

Estudo Comparativo entre Medidas Cefalométricas Frontais Delineadas Manualmente e Computadorizadas*

Comparative study among frontal cephalometric measurements obtained manually and through computer programs

Célia Regina Winck Mahl**
Vania Fontanella***

RESUMO

A partir de uma amostra de telerradiografias em norma frontal da face de 50 indivíduos adultos, este trabalho avaliou se existem diferenças entre os valores médios de medidas esqueléticas lineares e angulares obtidas de cefalogramas delineados manualmente e computadorizados, utilizando os programas SMTC, *OrtoView*, *Radiocef* e *Orto Manager*. Sobre cada radiografia foi realizado o traçado manual de Ricketts e foram marcados os pontos cefalométricos para cada um dos programas. Os valores obtidos em cada um dos cinco métodos de traçado empregados foram tabulados para cada uma das medidas lineares e angulares estudadas e suas médias comparadas pela Análise de Variância (ANOVA). