital mediano perpendicular ao feixe central de raios X e paralelo ao chassi do filme radiográfico. A miliamperagem, a quilovoltagem e o tempo de exposição foram determinados de

acordo com as especificações do aparelho de raios X e de acordo com as características individuais de cada paciente a ser radiografado. Todas as radiografias foram reveladas e fixadas pelo processo automático e armazenadas em local apropriado.

Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

As tomografias computadorizadas foram realizadas em uma clínica radiológica privada (Centro de Diagnóstico por Imagem – CDI) localizada no complexo Mãe de Deus Center em Porto Alegre – RS. Foi utilizado tomógrafo volumétrico computadorizado de feixe cônico I-Cat (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA), com regulagem de 8 mA, 120 KV com tempo de exposição de 40 segundos, protocolo FULL, com resolução de voxel de 0,3 mm conforme tomada padrão para reconstrução tridimensional da face.

Ao término do exame, a seqüência de projeções adquiridas foram processadas (*raw data*) e reconstruídas através de um programa de algoritmos (*Dentalslice software*) instalado em um computador acoplado ao tomógrafo. A reconstrução dessa seqüência de projeções gerou uma imagem volumétrica (3D), que pode ser visualizada de forma padronizada nos planos axial, sagital e coronal. Cortes axiais de 0,3 mm de espessura foram obtidos e exportados no formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) e na seqüência gravados em um *cd-rom* gravável.

Metodologia Utilizada para a Avaliação das Imagens

Metodologia para Avaliação Radiográfica

As telerradiografias de perfil foram escaneadas e digitalizada em 300 dpi e salvas no formato JPG em um *pen drive*. Para a análise da imagem foi utilizado o *software* Radiocef Studio 2 (RadioMemory Ltda., Belo Horizonte, MG, Brasil). Os pontos cefalométricos foram marcados com o auxílio do *mouse* e, a partir destes, as medidas foram obtidas.

Metodologia para Avaliação Tomográfica

Para a obtenção das imagens sintetizadas a partir da TCCB foi utilizado o *software* *Invivo5 (Anatmage imaging software)* instalado em um computador com a seguinte configuração: processador Intel CORE 2 QUAD Q9300 4X 2.5 GHz 64 *bits*, 4 GB de memória RAM, placa de vídeo de alta performance Geforce 8800GT com 512 MB DDR3 256 *bits*, visualizando as imagens em uma tela *widescreen* de 19 polegadas.

Com o auxílio deste *software* foram sintetizadas imagens da cabeça do paciente semelhantes às radiografias cefalométricas. Para o posicionamento e obtenção da imagem na qual foi realizada a marcação dos pontos e medidas cefalométricas foram utilizados pontos e linhas gerais de referência.

Posicionamento da cabeça no plano axial

A linha de referência foi posicionada sobre a crista Galli e passou na região de maior concavidade da superfície anterior do forame magno.

Posicionamento da cabeça no plano sagital

A linha de referência passou pela porção superior do conduto auditivo externo e pela região mais inferior da borda inferior da órbita. Este plano Po-Or, Plano Horizontal de Frankfurt deveria ficar paralelo ao solo.

Posicionamento da cabeça no plano coronal

A linha de referência foi posicionada próxima às bordas superiores das órbitas.

Desse modo, com a cabeça devidamente posicionada, foi obtida a imagem da cabeça do paciente.

Após a aquisição destas imagens, estas foram salvas no formato JPG em um *pen drive* e foram analisadas com a utilização do *software* Radiocef Studio (RadioMemory Ltda., Belo Horizonte, MG, Brasil) 2, da mesma forma como aradiografias laterais da cabeça (Figura 1A e 1B).



Figura 1A: Imagem digitalizada da telerradiografia de perfil.

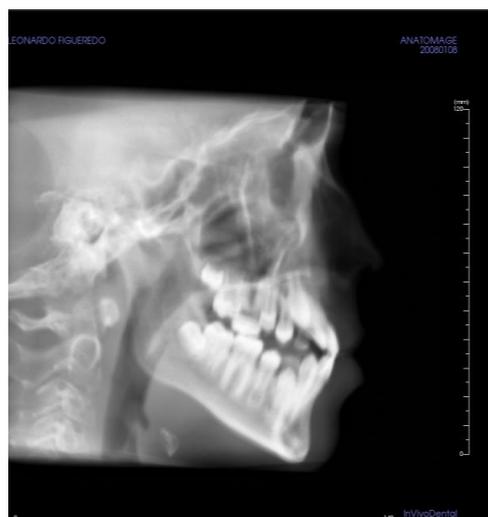


Figura 1B: Imagem salva a partir da TCCB.

Pontos e Medidas Cefalométricas Utilizados no Estudo

Para a realização do estudo, foram identificados pontos, linhas e planos cefalométricos (Tabela 1- Figura 2 e 3) e a partir desses foram realizadas medidas lineares e angulares relacionadas à maxila, à mandíbula e à altura facial (Tabela 2- Figuras 4, 5 e 6, respectivamente).

Tabela 1: Pontos Cefalométricos

Pontos Cefalométricos	DESCRIÇÃO
Sela (S)	Ponto localizado no centro geométrico da sela túrcica e é determinado por inspeção visual.
Násio (N)	Ponto localizado na porção mais anterior da sutura frontonasal.
Orbitário (Or)	Ponto mais inferior sobre a margem inferior da órbita.
Pório (Po)	O pório anatômico é o ponto mais alto do conduto auditivo externo.
Espinha Nasal Anterior (ENA)	Ponto situado na extremidade da espinha nasal anterior.
Ponto A	Ponto mais profundo do contorno da pré-maxila, localizado entre a ENA e o ponto mais anterior do processo alveolar da pré-maxila.
Ponto B	Ponto mais profundo do contorno do processo alveolar da mandíbula.
Pogônio (Pog)	Ponto mais anterior da sínfise mandibular. É determinado por inspeção.
Gnátio (Gn)	Ponto mais anterior e inferior do contorno da sínfise mandibular. Pode ser determinado pela bissetriz do ângulo formado entre o plano mandibular e uma perpendicular a este, que tangencie a região mais anterior da sínfise.
Mentoniano (Me)	Ponto localizado no ponto mais inferior do contorno da sínfise mandibular.
Gônio (Go)	Ponto médio entre os pontos mais posterior e inferior do ângulo mandibular. Também pode ser determinado pela bissetriz do ângulo formado por tangentes às bordas posterior e inferior da mandíbula com o ângulo goníaco.
Condílio (Co)	Ponto mais superior e posterior do côndilo mandibular.

Linhas e Planos Cefalométricos	DESCRIÇÃO
Linha NPerp (LNPerp)	Linha a partir do ponto N que passa perpendicularmente ao Plano de Frankfurt.
Linha SN (LNS)	Linha que une os pontos S e N, representando a base do crânio.
Plano de Frankfurt (PFRKFT)	Linha que une os pontos Po e Or.
Plano Oclusal (POCL)	Linha que corta o entrecruzamento dos primeiros molares e dos incisivos em oclusão cêntrica.
Plano Mandibular (PM)	Linha que une os pontos Go e Gn corresponde ao plano mandibular.

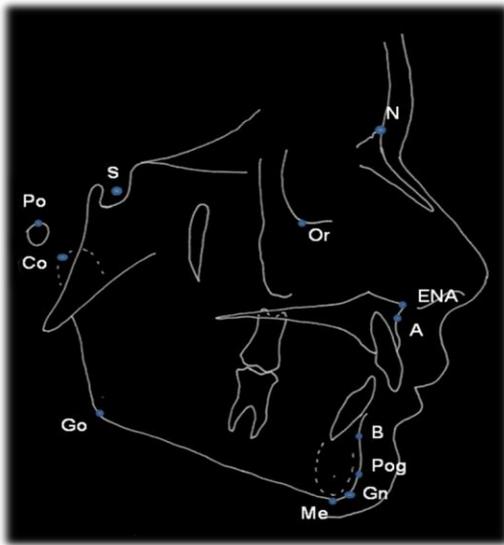


Figura 2- Pontos Cefalométricos

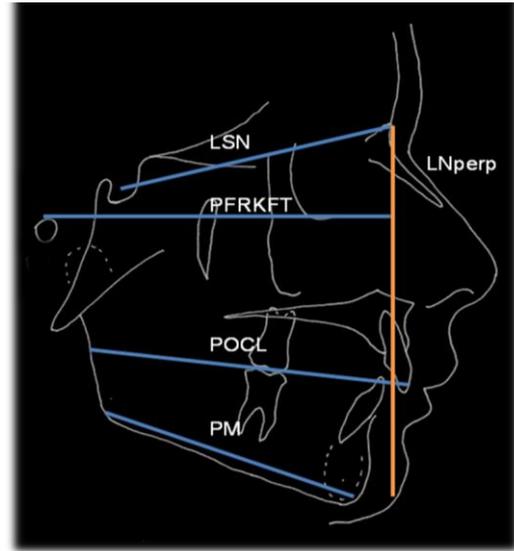


Figura 3- Linhas e Planos Cefalométricos

Tabela 2: Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Maxila, Mandíbula e Altura Facial

Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Maxila	DESCRIÇÃO
Ângulo SNA	É determinado pela intersecção das linhas S-N e N-A. Expressa a posição ântero-posterior da maxila em relação à base do crânio.
NPerp-A	Distância linear da linha NPerp até o ponto A. Relaciona a maxila com a base do crânio
Co-A	Distância linear que une os pontos Co ao ponto A. Determina o comprimento efetivo da maxila.
Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Mandíbula	DESCRIÇÃO
Ângulo SNB	Ângulo formado pela intersecção da linha SN e NB. Expressa a posição ântero-posterior da mandíbula em relação à base do crânio.
NPerp-Pog	Distância linear da linha NPerp até o ponto Pog. Relaciona a mandíbula com a base do crânio.
Co-Gn	Distância linear que une os pontos Co ao ponto Gn. Determina o comprimento efetivo da mandíbula.
Medidas Lineares e Angulares relacionadas à Altura Facial	DESCRIÇÃO
Distância ENA-Me	Distância linear dos pontos ENA e Me. Representa a altura facial inferior.

SN.Go-Gn

É determinado pela intersecção do PM com a linha S-N. Expressa o grau de abertura da mandíbula e da altura vertical da sua porção anterior.

SN.Ocl

É determinado pela intersecção do POCL com a linha S-N. Expressa a inclinação dos dentes, em oclusão, com a base do crânio.

Eixo Y

Ângulo formado pela intersecção do Plano de Frankfurt com uma linha que inicia no ponto S e termina no ponto Gn. Expressa a direção do crescimento, vertical ou horizontal.

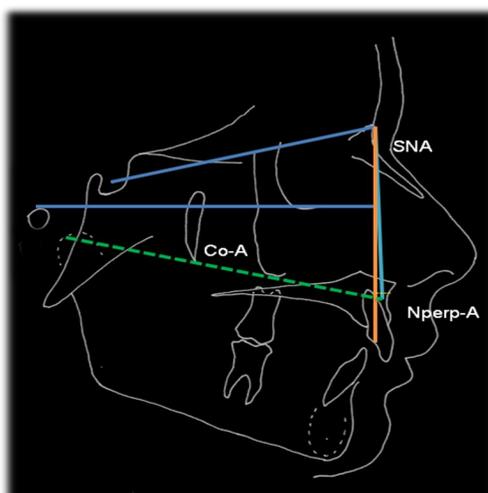


Figura 4- Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Maxila

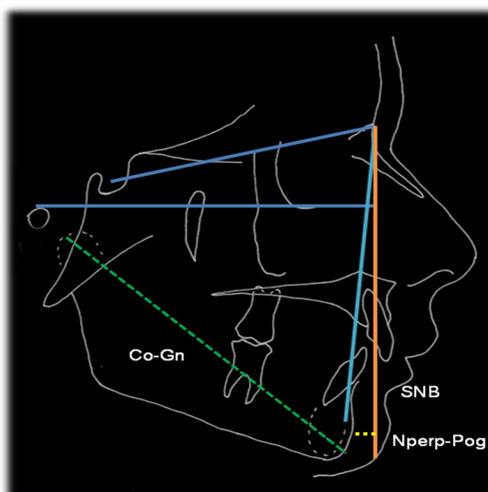


Figura 5- Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Mandíbula

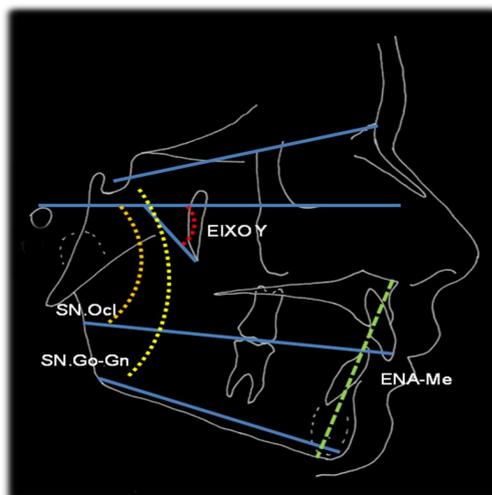


Figura 6- Medidas Lineares e Angulares Relacionadas à Altura Facial

As imagens foram salvas no *software* Radiocef Studio 2 e antes que fossem realizados os cefalogramas estas foram ajustadas no que diz respeito à sua proporção com auxílio de uma régua milimetrada digital, ferramenta disponível nos recursos do *software*. Então, os cefalogramas foram realizados por três avaliadores. Avaliador 1: aluno do curso de mestrado em ortodontia; Avaliador 2: doutor em ortodontia e Avaliador 3: aluno do curso de especialização em ortodontia, profissionais com níveis diferentes de treinamento. Os avaliadores foram previamente orientados de forma escrita e verbal e foram treinados para o uso do *software*. As marcações foram realizadas numa sala escura e os observadores podiam utilizar os recursos disponíveis no *software* para a melhor visualização dos pontos, como por exemplo, alterar brilho e contraste originais, escala de cinza, utilizar pseudo-coloração e/ou negativo e aproximar a imagem.

Então, foi realizada a comparação das medidas realizadas pelos observadores nas imagens obtidas da radiografia lateral da cabeça com as medidas obtidas das imagens sintetizadas a partir da TCCB.

Para avaliar a reprodutibilidade das medidas realizada por cada um dos 3 avaliadores estes realizaram as medidas nas 20 imagens advindas das radiografias e nas 20 imagens sintetizadas das TCCB em dois tempos distintos, T1 e T2, com intervalo de 7 dias.

Análise Estatística:

Com a finalidade de avaliar a reprodutibilidade das medidas intra-avaliadores em T1 e T2 nas imagens das RLC e nas imagens geradas a partir da TCCB foi utilizado o Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC).

Para a comparação entre os dois métodos e determinar as possíveis diferenças foi utilizado o Teste t-student para amostras pareadas.

O nível de significância máximo assumido foi de 5% ($p \leq 0,05$) e o software utilizado para a análise estatística foi o SPSS versão 13.0.

Resultados:

Os resultados da comparação das medidas realizadas nas radiografias e nas tomografias no T1 para os três observadores podem ser observados nas seguintes tabelas: Tabela 3, para o Avaliador 1; Tabela 4, para o Avaliador 2 e Tabela 5, para o Avaliador 3.

Na Tabela 3 podemos observar que as seguintes medidas apresentaram diferença significativa entre as técnicas Radiografia e Tomografia: Nperp-A, Co-A, Co-Gn, ENA-Me. Para a medida Nperp-A observaram-se valores significativamente superiores para Tomografia; já para as medidas Co-A, Co-Gn e ENA-Me observaram-se valores significativamente superiores para Radiografia.

Tabela 3. Comparação entre as técnicas no tempo T1 Radiografia X Tomografia: Avaliador 1 (n=20)

Medida	RLC		TCCB		P
	Média	DP	Média	DP	
SNA	79,61	3,17	80,01	3,41	0,251 ^{ns}
SNB	77,05	4,15	77,20	3,87	0,722 ^{ns}
SN.Ocl	17,53	4,03	17,99	4,23	0,211 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,57	4,47	36,42	4,55	0,702 ^{ns}
Nperp-A	-0,37	3,92	0,53	3,67	0,040*
Co-A	83,48	4,05	80,65	4,27	0,000**
Co-Gn	107,42	8,61	102,45	8,14	0,000**
ENA-Me	65,49	6,32	60,37	5,02	0,000**
Nperp-Pog	-4,54	7,59	-3,20	6,89	0,080 ^{ns}
Eixo Y	59,46	3,73	58,84	3,34	0,130 ^{ns}

DP – desvio-padrão

ns – não significativo; **significativo $p \leq 0,01$; * significativo $p \leq 0,05$

Verifica-se na Tabela 4 que as seguintes medidas apresentaram diferença significativa entre as técnicas Radiografia e Tomografia: Co-A, Co-Gn, ENA-Me, Nperp-Pog e Eixo Y. Para a todas as medidas, observaram-se valores significativamente superiores para Radiografia.

Tabela 4. Comparação entre as técnicas no tempo T1 Radiografia X Tomografia: Avaliador 2 (n=20)

Medida	RLC		TCCB		p
	Média	DP	Média	DP	
SNA	79,20	2,82	79,49	3,58	0,391 ^{ns}
SNB	76,50	3,69	76,90	4,23	0,194 ^{ns}
SN.Ocl	18,17	3,64	17,62	4,15	0,214 ^{ns}
SN.Go-Gn	37,10	4,64	37,47	4,42	0,248 ^{ns}
Nperp-A	-0,23	3,39	0,36	3,35	0,101 ^{ns}
Co-A	83,30	4,83	76,34	4,59	0,000 ^{**}
Co-Gn	109,43	9,67	99,52	8,57	0,000 ^{**}
ENA-Me	65,32	6,47	58,89	5,27	0,000 ^{**}
Nperp-Pog	-4,95	7,09	-3,55	7,06	0,032 [*]
Eixo Y	59,77	3,27	59,11	3,71	0,046 [*]

DP – desvio-padrão

ns – não significativo; **significativo $p \leq 0,01$; * significativo $p \leq 0,05$

Para os valores apresentados na Tabela 5 verifica-se que as seguintes medidas apresentaram diferença significativa entre as técnicas Radiografia e Tomografia: Co-A, Co-Gn e ENA-Me. Para todas as medidas observaram-se valores significativamente superiores para Radiografia.

Tabela 5. Comparação entre as técnicas no tempo T1 Radiografia X Tomografia: Avaliador 3 (n=20)

Medida	RLC		TCCB		P
	Média	DP	Média	DP	
SNA	80,42	3,45	79,88	3,09	0,241 ^{ns}
SNB	77,62	4,17	77,47	4,00	0,759 ^{ns}
SN.Ocl	17,46	4,66	18,18	4,01	0,079 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,35	5,24	36,74	3,84	0,406 ^{ns}
Nperp-A	0,81	3,91	0,85	3,27	0,943 ^{ns}
Co-A	85,44	5,47	78,50	5,19	0,000 ^{**}
Co-Gn	111,04	9,85	101,34	9,96	0,000 ^{**}
ENA-Me	64,70	5,59	58,55	5,95	0,000 ^{**}
Nperp-Pog	-2,94	7,47	-2,30	7,17	0,490 ^{ns}
Eixo Y	59,29	3,33	58,54	3,71	0,131 ^{ns}

DP – desvio-padrão

ns – não significativo; **significativo $p \leq 0,01$; * significativo $p \leq 0,05$

Para a realização das análises a seguir calculou-se para todas as medições realizadas a média dos valores entre os três avaliadores. Essa média foi utilizada com o objetivo de comparar as técnicas Radiografia X Tomografia .

Tabela 6. Comparação entre Radiografia X Tomografia (n=20)

Medida	RLC		TCCB		P
	Média	DP	Média	DP	
SNA	79,74	3,00	79,80	3,26	0,833 ^{ns}
SNB	77,06	3,90	77,19	3,91	0,606 ^{ns}
SN.Ocl	17,72	4,04	17,93	3,97	0,462 ^{ns}
SN.Go-Gn	36,67	4,74	36,88	4,17	0,464 ^{ns}
Nperp-A	0,07	3,59	0,58	3,34	0,139 ^{ns}
Co-A	84,08	4,53	78,49	4,38	0,000 ^{**}
Co-Gn	109,30	9,18	101,10	8,68	0,000 ^{**}
ENA-Me	65,17	6,07	59,27	5,29	0,000 ^{**}
Nperp-Pog	-4,14	7,15	-2,97	6,82	0,042 [*]
Eixo Y	59,51	3,30	58,83	3,51	0,024 [*]

DP – desvio-padrão

ns – não significativo; **significativo $p \leq 0,01$; * significativo $p \leq 0,05$

Podemos observar na Tabela 6 que as seguintes medidas apresentaram diferença significativa entre as técnicas Radiografia e Tomografia:

- Co-A, Co-Gn, ENA-Me, Nperp-Pog e Eixo Y: valores significativamente maiores nas radiografias.

Discussão:

Para os 3 avaliadores houve uma boa reprodutibilidade quando as medidas cefalométricas foram repetidas num intervalo de uma semana para os dois métodos. Para as medidas realizadas nas radiografias o ICC para o Avaliador 1 variou de 0.83 - 0.99, para o Avaliador 2 de 0.66 – 0.98 e para o Avaliador 3 de 0.81 – 0.97. Em relação às medidas realizadas nas imagens sintetizadas das TCCBs, o Avaliador 1 apresentou ICC de 0.89 – 0.98, o Avaliador 2 de 0.87 – 0.96 e o Avaliador 3 de 0.81 – 0.96.

No presente estudo, pode-se constatar que as medidas Co-A, Co-Gn e ENA-Me apresentaram diferença estatisticamente significante entre os cefalogramas realizados nas imagens das radiografias e das imagens sintetizadas das TCCBs.

Esta diferença foi observada para os 3 avaliadores individualmente e também quando foi utilizada a média dos valores obtidos pelos mesmos. Estas medidas apresentaram valores maiores nas radiografias para todos os avaliadores.

Quanto utilizamos a média realizada dos 3 avaliadores observamos que a diferença na medida Co-A variou 5,59 mm entre as radiografias e as TCCBs. Para a medida Co-Gn a variação foi de 8,2 mm e para medida ENA-Me foi de 5,9 mm. Diferença estatisticamente significativa entre os dois métodos também esteve presente nas medidas NPerp-Pog, com variação de 1,17 mm e para a medida EixoY, com variação de 0,68°.

Para as medidas Co-A, Co-Gn e ENA-Me a variação entre os dois métodos foi superior à 5,5 mm, o que é um valor significativo clinicamente na determinação de um diagnóstico, planejamento e realização de um tratamento ortodôntico e também nos casos que envolvam cirurgias.

Provavelmente essa variação se deve à difícil visualização dos pontos envolvidos nestas medidas tanto nas radiografias quanto nas imagens geradas das TCCBs. O ponto Co é bilateral e, portanto, temos na imagem a estrutura tanto do lado direito quanto do lado esquerdo, o que por muitas vezes faz com que o avaliador tenha que determinar um ponto médio entre as estruturas. Aliado a este fato, a determinação desse ponto ainda é dificultada pela sobreposição do osso esfenóide.

No que diz respeito ao ponto Ena, ponto localizado no plano médio, a visualização torna-se dificultada devido ao fato de que muitas vezes o contraste nesta região é pequeno, pois esta estrutura óssea é muito delgada e apresenta pouca densidade.

Da mesma forma que no presente estudo, quando cefalogramas foram realizados em imagens radiográficas e em imagens geradas a partir da TCCB, foi constatado que para as medidas SNA e SNB os valores foram maiores nas imagens sintetizadas da TCCB, enquanto que as medidas Co-A e Co-Gn apresentaram valores maiores nas imagens radiográficas.¹⁴

Também para Kumar et al.¹⁰ não foram constatadas diferenças entre as modalidades para medidas lineares, exceto para a medida do comprimento mandibular (Co-Gn).

Igualmente para Oz et al.¹⁵ não foram observadas diferenças significantes nas 18 medidas cefalométricas realizadas nas imagens radiográficas e tomográficas, com exceção para as medidas Go-Me e Co-Gn.

Entretanto, no trabalho de Gribel et al.¹⁶ a medida do comprimento mandibular (Co-Gn) permaneceu relativamente inalterada e o comprimento da face média (Co-A) foi menor na cefalometria 2D.

Nos resultados do estudo de Kumar et al.⁸ foi observada que das 17 medidas cefalométricas, 16 não apresentaram diferenças estatisticamente significante entre as modalidades.

Gribel et al.¹⁷ quando compararam cefalogramas realizados em imagens de radiografia e imagens geradas a partir de TCCB de 13 pacientes, também constataram diferenças estatisticamente significantes entre os dois métodos.

Nalçaci et al.¹⁸ avaliaram 14 medidas cefalométricas angulares em imagens radiográficas e tomográficas de 10 pacientes. Foram observadas diferenças estatisticamente significantes para 2 das 14 medidas.

Para Yitschaky et al.¹⁹ em 28 medidas registradas no cefalograma em 2D e comparadas com as mesmas medidas realizadas na imagem 3D em imagens obtidas de 10 crânios secos, para 4 destas medidas foram observadas diferenças estatisticamente significantes.

Para 21 medidas angulares e 12 lineares realizadas em cefalogramas em imagens radiográficas e tomográficas de 10 pacientes, Park et al.²⁰, observaram diferenças estatisticamente e clinicamente significantes apenas para uma medida linear e para 3 medidas angulares.

Também para Olmez et al.²¹ foram observadas diferenças estatisticamente significantes nas medidas realizadas entre imagens de radiografias e em imagens geradas a partir de TCCBs obtidas de 13 crânios secos. Também houve diferença estatisticamente significante entre as medidas obtidas fisicamente do crânio seco e as medidas obtidas da imagem em 2D. Entretanto, esse resultados não foi observado entre as medidas obtidas na imagem em 3D e nas medidas fisicamente obtidas do crânio seco. Segundo os autores a TCCB apresenta maior acurácia e imagens de melhor resolução para medições em estruturas de tecido duro do que as imagens utilizadas na cefalometria convencional 2D.

Igualmente para Ludlow et al.¹, em que foram avaliadas a precisão na marcação de pontos cefalométricos por 5 observadores em 20 pacientes tanto na

radiografia quanto na TCCB da cabeça, as imagens do cefalograma convencional apresentaram maior variabilidade que as imagens multiplanares em 13 amostras, aproximadamente iguais em 6 amostras e baixa variabilidades em uma amostra.

A identificação de pontos cefalométricos é significativamente mais precisa nas imagens multiplanares obtidas na CBCT do que nos cefalogramas convencionais, mesmo quando utilizada as definições tradicionais do cefalograma 2D.¹

Entretanto, para alguns autores como para Sotelo et al.⁹, as medidas realizadas em cefalogramas de imagens geradas da TCCB apresentaram-se reprodutíveis e válidas quando comparadas com medidas obtidas de cefalogramas realizados em imagens de radiografias.

Também para Zamora et al.⁴ não foram observadas diferenças estatisticamente significante em medidas angulares e lineares quando comparados cefalogramas realizados nas radiografias e em imagens geradas das tomografias. Fizeram parte dessa amostra 8 indivíduos que possuíam tanto uma radiografia lateral quanto uma TCCB da cabeça e nestas imagens foram localizados 17 pontos e realizadas 10 medidas angulares e 3 lineares.

Cattaneo et al.²² também não observaram diferenças quando 3 observadores avaliaram 17 ângulos em 34 radiografias cefalométricas e em imagens sintetizadas da TCCB.

No trabalho de Vlijmen et al.²³, com uma amostra de 40 crânios secos 14 medidas cefalométricas foram aferidas 5 vezes pelo mesmo operador com intervalo de 1 semana entre as medições, a média destes valores foi utilizada para a análise estatística. Foram observadas diferenças estatisticamente significantes para 9 das 14 medidas cefalométricas. Porém, não há relevância clínica para a diferença nas medidas lineares e angulares entre os métodos. Para as medidas lineares a variação foi menor que 1 mm e para as medidas angulares a variação foi de 1,5° ou menos.

No trabalho de Van Vlijmen et al.¹³ foram utilizadas imagens radiográficas e tomográficas realizadas em 40 crânio secos para a aferição de 12 medidas cefalométricas. O mesmo operador realizou as medidas 5 vezes com um intervalo de 1 semana entre elas. Diferença estatística entre as medidas realizadas nos modelos 3D e nas radiografias convencionais foram observadas em 7 das 12 medidas. Entretanto, para a maioria das medidas a diferença foi consideravelmente menor que o desvio padrão.

Na identificação de 20 pontos cefalométricos por 11 examinadores em imagens radiográficas e imagens geradas das TCCBs de 20 pacientes, não houve diferença estatisticamente significativa nas medidas entre as modalidades de imagem. Os autores concluem que a identificação dos pontos nos cefalogramas gerados a partir da TCCB é comparável à realizada nos cefalogramas digitais convencionais.²

A análise cefalométrica de 30 pacientes foram realizadas em imagens radiográficas e em imagens tomográficas com o auxílio do *software* Radiocef Studio 2 (Radio Memory Ltda., Belo Horizonte, MG, Brasil). Antes da identificação das 15 medidas lineares e 25 medidas angulares foi realizada a correção na proporção das imagens. A análise de Bland–Altman mostrou forte concordância entre as medidas do cefalograma convencional e as medidas do cefalograma realizado na imagem total e hemifacial sintetizada da TCCB.²⁴

Também para Ogawa et al.⁶ não foram constatadas diferença estatisticamente significativa entre as medidas realizadas no crânio seco e nas medidas das imagens da TCCB.

Segundo Delamare et al.²⁵, as diferenças observadas nos cefalogramas obtidos das radiografias convencionais e nos cefalogramas realizados nas imagens a partir da TCCB não foram estatisticamente significante, assim, esses métodos podem ser considerados equivalentes para aplicações clínicas e experimentais.

A despeito do método utilizado para aquisição da imagem, os resultados apresentados nesse estudo indicam que o treinamento profissional deve ser priorizado para minimizar erros de interpretação associados à análise cefalométrica.²⁵

Para Grauer et al.⁵ em que 46 cefalogramas foram traçados em imagens obtidas de radiografias e imagens sintetizadas a partir de TCCBs as diferenças encontradas não são significantes clinicamente. Entretanto, os autores ressaltam que para estudos longitudinais quando ambas as modalidades são utilizadas, pode-se considerar que o erro do método seja capaz de gerar diferenças clinicamente significantes, principalmente quando há o envolvimento do crescimento.

A utilização de imagens obtidas da TCCB pode ser utilizada como uma ferramenta de diagnóstico, mas quando usada pra avaliar o tratamento em tempos diferentes é aconselhável obter exames sequenciais da mesma modalidade.^{5,16}

Dessa forma, em consideração aos riscos associados à radiação, a TCCB não deve ser recomendada, a menos que, as informações adicionais possam esclarecer dados para o diagnóstico, planejamento e trazer melhores resultados no tratamento.^{15,18,26}

Quando comparamos as medidas cefalométricas realizadas nas radiografias e nas imagens geradas TCCBs os resultados diferem para inúmeros estudos, ou seja, não podemos determinar se essas medidas são semelhantes quando realizadas nos dois métodos.

Inúmeras variáveis estão envolvidas na metodologia dos trabalhos citados e acredita-se que este seja o motivo da falta de concordância entre estes.

Rossini et al.²⁷ também concluíram desta forma quando se propuseram a fazer uma revisão de literatura sobre a análise cefalométrica 3D obtida da TCCB. Os autores revisaram todos os artigos sobre esse assunto até o ano de 2011, ao todo 27 artigos foram incluídos no estudo. Para estes autores, existe um número limitado de estudos que avaliam a precisão das medidas cefalométricas e a validade na marcação de pontos de referência na TCCB. Os estudos descrevem diferentes pontos de identificação e medidas o que impede uma comparação direta entre eles. Para se obter dados consistentes e reprodutíveis das imagens tridimensionais é mandatório que se tenha um protocolo para o treinamento e calibração do operador.

Dessa forma, tendo em vista a falta de concordância entre as medidas realizadas nas imagens radiográficas e nas imagens geradas a partir da TCCB, assim como o resultado encontrado no presente trabalho, sugere-se que seja utilizada a mesma forma de imagem para avaliação e comparação das características crâniofaciais do paciente, avaliação do seu desenvolvimento e crescimento, assim como, para análise dos tratamentos realizados e resultados de forma precisa e segura.

Conclusões:

Houve diferença estatisticamente significativa para metade das 10 medidas cefalométricas avaliadas entre os dois métodos;

Para as medidas Co-A, Co-Gn e ENA-Me as diferenças foram superiores à 5,5 mm, valores clinicamente significantes;

Seguindo esta metodologia, a comparação de medidas cefalométricas não mostrou similaridade entre os dois métodos.

Referências:

1. Ludlow JB, Gubler M, Cevidanes L, Mol A. Editor's Summary and Q&A: Precision of cephalometric landmark identification: Cone-beam computed tomography vs. conventional cephalometric views. *Am. J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136 (3): 1-17.
2. Chang Z, Hu F, Lai E, Yao C, Chen M, Chenc Y. Landmark identification errors on cone-beam computed tomography-derived cephalograms and conventional digital cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140:e289-e297.
3. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Tinazzi Martini P, Bergamo Andreis I. A. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique preliminary results. *Eur Radiol.* 1998; v.8 (9): 1558-1564.
4. Zamora N, Llamas JM, Cibrián R, Gandia JL, Paredes V. Cephalometric measurements from 3D reconstructed images compared with conventional 2D images. *Angle Orthod.* 2011; 81 (5): 856-864.
5. Grauer D, Cevidanes L, Styner M, Heulfe I, Harmon E, Zhu H, Proffit W. Accuracy and landmark error calculation using cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Angle Orthod.* 2010; 80 (2): 286-294.
6. Ogawa N, Miyazaki Y, Kubota M, Huang J, Miller A, Maki K. Application of cone beam CT 3D images to cephalometric analysis. *Orthodontic Waves.* 2010; 69:138-150.
7. Garib DG, Raymundo Jr R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2007; 12 (2):139-156.
8. Kumar V, Ludlow JB, Cevidanes L, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod.* 2008; 78 (5):873-879.
9. Sotelo LRR, Almeida S, Ambrosano GM.; Bóscolo, F. Validity and reproducibility of cephalometric measurements performed in full and hemifacial reconstructions derived from cone beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2012; Feb; 84 (3): 1-6.
10. Kumar V, Ludlow JB, Mol A, Cevidanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2007; 36: 263-269.
11. Scarfe W C, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006; 72 (1): 75-80.

12. Chien PC, Parks ET, Eraso F, Hartsfield JK, Roberts WE, Ofner S. Comparison of reliability in anatomical landmark identification using two-dimensional digital cephalometrics and three-dimensional cone beam computed tomography *in vivo*. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009; 38: 262-273.
13. Van Vlijmen O, Maal T, Berge S, Bronkhorst E, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman A. A comparison between 2D and 3D cephalometry on CBCT scans of human skulls. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2010; 39: 156–160.
14. Damstra J, Fourie Z, Slater JJRH, Ren Y. Reliability and the smallest detectable difference of measurements on 3-dimensional cone-beam computed tomography images. *Am. J Orthod Dentofacial Othop.* 2001; 140 (3): 107-e114
15. Oz U, Orhan K, Abe N. Comparison of linear and angular measurements using two-dimensional conventional methods and three-dimensional cone beam CT images reconstructed from a volumetric rendering program *in vivo*. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011; 40: 492–500.
16. Gribel BF, Gribel MN, Frazão DC, McNamara Jr JÁ, Manzi F. R. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod.* 2011; 81 (1): 26-35.
17. Gribel BF, Gribel MN, Manzi FR, Brooks SL, McNamara Jr JA. From 2D to 3D: an algorithm to derive normal values for 3-dimensional computerized assessment. *Angle Orthod.* 2011; 81 (1): 3-10.
18. Nalçacı R, Öztürk F, Sökücü O. A comparison of two-dimensional radiography and three-dimensional computed tomography in angular cephalometric measurements. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010; 39: 100–106.
19. Yitschaky O, Redlich M, Abed Y, Faerman M, Casap N, Hiller N. Comparison of common hard tissue cephalometric measurements between computed tomography 3D reconstruction and conventional 2D cephalometric images. *Angle Orthod.* 2011; Jan; 81 (1): 11-16.
20. Park C, Park J, Kim H, Han S, Jeong H, Park H. Comparison of conventional lateral cephalograms with corresponding CBCT radiographs. *Imaging Sci Dent.* 2012; 42: 201-5.
21. Olmez H, Gorgulu S, Akin E, Bengi AO, Tekdemir İ, Fatih O. Measurement accuracy of a computer-assisted three-dimensional analysis and a conventional two-dimensional method. *Angle Orthod.* 2011; 81 (3): 375-382.
22. Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D, Hjortshøj M, Melsen B. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Am. J Orthod Dentofacial Othop.* 2008; 134 (6): 798-802.
23. Van Vlijmen OJ, Bergé SJ, Swennen GR, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. Comparison of cephalometric radiographs obtained from cone-beam computed tomography scans and conventional radiographs. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 67: 92-97.
24. Liedke GS, Delamare EL, Vizzotto MB, Silveira HID, Prietsch JR.; Dutra V, Silveira HED. Comparative study between conventional and cone beam CT-synthesized half and total skull cephalograms. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012; 41: 136–142.
25. Delamare E, Liedke G, Vizzotto M, Silveira H, Ribeiro J, Silveira HE. Influence of a programme of professional calibration in the variability of landmark identification using cone beam computed tomography-synthesized and conventional radiographic cephalograms. *Dentomaxillofac Radiology.* 2010; 39: 414–423.

26. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64 row CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106: 930–8.
27. Rossini G, Cavallini C, Casseta M, Barbato E. 3D Cephalometric analysis obtained from computed tomography. Review of the literature. *Annali se Stomatologia.* 2011; II (3-4): 31-39.

6 DISCUSSÃO

Para os 3 avaliadores houve uma boa reprodutibilidade quando as medidas foram repetidas num intervalo de uma semana com exceção da medida Nperp-Pog para o avaliador 2. Para as medidas realizadas nas radiografias o ICC para o Avaliador 1 variou de 0.83 - 0.99, para o Avaliador 2 de 0.66 – 0.98 e para o Avaliador 3 de 0.81 – 0.97. Em relação às medidas realizadas nas imagens sintetizadas das TCCB, o Avaliador 1 apresentou ICC de 0.89 – 0.98, o Avaliador 2 de 0.87 – 0.96 e o Avaliador 3 de 0.81 – 0.96.

Para as diferenças intra-avaliadores podemos verificar que para o Avaliador 1 houve diferença estatisticamente significativa entre o T1 e T2 para as radiografias na medida Co-A e para as tomografias nas medidas SN.Go-Gn e Eixo Y. Para o Avaliador 2 as diferenças foram observadas somente para as radiografias nas medidas Nperp-A, Co-Gn e ENA-Me. Para 5 destas 6 medidas as diferenças entre T1 e T2 foram menores que 1º ou 1 mm, com exceção da medida Co-Gn em que a variação foi de 1,17 mm. Estes valores não são significativos clinicamente. O Avaliador 3 não apresentou nenhuma diferença estatisticamente significativa para as medidas em nenhum dos métodos.

Quanto avaliamos a reprodutibilidade interavaliadores para as medidas nas radiografias constatamos que houve diferença estatisticamente significativa para as seguintes medidas: SNA T1 e T2, SNB T1 e T2, SN.Ocl T2, SN.Go-Gn T1 e T2, Nperp-A T1, Co-A T1 e T2, Co-Gn T1 e T2, ENA-Me T2 e NPerp-Pog T1. Para 9 dessas 14 medidas as diferenças entre os avaliadores não excedeu 1,5º ou 1,5 mm, valores não representativos clinicamente. Já para as medidas Co-A T1 e T2, Co-Gn T1 e T2 e NPerp-Pog T1 a variação foi de 1,74 mm para Co-A T1 até 3,62 mm em Co-Gn T1.

Para a reprodutibilidade interavaliadores nas medidas realizadas nas tomografias houve diferença nas seguintes medidas: SN.Go-Gn T1 e T2, Co-A T1 e T2, Co-Gn T1 e T2 e ENA-Me T1 e T2. Para metade destas 8 medidas a diferença entre os avaliadores não excedeu 2,5 mm ou 1,5º. Nas demais medidas houve uma variação de 2,62 mm para Co-Gn em T2 até 4,31 mm para Co-A em T1.

Em relação à reprodutibilidade intra-avaliadores, resultado semelhante foi observado no estudo de Gribel et al.⁽²¹⁾ em que foram utilizado 25 crânios secos para

se obter radiografias cefalométricas e TCCBs com o intuito de sintetizar imagens semelhantes à radiografia lateral da cabeça. Foram realizadas 12 medidas lineares nestas imagens e estas foram repetidas com um intervalo de 1 mês por um único observador.

O ICC para as medidas realizadas diretamente nos crânios secos foi excelente (0.98, com diferença de 0.1 mm entre as medidas ± 0.5 mm). Da mesma forma ocorreu para as imagens geradas da TCCB e nos cefalogramas realizados nas radiografias, ICC de 0.99 (diferença de 0.01 mm entre as medidas ± 0.04 mm) e 0.98 (diferença de 0.1 mm entre as medidas ± 0.5 mm), respectivamente⁽²¹⁾.

A reprodutibilidade das medidas cefalométricas também foi comprovada quando 13 imagens radiográficas e tomográficas foram obtidas de crânios secos e 17 medidas foram analisadas. Estas medidas foram repetidas com um intervalo de 1 mês pelo mesmo observador. Não houve diferença intra-observador estatisticamente significativa entre as medidas nos métodos utilizados. A variação do ICC foi de 0.786 - 0.995⁽⁴⁾.

Quatorze medidas cefalométricas foram realizadas em radiografias e imagens sintetizadas de TCCB que foram obtidas de 10 crânios secos. Estas medidas foram realizadas por um único observador 3 vezes com intervalos de 1 semana. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada intra-observadore nas medidas realizadas para os dois métodos⁽¹¹⁾.

A reprodutibilidade de 28 medidas cefalométricas também foi comprovada por Yitschaky et al.⁽²²⁾ quando estas foram realizadas por um único observador em dois tempos distintos com intervalo de 1 mês em radiografia lateral da cabeça de forma manual e em imagens sintetizadas a partir de TCCB.

Da mesma forma, para Grauer et al.⁽²³⁾ o ICC foi acima de 0.9 para todos os pontos cefalométricos quando estes foram realizados por um único observador em 46 radiografias cefalométricas e suas imagens equivalentes geradas das TCCB em 3 momentos diferentes com intervalo de 24 horas entre as sessões.

No estudo de Oz et al.⁽²⁴⁾ foram selecionados 11 pacientes que possuíam tanto radiografia quanto TCCB da cabeça. As 18 medidas (11 lineares e 7 angulares) foram realizadas por dois ortodontistas em duas sessões com intervalo de 2 semanas. Foram utilizadas 3 modalidades de imagens: radiografia lateral da cabeça (traçado cefalométrico manual), radiografia lateral da cabeça (traçado

realizado com o auxílio do *software* Vista Dent OC –GAC) e imagem sintetizada a partir da TCCB.

De uma forma geral a reprodutibilidade intra-observadores para as 3 modalidades variou de 0.43 à 0.99 para o Observador 1 e 0.50 to 0.99 para o Observador 2. Quando se avalia de forma separadamente, verificou-se um ICC para o Observador 1 de 0.67 à 0.99 para o traçado manual, de 0.61 à 0.99 para o traçado com o *software* Vista Dent OC e de 0.43 à 0.99 para o traçado realizado na imagem tomográfica. Para o Observador 2 o ICC variou de 0.50 à 0.99 para o traçado manual, de 0.78 à 0.99 para o traçado com o *software* Vista Dent OC e de 0.57 à 0.98 para o traçado realizado na imagem tomográfica⁽²⁴⁾.

Boa reprodutibilidade intra-observador também foi observada para Gribel et al.⁽²⁵⁾ numa amostra de 13 indivíduos adultos que possuíam tanto radiografias laterais quanto tomografias computadorizadas de alta qualidade obtidas da sua cabeça em que foram realizados nesses exames 4 medidas cefalométrica lineares e 2 angulares e estas foram repetidas com um intervalo de 1 mês. A variabilidade intra-observador foi de 0.5 mm (\pm 0.2 mm) para as medidas na cefalometria convencional e 0.2 mm (\pm 0.1 mm) para as medidas nas imagens obtidas da TCCB.

Liedke et al.⁽²⁶⁾ constataram que a reprodutibilidade das medidas na imagem total gerada da TCCB foi maior que a da realizada no cefalograma convencional e que a reprodutibilidade das medidas obtidas em imagens hemifaciais foi maior que nas imagens totais. No estudo foi realizada a análise cefalométrica de 30 pacientes por um examinador calibrado em cefalogramas realizados em imagens radiográficas e em imagens totais e hemifaciais geradas a partir de TCCBs em dois momentos distintos. Foram analisadas 15 medidas lineares e 25 angulares.

A diferença na reprodutibilidade entre as modalidades não apresentou diferença significativa. Houve forte concordância entre as medidas realizadas no cefalograma convencional e no realizado em imagem sintetizadas das TCCBs⁽²⁶⁾.

No que diz respeito à reprodutibilidade interavaliadores, no trabalho de Nalçaci et al.⁽²⁷⁾ também não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre 2 observadores (ortodontistas com 4 anos de experiência) quando estes realizaram 14 medidas angulares em radiografias lateral da cabeça (manualmente) e em imagens geradas das TCCBs de 10 pacientes em dois momentos distintos.

Sotelo et al.⁽²⁸⁾ avaliaram tanto a reprodutibilidade intra-observadores quanto inter-observadores para 12 medidas angulares em 58 indivíduos que possuíam tanto

radiografia lateral quanto TCCB da cabeça. As medidas foram realizadas por 5 observadores em dois momentos diferentes com 2 semanas de intervalo. O ICC para reprodutibilidade para todas as medidas intraobservadores e interobservadores foi acima de 0.9.

Da mesma forma, para Damstra et al.⁽²⁹⁾ quando na avaliação de 5 medidas lineares e 12 angulares por 2 observadores de 25 imagens geradas a partir da TCCB em 2 momentos distintos com intervalo de 1 semana observaram uma boa confiança intra-observadores e interobservadores. O ICC para a reprodutibilidade intra-observadores foi de 0.86-0.99 e para a confiança inter-observadores foram maiores que 0.88

Para alguns autores, como para Van Vlijmen et al.⁽³⁰⁾ a reprodutibilidade das 14 medidas cefalométricas foi maior para as realizadas em imagens sintetizadas a partir da TCCB do que as realizadas em radiografias laterais da cabeça. Neste estudo, as medidas foram realizadas por um único observador em 80 imagens, 5 vezes com um intervalo de 1 semana. O ICC entre a mesma modalidade entre a 1ª e a 2ª aferição variou entre 0.91 e 0.99, com média de 0.97.

Igualmente, Moshiri et al.⁽³¹⁾ observaram que o ICC para as medidas realizadas diretamente nos crânios secos e nas imagens geradas da TCCB foram significativamente maiores que na radiografia lateral. As imagens nas quais foram realizadas as medidas foram obtidas de 23 crânios secos dos quais foram realizados radiografia lateral da cabeça e TCCB. A reprodutibilidade das 9 medidas lineares por meio da avaliação de 2 observadores foram repetidas em três momentos diferentes.

Chien et al.⁽²⁾ também avaliaram a reprodutibilidade intra-observadores e interobservadores em 10 radiografias laterais e suas imagens correspondentes sintetizadas a partir da TCCB. Os autores concluíram que a identificação dos pontos em imagens 3D são mais reprodutíveis que nas imagens 2D.

De encontro ao que foi mencionado nos estudos anteriores em que a reprodutibilidade intra-avaliadores e interavaliadores foi boa tanto em medidas realizadas em radiografias quanto em imagens geradas das tomografias ou em que a reprodutibilidade foi melhor nas imagens geradas por esse último método, no estudo de Zamora et al.⁽⁹⁾, a reprodutibilidade das medidas realizadas na cefalometria convencional foi maior que as realizadas nas reconstruções a partir da TCCB. A reprodutibilidade entre a 1ª e a 2ª medição, tanto para as medidas lineares quanto para as angulares, foram altas para os três métodos com ICC > 0.86 e a

diferença entre a maioria das medidas foi menor que o desvio padrão, confirmando que a diferença não foi clinicamente significativa.

Igualmente ao estudo anterior, Van Vlijmen et al.⁽³²⁾ obtiveram uma reprodutibilidade das medidas mais elevada para os cefalogramas realizados na radiografia do que nas imagens sintetizadas das TCCB, exames obtidos de 40 crânios secos. As 12 medidas foram realizadas pelo mesmo observador 5 vezes com intervalos de 1 semana. O ICC entre as medidas nos diferentes tempos variou de 0.69 à 0.98, com média de 0.91.

Com a finalidade de avaliar se o posicionamento da cabeça durante a realização da TCCB ocasionaria diferença nas medidas realizadas sobre estas imagens foi realizado um estudo por Cevidanés et al.⁽³³⁾ em que TCCB foi obtida de 12 pacientes com a posição da cabeça com duas orientações. Uma das orientações era a posição natural da cabeça (PNC) e a outra era baseada em planos de referência intracranianos (PRI).

O ICC indicou uma excelente reprodutibilidade entre as 50 medidas realizadas para duas modalidades. O ICC foi ≥ 0.90 para 90% das medidas na modalidade PRI e 72% para modalidade PNC. ICC inter-modalidades foi > 0.90 para 46% das medidas⁽³³⁾.

O Avaliador 3 no presente estudo, aluno do curso de especialização em ortodontia, apresentou a melhor reprodutibilidade das medidas cefalométricas avaliadas. Provavelmente, isto tenha ocorrido pelo fato do Avaliador 3 realizar rotineiramente as suas próprias mensurações nos exames radiográficos e não de recebê-las prontas nas documentações realizadas nas clínicas radiológicas.

Segundo Delamare et al.⁽³⁴⁾ para uma boa reprodutibilidade intra-observadores e inter-observadores o treinamento dos profissionais que realizarem os cefalogramas é muito mais importante do que o método utilizado para a aquisição da imagem. O estudo avalia a reprodutibilidade das medidas antes de ocorrer o treinamento profissional de avaliação das imagens e após a realização deste. Para isto, 5 observadores identificaram 20 pontos em 10 cefalogramas de radiografias laterais da cabeça e em imagens total e hemifacial geradas das TCCBs. Com o aperfeiçoamento profissional houve uma redução da variabilidade em 14 das 20 medidas.

Em relação à reprodutibilidade das medidas cefalométricas, o presente trabalho concorda com a maioria dos estudos referenciados e acredita-se que a

variabilidade encontrada nos resultados de alguns trabalhos deve-se principalmente às metodologias utilizadas. Alguns destes trabalhos utilizaram crânios secos, em outros as imagens foram obtidas de pacientes, houve também variação em relação aos aparelhos utilizados e no protocolo para aquisição das imagens, na experiência dos avaliadores que realizaram as medidas, no intervalo em que estas foram repetidas, nos instrumentos utilizados para aferi-las, tais como, o compasso, o *scanner* e *softwares* utilizados. Sendo assim, com tantas variáveis envolvidas nas metodologias, esperava-se que fossem observados resultados distintos entre alguns estudos.

Em relação à comparação entre os cefalogramas realizados nas imagens das radiografias e das imagens sintetizadas das TCCBs, no presente trabalho, podemos constatar que as medidas Co-A, Co-Gn e ENA-Me apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os cefalogramas. Esta diferença foi observada para os 3 avaliadores individualmente e também quando foi utilizada a média dos valores obtidos pelos mesmos. Estas medidas apresentaram valores maiores nas radiografias para todos os avaliadores.

Quanto utilizamos a média realizada dos 3 avaliadores observamos que a diferença na medida Co-A variou 5,59 mm entre as radiografias e as TCCBs. Para a medida Co-Gn a variação foi de 8,2 mm e para medida ENA-Me foi de 5,9 mm. Diferença estatisticamente significativa entre os dois métodos também esteve presente nas medidas NPerp-Pog, com variação de 1,17 mm e para a medida EixoY, com variação de 0,68°.

Para as medidas Co-A, Co-Gn e ENA-Me a variação entre os dois métodos apresentou valores superiores à 5,5 mm, os quais são significantes clinicamente na determinação de um diagnóstico, planejamento e realização de um tratamento ortodôntico e também nos casos que envolvam cirurgias.

A difícil visualização dos pontos envolvidos nestas medidas tanto nas radiografias quanto nas imagens geradas das TCCBs provavelmente foi o fator determinante para essas diferenças. O ponto Co é bilateral e, portanto, temos na imagem a estrutura tanto do lado direito quanto do lado esquerdo, o que por muitas vezes faz com que o avaliador tenha que determinar um ponto médio entre as estruturas. Aliado a este fato, a determinação desse ponto ainda é dificultada pela sobreposição do osso esfenóide.

No que diz respeito ao ponto ENA, ponto localizado no plano médio, a visualização torna-se dificultada devido ao fato de que muitas vezes o contraste nesta região é pequeno, pois esta estrutura óssea é muito delgada e apresenta pouca densidade.

Em relação às medidas que apresentaram diferenças estatisticamente significantes neste trabalho, resultado semelhante foi observado por Damstra et al.⁽²⁹⁾. Foi constatado que para as medidas SNA e SNB os valores foram maiores nas imagens advindas da TCCB, enquanto que as medidas Co-A e Co-Gn apresentaram valores maiores nas imagens radiográficas.

Igualmente no estudo de Kumar et al.⁽¹¹⁾ não foram constatadas diferenças entre as modalidades para as 14 medidas cefalométricas avaliadas, exceto para a medida do comprimento mandibular (Co-Gn).

Também para Oz et al.⁽²⁴⁾ não foram observadas diferenças significantes nas 18 medidas cefalométricas realizadas nas imagens radiográficas e tomográficas de 11 pacientes, com exceção para as medidas Go-Me e Co-Gn.

Entretanto, no trabalho de Gribel et al.⁽²¹⁾ quando foram realizados cefalogramas em imagens radiográficas e imagens sintetizadas a partir de TCCB de 25 crânios secos, pode-se observar que houve um padrão nas alterações das medidas: as medidas obtidas de marcações no plano médio sagital foram uniformemente maiores na cefalometria 2D, enquanto que o comprimento mandibular (Co-Gn) permaneceu relativamente inalterado e o comprimento da face média (Co-A) foi menor na cefalometria 2D. Não foi observada diferença estatisticamente significativa nas medidas obtidas diretamente no crânio e nas obtidas a partir da TCCB. A diferença entre todas as medidas craniométricas e as medidas cefalométricas 2D foram estatisticamente significantes.

Nos resultados do estudo de Kumar et al.⁽¹²⁾ foi observada que das 17 medidas cefalométricas, 16 não apresentaram diferenças estatisticamente significante entre as modalidades.

Gribel et al.⁽²⁵⁾ quando compararam cefalogramas realizados em imagens de radiografia e imagens geradas a partir de TCCB de 13 pacientes, também constataram diferenças estatisticamente significantes entre os dois métodos. Igualmente, as medidas obtidas no cefalograma convencional e posteriormente corrigidas na sua magnificação também apresentam diferença estatisticamente significantes quando comparadas com as medidas obtidas da TCCB, com exceção

das estruturas localizadas no plano médio sagital. Entretanto, quando o algoritmo proposto no estudo é aplicado, as medidas da altura facial antero-inferior, comprimento maxilar e comprimento mandibular podem ser corrigidas de forma precisa.

Os autores concluem que com a aplicação do algoritmo em dados longitudinais de outros estudos de crescimento, valores normativos para cefalometria 3D podem ser obtidos sem a exposição de indivíduos não tratados à radiação⁽²⁵⁾.

Nalçaci et al.⁽²⁷⁾ avaliaram 14 medidas cefalométricas angulares em imagens radiográficas e tomográficas de 10 pacientes. Foram observadas diferenças estatisticamente significantes para 2 das 14 medidas.

