



UFRRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA E IMAGINOLOGIA

**AVALIAÇÃO DA REPRODUTIBILIDADE NA IDENTIFICAÇÃO DE
PONTOS ANATÔMICOS OBTIDOS EM TELERRADIOGRAFIAS
FRONTAIS DE CRÂNIOS SECOS COM E SEM IDENTIFICADORES
METÁLICOS**

Rafael Chies Hartmann

Porto Alegre

Outubro – 2016

**MONOGRAFIA
CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA
E IMAGINOLOGIA

**AVALIAÇÃO DA REPRODUTIBILIDADE NA IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS
ANATÔMICOS OBTIDOS EM TELERRADIOGRAFIAS FRONTAIS DE
CRÂNIOS SECOS COM E SEM IDENTIFICADORES METÁLICOS**

RAFAEL CHIES HARTMANN

Orientadora: Prof^a. Dr^a. NÁDIA ASSEIN ARÚS

Monografia apresentada como requisito obrigatório para a obtenção do título de especialista em Radiologia Odontológica e Imaginologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre
2016

CIP - Catalogação na Publicação

Hartmann, Rafael Chies Avaliação da reprodutibilidade na identificação de pontos anatômicos obtidos em telerradiografias frontais de crânios secos com e sem identificadores metálicos / Rafael Chies Hartmann. -- 2016. 35 f.

Orientadora: Nádia Assein Arús.

Coorientadora: Priscila Fernanda da Silveira.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Radiologia Odontológica e Imaginologia, Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. reprodutibilidade. 2. cefalometria. 3. pontos anatômicos. 4. diagnóstico por imagem. I. Arús, Nádia Assein, orient. II. da Silveira, Priscila Fernanda, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais **Iliane Chies Hartmann** e **Martim Darlei Hartmann**, por sempre abrirem mão de seus sonhos em detrimento dos meus, transformando minha caminhada menos penosa.

À minha irmã **Tatiana Hartmann Biasi** e meu cunhado **Edson Larry Biasi**, pelo companheirismo e por poder contar com vocês sempre que preciso.

À **Prof^a. Priscila Fernanda da Silveira** por toda a ajuda, ensinamentos e paciência durante todo o curso, e especialmente durante a construção deste trabalho.

À minha orientadora **Prof^a. Dr^a. Nádía Assein Arús** por todos os ensinamentos e desafios propostos. Sua dedicação à docência é motivo de admiração e inspiração.

Aos demais professores do curso de especialização: **Prof.^a Dr.^a Heloisa Emília Dias da Silveira; Prof. Dr. Heraldo Luís Dias da Silveira** e **Prof.^a Dr.^a Mariana Vizzotto**, muito obrigado por todo tempo dedicado e todos os conhecimentos compartilhados.

A todos os colegas amigos desta turma de **especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia – UFRGS**, muito obrigado pela parceria, risadas e trocas de conhecimento. A caminhada foi muito mais divertida com vocês.

Aos demais professores e funcionários da Faculdade de Odontologia da UFRGS.

Obrigado a todos que de alguma forma contribuíram com o meu crescimento profissional e pessoal que me transformaram na pessoa que sou hoje. Vida longa e próspera a todos.

RESUMO

Cefalogramas posteroanteriores (PA) são importantes ferramentas para o diagnóstico, planejamento e tratamentos ortodônticos, ortopédicos faciais e cirúrgicos. Devido à grande variação nas marcações de pontos cefalométricos há a necessidade de calibração dos examinadores. Este estudo *in vitro* avaliou comparativamente as medidas cefalométricas realizadas em telerradiografias frontais de crânios secos com e sem identificadores metálicos nos pontos anatômicos de interesse. Para isso foram utilizados 10 crânios secos e realizadas 20 telerradiografias divididas em dois grupos: 10 com (padrão-ouro) e 10 sem identificadores metálicos nos pontos anatômicos. Um avaliador, treinado e calibrado, realizou as marcações dos pontos. A fim de verificar a reprodutibilidade do examinador foi realizado o cálculo do índice de correlação intraclasse em medições realizadas nos crânios sem marcadores. Para verificar diferenças entre as medidas com e sem marcadores foi utilizado o teste estatístico de Bland & Altman. Pode ser observado que houve índices de concordância entre medições consecutivas realizadas pelo mesmo avaliador bastante elevados. Quando estas mesmas medidas são comparadas com o padrão-ouro (com marcadores metálicos) esta concordância não se confirma. Em conclusão, embora marcações realizadas em cefalometrias PA possam ser reprodutíveis elas podem não estar representando os corretos valores do exame e sim, apenas erros métricos sistemáticos.

Palavras-chave: reprodutibilidade, cefalometria, pontos anatômicos, diagnóstico por imagem.

ABSTRACT

Posteroanterior (PA) Cephalograms are important tools for diagnosis, planning and treatments in dentistry. Because of the wide variation in markings of cephalometric points there is the need for calibration of the examiners. This in vitro study evaluated comparatively cephalometric measurements in frontal radiographs of dry skulls with and without metal markers on interest anatomical points. For this, it was used 10 dry skulls and made 20 radiographs divided into two groups: 10 with (gold standard) and 10 without metal markers on anatomical points. A trained and calibrated evaluator made the markings of the points. In order to verify the reproducibility of the examiner was calculated the intraclass correlation coefficient. To verify differences between the measurements with and without markers was used Bland and Altman statistical test. It can be seen that there was high concordance index between consecutive measurements performed by the same examiner. When these same measures are compared with the gold standard this agreement is not confirmed. In conclusion, although markings made in PA cephalometries can be reproducible they may not be representing the correct values of the exam but only systematic metric errors.

Keywords: reproducibility, cephalometry, anatomical points, imaging diagnosis.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	06
2. REVISÃO DE LITERATURA	08
2.1 Erros de aquisição	10
2.2 Erros de identificação dos pontos anatômicos e medições lineares	11
2.3 Variação intra e interexaminadores	13
3. OBJETIVO	15
4. ARTIGO	16
5. REFERÊNCIAS	32
6. ANEXO	35

1. INTRODUÇÃO

As cefalometrias são métodos amplamente utilizados na Odontologia e são fundamentais para o diagnóstico, planejamento e tratamentos ortodônticos, ortopédicos faciais e cirúrgicos. São determinadas através da marcação de pontos anatômicos em imagens de telerradiografias cranianas laterais ou frontais. A partir das relações entre esses pontos são realizadas mensurações de grandezas lineares e angulares. (COLOMBINI, NETO, PANIAGUA, 2002).

De maneira geral, previamente ao tratamento ortodôntico, cefalometrias laterais são solicitadas na quase totalidade dos casos. Já as cefalometrias frontais são pouco utilizadas, sendo substituídas por fotografias e exames clínicos. Entretanto, estes recursos apenas fornecem informações a respeito de tecidos moles. Maloclusões e deformidades dentofaciais são constituídas por condições ou patologias tridimensionais que podem atingir também os tecidos duros, e para tanto, devem ser analisadas em todos os planos. Sendo assim, torna-se necessária a realização de exame radiográfico posteroanterior para a visualização e análise de todas as estruturas (ATHANASIOU e VAN DER MEIJ, 1995).

Comumente, quando observadas assimetrias faciais em exame clínico e em fotografias são solicitadas as telerradiografias frontais pois essas, evidenciam os acidentes anatômicos nos planos vertical, transversal e sagital, além de permitirem comparações de estruturas bilaterais como assimetrias faciais, mordidas cruzadas dentárias e ou ósseas, deslocamentos mandibulares, entre outras (ATHANASIOU e VAN DER MEIJ, 1995).

Em razão de sobreposições, verifica-se dificuldade na identificação dos pontos cefalométricos pelo profissional. Este fato pode gerar erros nas medidas e ângulos obtidos no exame (SATHER, 1963; EL-MANGOURY, SHAHEEN e MOSTAFA, 1987; GIL e MÉDICI FILHO, 1997). Além disso, outros erros podem ocorrer durante a aquisição do exame, as medições de ângulos e raios, bem como, variações intra e interexaminadores (GIL e MÉDICI FILHO, 1997; YOON, *et al.*, 2002; LEONARDIA, ANNUNZIATAB e CALTABIANOC, 2008).

2. REVISÃO DE LITERATURA

A cefalometria radiográfica é a mensuração de grandezas lineares e angulares realizadas em radiografias extrabucais do crânio em norma lateral ou frontal chamadas telerradiografias (COLOMBINI, NETO, PANIAGUA, 2002). Sua origem vem da antropologia e da arte, pois além de Hipócrates (460-375 a.C.) que deixou numerosas descrições de variações na forma dos crânios, parece caber a Leonardo da Vinci (1452-1519) os primeiros estudos métricos da cabeça, estabelecendo proporções entre linhas e segmentos. Posteriormente, trabalhos de Camper e von Ihering definiram linhas para medições craniométricas que foram transferidas para os estudos cefalométricos. (MOYERS, 1991)

Em 1931 Holfrath publicou um trabalho clássico onde descreve o cefalostato, sua técnica radiográfica e análises cefalométricas. No entanto, é Broadbent (1931), considerado o pai da cefalometria radiográfica, aperfeiçoa o cefalostato, e publica a nova técnica com aplicação na ortodontia (PEREIRA, MUNDSTOCK, BERTHOLD, 1998; UCHIDA, MARTINS, 2000). Sua aplicação, inicialmente, limitou-se ao estudo do crescimento facial em crianças, pela possibilidade de uma avaliação seriada (COSTA, 1981).

Moyers (1991) definiu cefalometria como a técnica que consiste em resumir as complexidades da cabeça do ser humano dentro de um esquema geométrico, realizando medidas de distâncias e ângulos para serem comparadas com padrões populacionais, modelos ou valores iniciais individuais. Em consequência surgem análises, prognósticos, estabelecimento de tipos faciais, estimativas de desenvolvimento e resultados de tratamentos. Outra importante função da cefalometria é facilitar a comunicação entre os profissionais, pois

elimina definições subjetivas interpretadas por diferentes observadores (PEREIRA, MUNDSTOCK, BERTHOLD, 1998).

O desenho que conduz ao estudo que se deseja fazer na telerradiografia é chamado de cefalograma. Este compreende o registro das estruturas anatômicas, demarcação de pontos cefalométricos e traçado de linhas de orientação. Quando é realizado sobre uma telerradiografia de perfil, obtém-se um perfilograma, nos quais são analisadas as estruturas no sentido antero-posterior e vertical. As radiografias frontais, ou posteroanteriores, originam frontogramas, onde se estudam as estruturas no sentido transversal e vertical. Através de análises populacionais, diferentes autores determinam padrões de normalidade a fim de qualificar e quantificar possíveis anomalias, e assim, permitir que sejam determinadas as melhores condutas clínicas a serem tomadas (RICHARDSON, 1966; PEREIRA, MUNDSTOCK, BERTHOLD, 1998).

De maneira geral, previamente ao tratamento ortodôntico, cefalometrias laterais são solicitadas na quase totalidade dos casos. Já as cefalometrias frontais são pouco utilizadas, sendo substituídas por fotografias e exames clínicos. Entretanto, quando assimetrias faciais são observadas no exame clínico, há a necessidade da realização de telerradiografias posteroanteriores pois estas fornecem informações a respeito das relações verticais, transversais e sagitais das estruturas que ficam sobrepostas nas incidências de perfil. Além disso permitem a comparação entre o lado direito e o esquerdo do paciente, aprimorando o diagnóstico em outro sentido de imagem (ATHANASIOU e VAN DER MEIJ, 1995).

Em razão de sobreposições, verifica-se dificuldade na identificação dos pontos cefalométricos pelo profissional que podem gerar erros nas medidas e

ângulos obtidos no exame (SATHER, 1963; EL-MANGOURY, SHAHEEN e MOSTAFA, 1987; GIL e MÉDICI FILHO, 1997). Além disso, outros erros podem ocorrer durante a aquisição do exame, as medições de ângulos e raios, bem como, variações intra e interexaminadores (GIL e MÉDICI FILHO, 1997; YOON, *et al.*, 2002; LEONARDIA, ANNUNZIATAB e CALTABIANOC, 2008).

2.1 Erros de aquisição

A cefalometria radiográfica é toda baseada em imagens obtidas por meio de projeções radiográficas do complexo craniofacial do paciente. Sua qualidade depende de inúmeros fatores, tais como tempo de exposição, potência do aparelho, revelação da radiografia, densidade óssea (YEN, 1960; RUDOLPH, SINCLAIR, COGGINS, 1998).

As telerradiografias frontal são executadas com maior distância foco-objeto (1,52m), do que a usual em radiografias extrabucais de perfil normais (1,0m). O objetivo de aumentar essa distância é permitir medições de planos e ângulos o mais corretamente possível, pois com a ampliação da distância objeto-foco, reduz-se a um mínimo a diferença entre dois pontos localizados na terceira dimensão, um distante e outro próximo ao foco (PASLER, 1999). Segundo Moyers (1991), a correta tomada radiográfica de telerradiografia frontal exige que o paciente seja posicionado em um cefalostato, com a face voltada para o filme ou sensor, com plano de Frankfurt paralelo ao solo e em oclusão normal, isto é, cêntrica.

Esses cuidados no posicionamento são exigidos para obtenção de padronização do exame. Yooh *et al.*, em 2002, verificaram que variações de apenas 1° de rotação do crânio para qualquer um dos lados alteram todas as

marcações dos pontos cefalométricos. Neste estudo utilizaram-se 20 crânios que foram telerradiografados posteroanteriormente variando a rotação 1° da cabeça até um limite de 10° para ambos os lados. Em análise estatística observou-se que todos os pontos variaram, em sentido lateral, significativamente ($p < 0,001$).

Fato este, observado também por Malkoc *et al.*, 2005, que comprovou que variações na rotação da cabeça para ambos os lados, alteram sensivelmente as medições cefalométricas realizadas. Neste estudo realizaram telerradiografias posteroanteriores de um crânio rotando-o 2° a cada incidência até uma rotação máxima de 14°, para ambos os lados. Compararam as medições lineares e angulares. Revelou-se que as medições lineares apresentaram diferença estatística significativa quando comparadas as medições realizadas no crânio sem rotação. Já nas grandezas angulares, apesar de apresentarem diferenças com o exame sem rotação, essa diferença não foi estatisticamente significativa.

2.2 Erros de identificação dos pontos anatômicos e medições lineares

Rudolph, Sinclair e Coggins (1998) relataram que a acuidade visual humana pode resultar em erro na identificação dos pontos anatômicos, assim como métodos diferentes de obtenção da cefalometria radiográfica podem interferir na localização destes.

O método convencional utiliza um papel transparente sobre a radiografia para determinação dos pontos e construção de planos e linhas de orientação, a partir dos quais, com auxílio de régua e transferidores, realizam-se as medições. No entanto, essa forma manual de obtenção dos dados possibilita ao operador introduzir o erro em cada fase e transferi-lo para a próxima etapa do

trabalho (BATTAGEL, 1993; ALBUQUERQUE, ALMEIDA, 1998; RUDOLPH, SINCLAIR, COGGINS, 1998).

No método semiautomático, os pontos exigidos pelo *software* são marcados pelo operador com auxílio de uma mesa digitalizadora ou com *mouse*, reduzindo assim, algumas etapas e evitando a transferência de erros (ALBUQUERQUE, ALMEIDA, 1998; RUDOLPH, SINCLAIR, COGGINS, 1998).

Ongkosuwito *et al.* (2002) compararam medições cefalométricas realizadas com os métodos analógico e digital utilizando duas resoluções de figura diferentes, 300 e 600 DPI. Concluíram que a resolução de 300 DPI é suficiente para escanear radiografias cefalométricas comparáveis com o método analógico.

Major *et al.* (1994) compararam as amostras de 33 radiografias pósterio-anteriores de crânios secos e 25 de pacientes. Observaram que há maior diferença nas marcações de pontos cefalométricos em cefalogramas frontais realizadas em pacientes quando comparadas as realizadas em crânios secos. Verificaram que há interferência da presença de tecidos moles na correta localização de pontos anatômicos.

2.3 Variação intra e interexaminadores

Martins *et al.* (1995) mostraram que a experiência do examinador não pode ser considerada um fator relevante para a redução do erro casual (variabilidade que as mensurações de certas medidas cefalométricas apresentam em relação às suas médias) e sistemático (quando a grandeza medida é subestimada ou superestimada) nas análises cefalométricas de Steiner e Ricketts pelos métodos convencional ou computadorizado. Os autores

ressaltaram que todo trabalho científico, utilizando o método cefalométrico, deveria incluir mensurações duplicadas e uma análise de erro, para inferir seus resultados com validade e precisão.

Com a finalidade de solucionar erros nas medições e calibrar os avaliadores, foi desenvolvido um software de treinamento. Neste estudo verificou-se melhora na acuidade das marcações realizadas por estudantes e ortodontistas em cefalometrias laterais (SILVEIRA *et al.*, 2009).

De acordo com Stabrun e Danielsen (1982); Lau, Cooke e Hägg (1997); Silveira, Silveira e Dalla-Bona (2000), os erros na identificação de pontos quanto nas medições angulares e lineares ocorrem em razão da concepção individual na definição e percepção dos pontos anatômicos.

No estudo de Lau, Cooke e Hägg (1997), foram avaliados 18 ângulos e 9 medidas lineares, realizadas em 30 telerradiografias por 4 examinadores, dos quais 2 eram alunos de pós-graduação em Ortodontia e 2 eram alunos de pós-graduação em Cirurgia Bucomaxilofacial. O erro intraexaminador foi muito pequeno para todos os 4 examinadores. No entanto, foi verificada grande variabilidade entre os dois grupos nas medidas cefalométricas estudadas.

Resultados similares foram obtidos por Major *et al.* (1994), que avaliaram a reprodutibilidade intra e interexaminador para 52 pontos cefalométricos identificados em 33 radiografias pósterio-anteriores de crânios secos e 25 de pacientes, e obtiveram um erro mais significativo na análise interexaminador.

Bajaj *et al.*, 2011, avaliaram a capacidade de reprodução de marcações de pontos cefalométricos em 9 telerradiografia frontais intra e interexaminadores. Houve variações de até 1,5 mm entre as marcações com intervalo de 2 semanas

para um mesmo avaliador e entre os avaliadores. Nenhuma diferença estatística entre as variações dos pontos cefalométricos marcados pode ser observada.

Verifica-se, pela literatura pesquisada, que a cefalometria não é uma ferramenta tão precisa, pois erros significantes estão presentes nas medidas obtidas pelo mesmo ou diferentes examinadores (STEINER, 1953; YEN, 1960; RUDOLPH, SINCLAIR, COGGINS, 1998; SILVEIRA, SILVEIRA, DALLA-BONA, 2000; CUNHA, CASTILHO, MÉDICI, 2002; ONGKOSUWITO *et al.*, 2002; SILVEIRA, 2003). Desta forma, faz-se necessário um maior controle dos erros implicados na identificação dos pontos cefalométricos.

Uma das formas de verificação da marcação dos pontos cefalométricos mais confiáveis é a utilização de crânios secos com marcadores metálicos. Estes marcadores apontam claramente as estruturas anatômicas de interesse e permitem a marcação precisa, evitando erros métricos sistemáticos. Observa-se uma grande diferença nas marcações realizadas pelos avaliadores em comparação com as imagens com marcadores metálicos (TRPKOVA *et al.*, 2003; MALKOC *et al.*, 2005).

Devido a essas variações, o presente estudo busca avaliar a reprodutibilidade da identificação de determinados pontos anatômicos cefalométricos frontais por um examinador calibrado, utilizando como padrão ouro a marcação destes, com esferas metálicas diretamente nos crânios secos estudados.

3. OBJETIVO

Comparar os resultados de medidas cefalométricas obtidas de cefalogramas posteroanteriores de crânios secos com e sem identificadores metálicos dos pontos anatômicos reais, realizadas por um examinador treinado e calibrado.

4. ARTIGO

Assessment of reproducibility in the identification of anatomical landmarks obtained from posteroanterior cephalogram of dry skulls with and without metal markers

Formatado segundo as normas do periódico *Dentomaxillofacial Radiology*, fator de impacto 1,92 e classificação A1 segundo a Capes.

Assessment of reproducibility in the identification of anatomical landmarks obtained from posteroanterior cephalogram of dry skulls with and without metal handles markers

Rafael Chies Hartmann DDS, MsC; Priscila Fernanda da Silveira DDS, MsC; Heraldo Luis Dias da Silveira DDS, MsC, PhD; Heloísa Emília Dias da Silveira DDS, MsC, PhD; Nádia Assein Arús DDS, MsC, PhD.

Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil

Corresponding Author:

Rafael Chies Hartmann

Federal University of Rio Grande do Sul

2492 Ramiro Barcelos Street, 5th floor, Radiology Department

CEP 90035-003

Porto Alegre, RS, Brazil

Phone: +55 51 33085199

E-mail: rafaelhart@gmail.com

Assessment of reproducibility in the identification of anatomical landmarks obtained from posteroanterior cephalogram of dry skulls with and without metal markers

Abstract

Posteroanterior (PA) Cephalograms are important tools for diagnosis, planning and treatments in dentistry. Because of the wide variation in markings of cephalometric points there is the need for calibration of the examiners. This in vitro study evaluated comparatively cephalometric measurements in frontal radiographs of dry skulls with and without metal markers on interest anatomical points. For this, it was used 10 dry skulls and made 20 radiographs divided into two groups: 10 with (gold standard) and 10 without metal markers on anatomical points. A trained and calibrated evaluator made the markings of the points. In order to verify the reproducibility of the examiner was calculated the intraclass correlation coefficient. To verify differences between the measurements with and without markers was used Bland and Altman statistical test. It can be seen that there was high concordance index between consecutive measurements performed by the same examiner. When these same measures are compared with the gold standard this agreement is not confirmed. In conclusion, although markings made in PA cephalometries can be reproducible they may not be representing the correct values of the exam but only systematic metric errors.

Keywords: reproducibility, cephalometry, landmarks, anatomical points, imaging diagnosis.

Introduction

Posteroanterior (PA) cephalograms are used in dentistry as an important diagnostic tool. Are based on specific anatomical landmarks that have to be marked on the radiographic image. Measurements of length and angles of horizontal and vertical reference lines allow the evaluation of symmetries dentofacial¹⁻⁵.

Due to superposition, there is difficulty in identifying cephalometric points that can cause errors in exam and diagnostic obtained^{2,6}. Some points like intersections of lines or zones with high contrast are easier to be marked than others, and may alter the precision of pointing. Because of that has been shown a large difference between intra and interexaminers markings cephalometric points^{2,6,7}.

One of the most reliable verification forms of marking of cephalometric points is in dry skulls with metallic markers. These indicates the interest anatomical structures correctly, marking precise and avoiding systematic metric errors⁸⁻¹⁰.

Based on that, the purpose of this study was to identify if measurements in posteroanterior cephalograms made by a trained and calibrated examiner are the same when performed in dry skulls with and without metallic markers in the anatomical interest structures.

Materials and Methods

This study was approved by Federal University of Rio Grande do Sul Ethics and Research Committees (protocol 289/08). For this experiment were used 10 dry skulls from Federal University of Rio Grande do Sul collection, without visible damage or gross asymmetries in maxilla and mandible.

Which skull were telerradiographed in posteroanterior sense. Were made two radiographic incidences in each skull: one without and other with metallic markers (steel balls with 1mm of diameter fixed with wax) on interest anatomical points. Figure 1 presents the anatomical landmarks and used in this study. Based on these points cephalometric factors were measured. Cephalometric factors are described on Table 1.

The skulls with fixed jaws were stabilized with the aid of cephalostat for maintain standardized position for exposure. Radiographs were made in cephalometric machine (Rotograph Plus, Washington, USA); set with 65 kVp, 10 mA, 0.4s of incidence. The film-source distance was fixed at 1.52 m. Films were processed in automatic machine (Dent-X, Philips, Amsterdam, Netherlands), and them scanned (Scanner Scanjet G4050, Hewlett-Packard Company, California, USA) with 300 dpi. For identification of points and performing the cephalometric analysis was used Radiocef[®] software (Radio Memory Ltda., Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil).

Calibration of the examiner was verified through the comparison of two consecutive measurements, on without radiographic markers, with an interval of 15 days between them. Intraexaminer reliability was evaluated using the Intraclass Correlation Coefficient (ICC).

The examiner then performed markings at first, in the skulls without markers and then on the images of the markers. To verify the differences between the measurements made by the examiner compared to gold standard (radiographs with markers) was performed Bland & Altman statistical test¹¹. SPSS software (21.0 version, IBM Corp, Somers, NY, USA) was employed in all statistical analysis.

Results

Intraclass Correlation Coefficient results are presented on table 1. The agreement was interpreted as follows intervals: 0-0.2: poor; 0.3-0.4: fair; 0.5-0.6: moderate; 0.7-0.8: good; or >0.8: excellent¹². Based on it, all values are excellent, except right maxillomandibular width that have 0.769, a good agreement of correlation.

Bland&Altman plots of all factors analyzed are presented on figure 2. Graphics show the standard deviation (SD) of differences, ± 1.96 of the mean from de SD, and repeatability coefficient.

Discussion

Posteroanterior cephalograms are used in Odontology for quantitative and qualitative evaluations of craniofacial alterations. Show anatomical accidents in vertical, transverse and sagittal planes. Enable bilateral comparisons and provide important information before and after surgeries and orthodontics treatments^{1-5,10,13}.

Several studies have shown that there is great variability in the marking in PA cephalograms. This fact may be related to errors during the acquisition, determination and measuring of reference points, lines and angles of the exam. Films and sensors quality, superposition of anatomical structures and head rotations are several factors that can influence on the accuracy of PA cephalometries^{3,8,9,14-17}. To reduce some of these errors all the radiographs was made using the same radiograph machine, with help of a cephalostat, the same processor and the use of semi-automatized cephalometric method.

There is intra and interexaminers variation in marking the landmarks, however, the lower intraexaminer variation may be related to perceptive capacity and training for each professional^{3,9,18,19}. On this study can not be observed interexaminer variation, since it was carried out by only a trained and calibrated examiner.

Most factors evaluated was considered with excellent reproducibility since it presented ICC values greater than 0.8. However, right maxillomandibular width factor, which is determined by JPR and ZFR-AGR points, presented index of 0.769, a rate considered good. This may be related to difficult in to determinate these points or small variations in the images used during calibration. Landmarks

made on sharp curves or at the intersection of two lines are generalized more easier to identify than points locates on flat or broad curves⁶.

Comparisons in cephalometries with and without metallic markers are used to verify if the markings actually presenting the real anatomical structures. Through this method can be verified the existence of systematic errors in markings⁸⁻¹⁰.

It was observed that there was no statistical difference between measurements by the examiner realized at different times. However, when the measurements were compared to gold standard (measurements in skulls with metallic markers), there was statistical difference. This shown that although it may have good reproducibility sometimes the marking of cephalometric points in PA radiographs may not be pointing the anatomical structures properly. This agree with previous studies⁸⁻¹⁰.

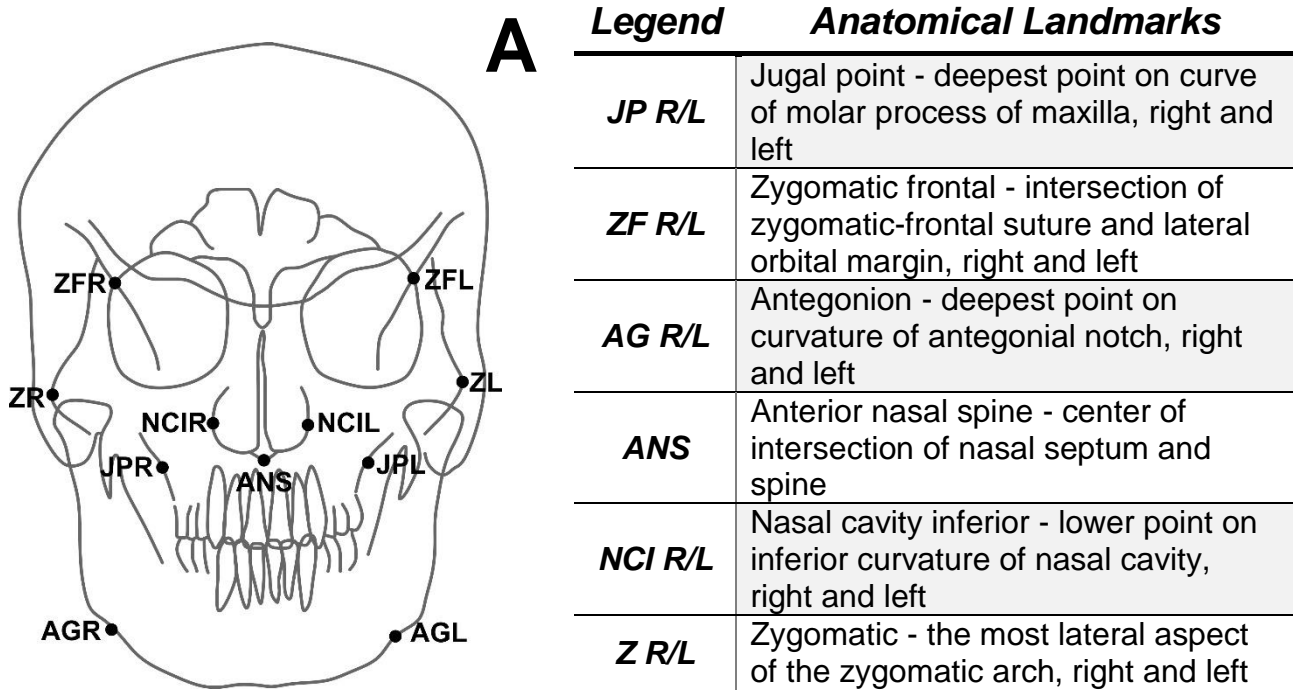
Bland & Altman analysis is a method used to verify the agreement between two different techniques¹¹. It has been used in some studies to analyze the agreement of two different measures because it could check variations of measurements in two metric shafts (X and Y)^{8,20}. However, when the same measurement technic and statistical are used in lateral cephalometric, there was less variation between the values obtained with and without metal markers. This fact may be related to the large amount of superpositions in the marked points in PA cephalometries^{8,20}.

Currently it has been spreading increasingly cephalometries in three dimensions through cone beam computed tomography (CBCT). However, this type of exam compared to lateral teleradiography has 15 to 26 times more radiation to the patient. In addition, compared the posteroanterior radiograph this

radiation level is 8 to 15 times higher²¹. So, keeping the ALARA principle (As Low As Reasonably Achievable), in which it advocates the use of the smaller possible radiation doses, the combination of lateral and frontal radiograph are more suitable. Because they provide all the information necessary for the diagnosis for dentistry with lower radiation doses than CBCT²².

In conclusion, within the limitations of this study, it was possible to verify that there is good reproducibility of measurements of an examiner in PA cephalometries. However, this fact does not guarantee that these measurements are reliable, because the markings may be only reproducing systematic metric errors.

Figure 1. (A) Schematic figure with cephalometric markers indications and definitions; (B) representative picture of previous posterior radiographs without metal markers; (C) representative picture of previous posterior radiographs with metal markers



B



C

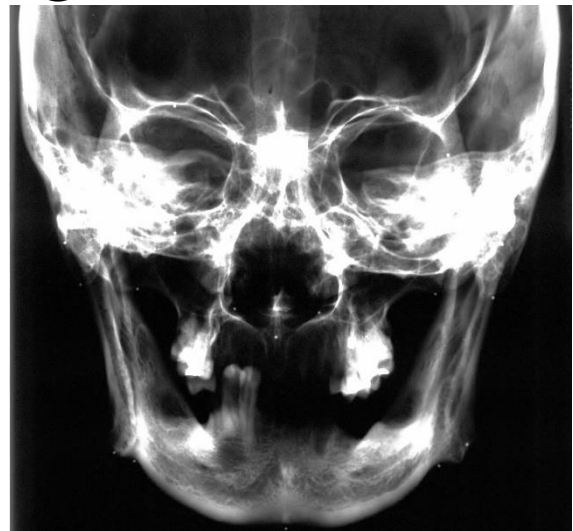
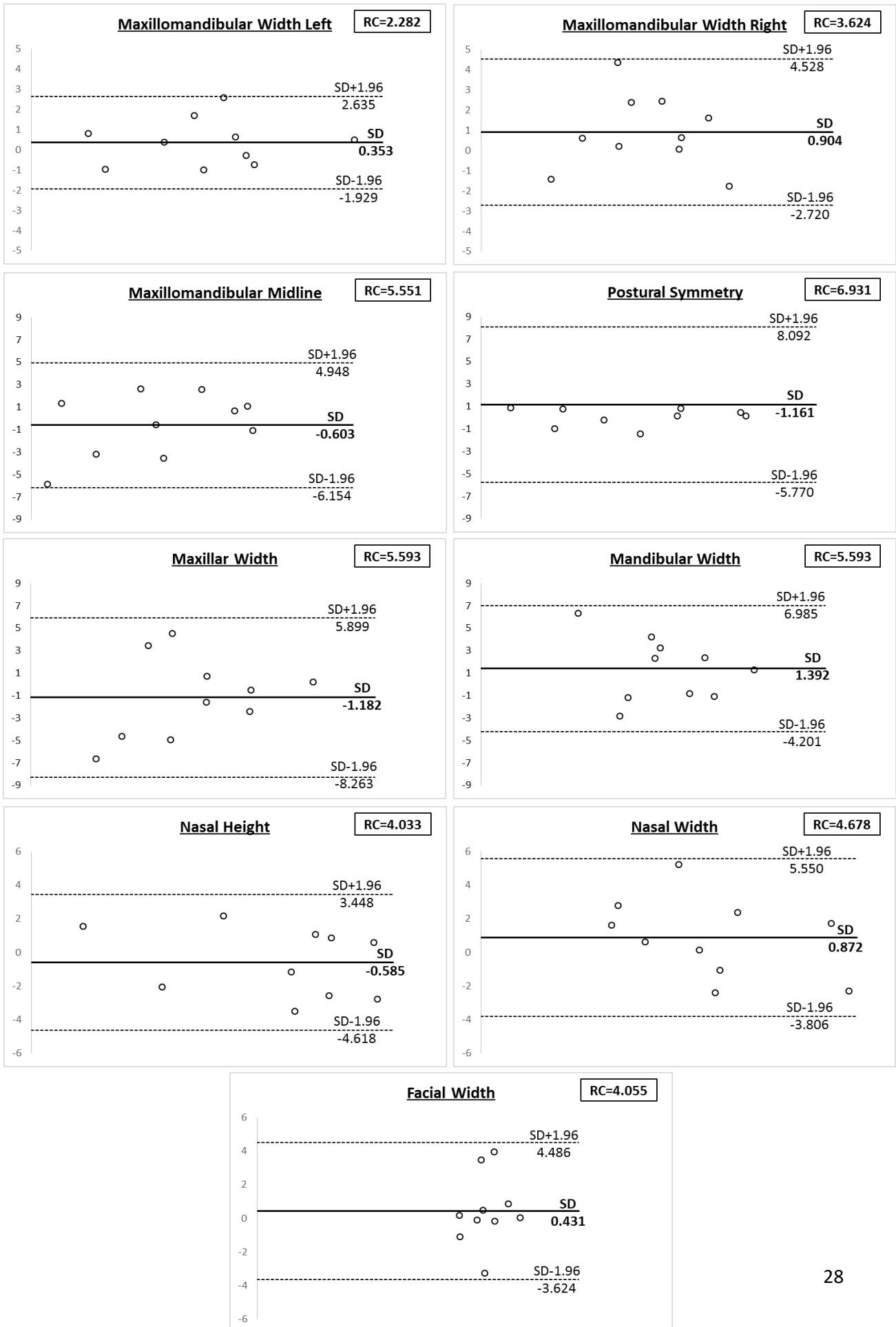


TABLE 1. Cephalometric factors and respective landmarks; (ICC) Intraclass Correlation Coefficient of all factors

<i>Factor</i>	<i>Landmarks</i>			<i>ICC</i>
Maxillomandibular Width Left	JPL	ZFL-AGL		0.872
Maxillomandibular Width Right	JPR	ZFR-AGR		0.769
Maxillomandibular Midline	ZFR	ZFL	ANS	0.963
Postural Symmetry	AGL-ZFL	AGL-ZL	AGR-ZFR	0.895
Nasal Width	NCIL	NCIR		0.846
Nasal Height	ANS	ZFL-ZFR		0.919
Maxillar Width	JPL	JPR		0.869
Mandibular Width	AGL	AGR		0.816
Facial Width	ZL	ZR		0.987