Também para Olmez et al.⁽⁴⁾ foram observadas diferenças estatisticamente significantes nas medidas realizadas entre imagens de radiografias e em imagens geradas a partir de TCCBs obtidas de 13 crânios secos. Também houve diferença estatisticamente significativa entre as medidas obtidas fisicamente do crânio seco e as medidas obtidas da imagem em 2D. Entretanto, esses resultados não foram observados entre as medidas obtidas na imagem em 3D e nas medidas fisicamente obtidas do crânio seco. Segundo os autores a TCCB apresenta maior acurácia e imagens de melhor resolução para medições em estruturas de tecido duro do que as imagens utilizadas na cefalometria convencional 2D.

Igualmente para Ludlow et al.⁽⁵⁾, em que foram avaliadas a precisão na marcação de pontos cefalométricos por 5 observadores em 20 pacientes tanto na radiografia quanto na TCCB da cabeça, as imagens do cefalograma convencional apresentaram maior variabilidade que as imagens multiplanares em 13 amostras, aproximadamente iguais em 6 amostras e baixas variabilidades em uma amostra.

A identificação de pontos cefalométricos é significativamente mais precisa nas imagens multiplanares obtidas na CBCT do que nos cefalogramas convencionais, mesmo quando utilizada as definições tradicionais do cefalograma 2D⁽⁵⁾.

Para Yitschaky et al.⁽²²⁾ em 28 medidas registradas no cefalograma em 2D e comparadas com as mesmas medidas realizadas na imagem 3D em imagens obtidas de 10 crânios secos, para 4 destas medidas foram observadas diferenças estatisticamente significantes.

Para 21 medidas angulares e 12 lineares realizadas em cefalogramas em imagens radiográficas e tomográficas de 10 pacientes, Park et al.⁽³⁵⁾, observaram

diferenças estatisticamente e clinicamente significantes apenas para uma medida linear e para 3 medidas angulares.

Entretanto, para alguns autores como para Sotelo et al.⁽²⁸⁾, as medidas realizadas em cefalogramas de imagens geradas da TCCB apresentaram-se reprodutíveis e válidas quando comparadas com medidas obtidas de cefalogramas realizados em imagens de radiografias.

Também para Zamora et al.⁽⁹⁾ não foram observadas diferenças estatisticamente significantes em medidas angulares e lineares quando comparados cefalogramas realizados nas radiografias e em imagens geradas das tomografias. Fizeram parte dessa amostra 8 indivíduos que possuíam tanto uma radiografia lateral quanto uma TCCB da cabeça e nestas imagens foram localizados 17 pontos e realizadas 10 medidas angulares e 3 lineares.

Cattaneo et al.⁽³⁶⁾ também não observaram diferenças quando 3 observadores avaliaram 17 ângulos em 34 radiografias cefalométricas e em imagens sintetizadas da TCCB.

No trabalho de Vlijmen et al.⁽³⁰⁾, com uma amostra de 40 crânios secos 14 medidas cefalométricas foram aferidas 5 vezes pelo mesmo operador com intervalo de 1 semana entre as medições, a média destes valores foi utilizada para a análise estatística. Foram observadas diferenças estatisticamente significantes para 9 das 14 medidas cefalométricas. Porém, não há relevância clínica para a diferença nas medidas lineares e angulares entre os métodos. Para as medidas lineares a variação foi menor que 1 mm e para as medidas angulares a variação foi de 1,5° ou menos.

No trabalho de Van Vlijmen et al.⁽³²⁾ foram utilizadas imagens radiográficas e tomográficas realizadas em 40 crânios secos para a aferição de 12 medidas cefalométricas. O mesmo operador realizou as medidas 5 vezes com um intervalo de 1 semana entre elas. Diferença estatística entre as medidas realizadas nos modelos 3D e nas radiografias convencionais foram observadas em 7 das 12 medidas. Entretanto, para a maioria das medidas a diferença foi consideravelmente menor que o desvio padrão.

Na identificação de 20 pontos cefalométricos por 11 examinadores em imagens radiográficas e imagens geradas das TCCBs de 20 pacientes, não houve diferença estatisticamente significantes nas medidas entre as modalidades de imagem. Os autores concluem que a identificação dos pontos nos cefalogramas

gerados a partir da TCCB é comparável à realizada nos cefalogramas digitais convencionais⁽³⁷⁾.

A análise cefalométrica de 30 pacientes foram realizadas em imagens radiográficas e em imagens tomográficas com o auxílio do *software* Radiocef Studio 2 (Radio Memory Ltda., Belo Horizonte, MG, Brasil). Antes da identificação das 15 medidas lineares e 25 medidas angulares foi realizada a correção na proporção das imagens. A análise de Bland–Altman mostrou forte concordância entre as medidas do cefalograma convencional e as medidas do cefalograma realizado na imagem total e hemifacial sintetizada da TCCB⁽²⁶⁾.

Também para Ogawa et al.⁽³⁸⁾ não foram constatadas diferença estatisticamente significante entre as medidas realizadas no crânio seco e nas medidas das imagens da TCCB.

Segundo Delamare et al.⁽³⁴⁾, as diferenças observadas nos cefalogramas obtidos das radiografias convencionais e nos cefalogramas realizados nas imagens a partir da TCCB não foram estatisticamente significante, assim, esses métodos podem ser considerados equivalentes para aplicações clínicas e experimentais. Neste trabalho, 5 avaliadores avaliaram exames de 10 pacientes antes e após o treinamento profissional para a marcação dos pontos no programa Radiocef (RadioMemory, Belo Horizonte, Brasil).

A despeito do método utilizado para aquisição da imagem, os resultados apresentados nesse estudo indicam que o treinamento profissional deve ser priorizado para minimizar erros de interpretação associados à análise cefalométrica. Após o treinamento, houve uma redução na variação em 14 das 20 medidas utilizadas no estudo. A influência do treinamento profissional parece ser mais importante para melhorar a precisão do que o método de aquisição da imagem⁽³⁴⁾.

Para Grauer et al.⁽²³⁾ em que 46 cefalogramas foram traçados em imagens obtidas de radiografias e imagens sintetizadas a partir de TCCBs as diferenças encontradas não são significantes clinicamente. Entretanto, os autores ressaltam que para estudos longitudinais quando ambas as modalidades são utilizadas, pode-se considerar que o erro do método seja capaz de gerar diferenças clinicamente significantes, principalmente quando há o envolvimento do crescimento. A utilização de imagens obtidas da TCCB pode ser utilizada como uma ferramenta de diagnóstico, mas quando usada pra avaliar o tratamento em tempos diferentes é aconselhável obter exames sequenciais da mesma modalidade.

Levando-se em consideração os custos e o fato de que a dose de radiação da TCCB é significativamente mais alta que a dose da radiografia cefalométrica convencional, é improvável que valores de referência 3D tornem-se disponíveis para estudos do crescimento, assim como temos para a cefalometria 2D. Entretanto, as medidas 3D do mesmo paciente podem ser utilizadas antes e após o tratamento para observar as mudanças com o tratamento e no crescimento. O traçado 3D não é adequado para estudos longitudinais nos casos em que somente existam exames 2D do paciente no passado⁽²¹⁾.

De acordo com a Comissão Internacional de Proteção em Radiologia as imagens utilizadas rotineiramente para o diagnóstico ortodôntico, tais como, radiografia panorâmica, radiografia lateral da cabeça e radiografia pósterio-anterior envolvem uma dose de radiação entre 25 mSv e 35 mSv, enquanto que a TCCB envolve uma dose em torno de 68 mSv à 1073 mSv⁽³⁹⁾.

Dessa forma, em consideração aos riscos associados à radiação, a TCCB não deve ser recomendada, a menos que, as informações adicionais possam esclarecer dados para o diagnóstico, planejamento e trazer melhores resultados no tratamento^(24,27,39).

Quando comparamos as medidas cefalométricas realizadas nas radiografias e nas imagens geradas TCCBs os resultados diferem para inúmeros estudos, ou seja, alguns não apresentaram diferenças entre os métodos, entretanto, outros constataram diferenças significativas. Dessa forma, não podemos determinar se essas medidas são semelhantes quando realizadas nos dois métodos. Inúmeras variáveis estão envolvidas na metodologia dos trabalhos citados e acredita-se que este seja o motivo das diferenças nos resultados.

Rossini et al.⁽²⁰⁾ também concluíram desta forma quando se propuseram a fazer uma revisão de literatura sobre a análise cefalométrica 3D obtida da TCCB. Os autores revisaram todos os artigos sobre esse assunto até o ano de 2011, ao todo 27 artigos foram incluídos no estudo. Para estes autores, existe um número limitado de estudos que avaliam a precisão das medidas cefalométricas e a validade na marcação de pontos de referência na TCCB. Os estudos descrevem diferentes pontos de identificação e medidas o que impede uma comparação direta entre eles. Para se obter dados consistentes e reprodutíveis das imagens tridimensionais é mandatório que se tenha um protocolo para o treinamento e calibração do operador.

Tendo em vista os custos, a dose de radiação e a falta de concordância entre as medidas realizadas nas imagens radiográficas e as imagens geradas a partir da TCCB, assim como o resultado encontrado no presente trabalho, sugere-se que seja utilizada a mesma forma de imagem para avaliar as características crâniofaciais do paciente, avaliar o seu desenvolvimento e crescimento, assim como, avaliar os tratamentos realizados e resultados de forma precisa e segura.

7 CONCLUSÃO

A reprodutibilidade intra-avaliadores e interavaliadores foi excelente para os dois métodos e para as medidas cefalométricas avaliadas, com exceção da medida Nperp-Pog para o avaliador 2.