Figure 2. Bland & Altman plot for the assessment of measurements errors



References

- (1) Schmid, W.; Mongini, F.; Felisio, A. A computer-based assessment of structural and displacement asymmetries of the mandible. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* **1991**, *100*, 19-34.
- (2) El-Mangoury, N. H.; Shaheen, S. I.; Mostafa, Y. A. Landmark identification in computerized posteroanterior cephalometrics. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* **1987**, *91*, 57-61.
- (3) Major, P. W.; Johnson, D. E.; Hesse, K. L.; Glover, K. E. Landmark identification error in posterior anterior cephalometrics. *The Angle orthodontist* **1994**, *64*, 447-454.
- (4) Sather, A. H. A technique for detailed anatomic study of the posteroanterior cephalometric roentgenogram. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology* **1963**, *16*, 154-158.
- (5) Major, P. W.; Johnson, D. E.; Hesse, K. L.; Glover, K. E. Effect of head orientation on posterior anterior cephalometric landmark identification. *The Angle orthodontist* **1996**, *66*, 51-60.
- (6) Baumrind, S.; Frantz, R. C. The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. *American journal of orthodontics* **1971**, *60*, 111-127.
- (7) Vincent, A. M.; West, V. C. Cephalometric landmark identification error. *Australian orthodontic journal* **1987**, *10*, 98-104.
- (8) Malkoc, S.; Sari, Z.; Usumez, S.; Koyuturk, A. E. The effect of head rotation on cephalometric radiographs. *European journal of orthodontics* **2005**, *27*, 315-321.
- (9) Pirttiniemi, P.; Miettinen, J.; Kantomaa, T. Combined effects of errors in frontal-view asymmetry diagnosis. *European journal of orthodontics* **1996**, *18*, 629-636.
- (10) Trpkova, B.; Prasad, N. G.; Lam, E. W.; Raboud, D.; Glover, K. E.; Major, P. W. Assessment of facial asymmetries from posteroanterior cephalograms: validity of reference lines. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* **2003**, *123*, 512-520.
- (11) Bland, J. M.; Altman, D. G. Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical methods in medical research* **1999**, *8*, 135-160.
- (12) Pacheco-Pereira, C.; Alsufyani, N. A.; Major, M. P.; Flores-Mir, C. Accuracy and reliability of oral maxillofacial radiologists when evaluating cone-beam computed tomography imaging for adenoid hypertrophy screening: a comparison with nasopharyngoscopy. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology* **2016**, *121*, e168-174.
- (13) Choi, Y. J.; Ha, Y. D.; Lim, H.; Huh, J. K.; Chung, C. J.; Kim, K. H. Long-term changes in mandibular and facial widths after mandibular setback surgery using intraoral vertical ramus osteotomy. *International journal of oral and maxillofacial surgery* **2016**, *45*, 1074-1080.
- (14) Yoon, Y. J.; Kim, D. H.; Yu, P. S.; Kim, H. J.; Choi, E. H.; Kim, K. W. Effect of head rotation on posteroanterior cephalometric radiographs. *The Angle orthodontist* **2002**, *72*, 36-42.
- (15) Hagg, U.; Cooke, M. S.; Chan, T. C.; Tng, T. T.; Lau, P. Y. The reproducibility of cephalometric landmarks: an experimental study on skulls. *Australian orthodontic journal* **1998**, *15*, 177-185.
- (16) Battagel, J. M. A comparative assessment of cephalometric errors. *European journal of orthodontics* **1993**, *15*, 305-314.
- (17) Ongkosuwito, E. M.; Katsaros, C.; van 't Hof, M. A.; Bodegom, J. C.; Kuijpers-Jagtman, A. M. The reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of analogue and digital methods. *European journal of orthodontics* **2002**, *24*, 655-665.

(18) Lau, P. Y.; Cooke, M. S.; Hagg, U. Effect of training and experience on cephalometric measurement errors on surgical patients. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery* **1997**, *12*, 204-213.

(19) Ulkur, F.; Ozdemir, F.; Germec-Cakan, D.; Kaspar, E. C. Landmark errors on posteroanterior cephalograms. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* **2016**, *150*, 324-331.

(20) Arús, N. A., Vizzotto, M. B., da Silveira, P. F., Correa L. R., da Silveira, H. L. D., da Silveira H. E. D. . Assessment of Reproducibility in the Identification of Anatomical Landmarks Obtained from Lateral Cephalogram of Dry Skulls With and Without Metal Handles. *Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre* **2011**, *52*, 15-17.

(21) Signorelli, L.; Patcas, R.; Peltomaki, T.; Schatzle, M. Radiation dose of cone-beam computed tomography compared to conventional radiographs in orthodontics. *Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopadie : Organ/official journal Deutsche Gesellschaft fur Kieferorthopadie* **2016**, *77*, 9-15.

(22) Liedke, G. S.; Delamare, E. L.; Vizzotto, M. B.; da Silveira, H. L.; Prietsch, J. R.; Dutra, V.; da Silveira, H. E. Comparative study between conventional and cone beam CT-synthesized half and total skull cephalograms. *Dento maxillo facial radiology* **2012**, *41*, 136-142.

5. REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE JR., H.R.; ALMEIDA, M.H.C. Avaliação do erro de reprodutibilidade dos valores cefalométricos aplicados na filosofia Tweed-Merrifield, pelos métodos computadorizado e convencional. **Ortodontia**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 18-30, set./out./nov./dez. 1998.

ARÚS, N. A. *et al.* Assessment of Reproducibility in the Identification of Anatomical Landmarks Obtained from Lateral Cephalogram of Dry Skulls With and Without Metal Handles. **Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre**, v. 52, n. jan/dec, p. 15-17, 2011.

ATHANASIOU, A.; VAN DER MEIJ A.J.W Pósterio-anterior (Frontal) cephalometric. p. 141-161 in: Athanasiou, **A.E. Orthodontic cephalometric**, Mosby-Wolfe, 1995, London.

BATTAGEL, J. M. A comparative assessment of cephalometric errors. **Eur J Orthod**, v. 15, n. 4, p. 305-14, Aug 1993.

BAUMRIND, S.; FRANTZ, R. C. The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification. **Am J Orthod**, v. 60, n. 2, p. 111-27, Aug 1971.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Measuring agreement in method comparison studies. **Stat Methods Med Res**, v. 8, n. 2, p. 135-60, Jun 1999.