As medidas para as imagens sintetizadas a partir da TCCB apresentaram melhor reprodutibilidade tanto intra-avaliadores quanto interavaliadores,

A comparação de medidas cefalométricas, seguindo o delineamento do presente estudo, não mostrou similaridade entre os dois métodos avaliados.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Broadbent B. H. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthodontist*. 1931; 1: 45-66.
2. Chien PC, Parks ET, Eraso F, Hartsfield JK, Roberts WE, Ofner S. Comparison of reliability in anatomical landmark identification using two-dimensional digital cephalometrics and three-dimensional cone beam computed tomography *in vivo*. *Dentomaxillofac Radiol*. 2009; 38: 262-273.
3. Vilella OV. *Manual de Cefalometria*. 3.ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2009.
4. Olmez H, Gorgulu S, Akin E, Bengi AO, Tekdemir İ, Fatih O. Measurement accuracy of a computer-assisted three-dimensional analysis and a conventional two-dimensional method. *Angle Orthod*. 2011; 81 (3): 375-382.
5. Ludlow JB, Gubler M, Cevidanes L, Mol A. Editor's Summary and Q&A: Precision of cephalometric landmark identification: Cone-beam computed tomography vs. conventional cephalometric views. *Am. J Orthod Dentofacial Othop*. 2009; 136 (3): 1-17.
6. Yamoto K, Ueno K, Seo K, Shinohara D. Development of dento-maxillofacial cone beam X-ray computed tomography system. *Orthod Craniofac Res*. 2003; 6: 160-162.
7. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Tinazzi Martini P, Bergamo Andreis I. A. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique preliminary results. *Eur Radiol*. 1998; v.8 (9): 1558-1564.
8. Garib DG, Raymundo JrR, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2007; 12 (2):139-156.
9. Zamora N, Llamas JM, Cibrián R, Gandia JL, Paredes V. Cephalometric measurements from 3D reconstructed images compared with conventional 2D images. *Angle Orthod*. 2011; 81 (5): 856-864.
10. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006; 72 (1): 75-80.
11. Kumar V, Ludlow JB, Mol A, Cevidanes L. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2007; 36: 263–269.
12. Kumar V, Ludlow JB, Cevidanes L, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod*. 2008; 78 (5):873–879.
13. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004; 19: 228-231.
14. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol*. 2004; 33: 291-294.
15. Loubelle M, Assche NV, Carpentier K, Maes F, Jacobs R, Steenberghe DV, Suetens P. Comparative localized linear accuracy of small-field cone beam CT and multislice CT for alveolar bone measurements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008; 105: 512-518.

16. Loubelle M, Guerreiro ME, Jacobs R, Suetens P, Steenberghe DV. A comparison of jaw dimensional and quality assessments of bone characteristics with cone- beam CT, spiral tomography, and multi-slice spiral CT. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007; 22: 446-454.
17. Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007; 103: 534-542.
18. Pinsky HM, Dyda S, Pinsky RW, Misch KA, Sarment DP. Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2006; 35: 410-416.
19. De Vos W, Casselman J, Swennen G. Cone-Beam computerized tomography (CBCT) imaging of de oral and maxillofacial region: A systematic review of the literature. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*. 2009; 38: 609-625.
20. Rossini G, Cavallini C, Casseta M, Barbato E. 3D Cephalometric analysis obtained from computed tomography. Review of the literature. *Annali se Stomatologia*. 2011; II (3-4): 31-39.
21. Gribel BF, Gribel MN, Frazão DC, McNamara JrJA, Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod*. 2011; 81 (1): 26-35.a
22. Yitschaky O, Redlich M, Abed Y, Faerman M, Casap N, Hiller N. Comparison of common hard tissue cephalometric measurements between computed tomography 3D reconstruction and conventional 2D cephalometric images. *Angle Orthod*. 2011; Jan; 81 (1): 11-16.
23. Grauer D, Cevidanes L, Styner M, Heulfe I, Harmon E, Zhu H, Proffit W. Accuracy and landmark error calculation using cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Angle Orthod*. 2010; 80 (2): 286-294.
24. Oz U, Orhan K, Abe N. Comparison of linear and angular measurements using two-dimensional conventional methods and three-dimensional cone beam CT images reconstructed from a volumetric rendering program *in vivo*. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011; 40: 492–500.
25. Gribel BF, Gribel MN, Manzi FR., Brooks SL, McNamara JrJA. From 2D to 3D: an algorithm to derive normal values for 3-dimensional computerized assessment. *Angle Orthod*. 2011; 81 (1): 3-10. b
26. Liedke GS, Delamare EL, Vizzotto MB, Silveira HID, Prietsch JR, Dutra V, Silveira HED. Comparative study between conventional and cone beam CT-synthesized half and total skull cephalograms. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012; 41: 136–142.
27. Nalçacı R, Öztürk F, Sökücü O. A comparison of two-dimensional radiography and three-dimensional computed tomography in angular cephalometric measurements. *Dentomaxillofac Radiol*. 2010; 39: 100–106.
28. Sotelo LRR, Almeida S, Ambrosano GM, Bóscolo F. Validity and reproducibility of cephalometric measurements performed in full and hemifacial reconstructions derived from cone beam computed tomography. *Angle Orthod*. 2012; 84 (3): 1-6.
29. Damstra J, Fourie Z, Slater JJRH, Ren Y. Reliability and the smallest detectable difference of measurements on 3-dimensional cone-beam computed tomography images. *Am. J Orthod Dentofacial Othop*. 2001; 140 (3): 107-e114.
30. Van Vlijmen OJ, Bergé SJ, Swennen GR, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman AM. Comparison of cephalometric radiographs obtained from cone-beam computed tomography scans and conventional radiographs. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009; 67: 92-97.

31. Moshiri M, Scarfe W, Hilgers M, Scheetz J, Silveira A, Farmanf A. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 132 (4): 550-560.
32. Van Vlijmen OJ, Maal T, Berge S J, Bronkhorst EM, Katsaros C, Kuijpers-Jagtman A. A comparison between 2D and 3D cephalometry on CBCT scans of human skulls. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2010; 39: 156–160.
33. Cevidanes L, Oliveira A, Motta A, Phillips C, Burke B, Tyndall D. Head Orientation in CBCT-generated Cephalograms. *Angle Orthod.* 2009; 79 (5): 971-977.
34. Delamare E, Liedke G, Vizzotto M, Silveira H, Ribeiro J, Silveira HE. Influence of a programme of professional calibration in the variability of landmark identification using cone beam computed tomography-synthesized and conventional radiographic cephalograms. *Dentomaxillofacial Radiology.* 2010; 39: 414–423.
35. Park C, Park J, Kim H, Han S, Jeong H, Park H. Comparison of conventional lateral cephalograms with corresponding CBCT radiographs. *Imaging Sci Dent.* 2012; 42 : 201-5.
36. Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D, Hjortshøj M, Melsen B. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Am. J Orthod Dentofacial Othop.* 2008; 134 (6): 798-802.
37. Chang Z, Hu F, Lai E, Yao C, Chen M, Chenc Y. Landmark identification errors on cone-beam computed tomography-derived cephalograms and conventional digital cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 140:e289-e297.
38. Ogawa N, Miyazaki Y, Kubota M, Huang J, Miller A, Maki K. Application of cone beam CT 3D images to cephalometric analysis. *Orthodontic Waves.* 2010; 69:138-150.
39. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64 row CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106: 930–8.

ANEXOS

ANEXO A – CARTA DE APROVAÇÃO PELA COMISSÃO CIENTÍFICA E DE ÉTICA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA PUCRS.



Comissão Científica e de Ética Faculdade da Odontologia da PUCRS

Porto Alegre 29 de junho de 2012

O Projeto de: Dissertação

Protocolado sob nº: 0030/12
Intitulado: Avaliação de medidas cefalométricas em imagens obtidas a partir de radiografia lateral e tomografia computadorizada cone beam
Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Eduardo Martinelli S. de Lima
Pesquisadores Associados: Niége Michelle Lazzari de Onofre
Nível: Dissertação / Mestrado

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 29 de junho de 2012.

Este projeto deverá ser imediatamente encaminhado ao CEP/PUCRS.

Profa. Dra. Ana Maria Spohr
Coordenadora da Comissão Científica e de Ética da
Faculdade de Odontologia da PUCRS

ANEXO B – CARTA DE APROVAÇÃO PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUCRS.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL - PUC/RS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação de medidas cefalométricas em imagens obtidas a partir de radiografia lateral e tomografia computadorizada cone beam;

Pesquisador: Eduardo Martinelli Santayana de Lima

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 06635112.4.0000.5336

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC/RS

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 140.666

Data da Relatoria: 05/10/2012

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo observacional no qual serão analisadas e comparadas imagens de RX (cefalograma - 20 RX) e tomografia computadorizada de feixe cônico (20) arquivo da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da PUCRS.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar se as medidas cefalométricas obtidas no cefalograma a partir da radiografia lateral da cabeça são compatíveis com as medidas obtidas no cefalograma realizado na imagem gerada a partir da TCCB. Dessa forma, determinar a aplicabilidade da tomografia computadorizada de feixe cônico para a análise cefalométrica comumente utilizada na ortodontia.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Risco mínimo, pois serão utilizadas imagens de RX e CT armazenadas em um banco de imagens da Faculdade de Odontologia.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de pesquisa adequado do ponto de vista metodológico.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos documentos foram devidamente apresentados.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto de pesquisa adequado do ponto de vista ético.

Endereço: Av. Ipiranga, 6681

Bairro:

CEP: 90.619-900

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)320-3345

Fax: (51)320-3345

E-mail: cep@pucrs.br