CHOI, Y. J. *et al.* Long-term changes in mandibular and facial widths after mandibular setback surgery using intraoral vertical ramus osteotomy. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 45, n. 9, p. 1074-80, Sep 2016.

COLOMBINI, N.E.P.; NETO, M.A.; PANIAGUA, O.A. **Análise cefalométrica passo a passo**. In: COLOMBINI, N.E.P. **Cirurgia da face – interpretação funcional e estética**. Rio de Janeiro: Revinter, 2002. Vol. III, Cap. 40, p. 743-75.

COSTA, N. P. da. **Prognatismo mandibular: avaliação cefalométrica**. São Paulo, 1981. 81 p. Dissertação de Mestrado em Clínicas Odontológicas, Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.

EL-MANGOURY, N. H.; SHAHEEN, S. I.; MOSTAFA, Y. A. Landmark identification in computerized posteroanterior cephalometrics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 91, n. 1, p. 57-61, Jan 1987.

HÄGG, U. *et al.* The reproducibility of cephalometric landmarks: an experimental study on skulls. **Aust Orthod J**, v. 15, n. 3, p. 177-85, Oct 1998.

LAU, P. Y.; COOKE, M. S.; HAGG, U. Effect of training and experience on cephalometric measurement errors on surgical patients. **Int J Adult Orthodon Orthognath Surg**, v. 12, n. 3, p. 204-13, 1997.

LIEDKE, G. S. *et al.* Comparative study between conventional and cone beam CT-synthesized half and total skull cephalograms. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 41, n. 2, p. 136-42, Feb 2012.

MAJOR, P. W. *et al.* Landmark identification error in posterior anterior cephalometrics. **Angle Orthod**, v. 64, n. 6, p. 447-54, 1994.

MAJOR, P. W. *et al.* Effect of head orientation on posterior anterior cephalometric landmark identification. **Angle Orthod**, v. 66, n. 1, p. 51-60, 1996.

MALKOC, S. *et al.* The effect of head rotation on cephalometric radiographs. **Eur J Orthod**, v. 27, n. 3, p. 315-21, Jun 2005.

MARTINS, L.P. *et al.* Erro de reprodutibilidade das medidas das análises cefalométricas de Steiner e Ricketts, pelo método convencional e método computadorizado. **Ortodontia**, São Paulo, v. 28, n.1, p. 4-17, jan-abr. 1995.

MOYERS, R.E.; BOOKSTEIN, F.L.; HUNTER, W.S. **Análise do esqueleto craniofacial: cefalometria**. In: MOYERS, R. E. **Ortodontia**. 4a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. Cap. 12, p. 208-257.

ONGKOSUWITO, E. M. *et al.* The reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of analogue and digital methods. **Eur J Orthod**, v. 24, n. 6, p. 655-65, Dec 2002.

PACHECO-PEREIRA, C. *et al.* Accuracy and reliability of oral maxillofacial radiologists when evaluating cone-beam computed tomography imaging for adenoid hypertrophy screening: a comparison with nasopharyngoscopy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol**, v. 121, n. 6, p. e168-74, Jun 2016.

PASLER, A. F. **Radiologia odontológica**, 3a ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1999.

PEREIRA, C. B.; MUNDSTOCK, C. A.; BERTHOLD, T. B. **Introdução à cefalometria radiográfica**. 3 ed. São Paulo: Pancast, 1998.

PIRTTINIEMI, P.; MIETTINEN, J.; KANTOMAA, T. Combined effects of errors in frontal-view asymmetry diagnosis. **Eur J Orthod**, v. 18, n. 6, p. 629-36, Dec 1996.

RICHARDSON, A. An investigation in to reproducibility of some points, planes and lines used in cephalometric analysis. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 52, no. 9, p. 637-51, Sept. 1966.

RUDOLPH, D.J; SINCLAIR, P.M.; COGGINS, J.M. Automatic computerized radiographic identification of cephalometric landmarks. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, m. 113, n. 2, p. 173-179, Feb. 1998.

SATHER, A. H. A technique for detailed anatomic study of the posteroanterior cephalometric roentgenogram. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 16, p. 154-8, Feb 1963.

SCHMID, W.; MONGINI, F.; FELISIO, A. A computer-based assessment of structural and displacement asymmetries of the mandible. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 100, n. 1, p. 19-34, Jul 1991.

SIGNORELLI, L. *et al.* Radiation dose of cone-beam computed tomography compared to conventional radiographs in orthodontics. **J Orofac Orthop**, v. 77, n. 1, p. 9-15, Jan 2016.

SILVEIRA, H. L. *et al.* Software system for calibrating examiners in cephalometric point identification. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 135, n. 3, p. 400-5, Mar 2009.

STABRUN, A.E.; DANIELSEN, K. Precision in cephalometric identification. **Eur. J. Orthod.** , Oxford, v. 4, n. 3, p. 185-196, Aug. 1982.

TRPKOVA, B. *et al.* Assessment of facial asymmetries from posteroanterior cephalograms: validity of reference lines. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 123, n. 5, p. 512-20, May 2003.

VINCENT, A. M.; WEST, V. C. Cephalometric landmark identification error. **Aust Orthod J**, v. 10, n. 2, p. 98-104, Oct 1987.

YEN, P.K.J. Identification of landmarks in cephalometric radiography. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 30, n. 1, p. 35-41, Jan. 1960.

YOON, Y. J. *et al.* Effect of head rotation on posteroanterior cephalometric radiographs. **Angle Orthod**, v. 72, n. 1, p. 36-42, Feb 2002.

6. ANEXO

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

RESOLUÇÃO

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


Número: 289/08

Título: INFLUÊNCIA DA VIABILIDADE DA IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS ANATÔMICOS SOBRE OS VALORES DAS MEDIDAS CEFALOMÉTRICAS.

Investigador(es) principal(ais): Professora Heloísa Emília Dias da Silveira e CD. Eduardo Luiz Delamare.

O Projeto foi aprovado na reunião do dia 14/08/2008, Ata nº 08/08 do Comitê de Ética em Pesquisa e da Comissão de Pesquisas, da UFRGS, por estar adequado ética e metodologicamente de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Porto Alegre, 15 de agosto de 2008.



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



Profª. Deise Ponzoni
Coordenadora da Comissão de Pesquisas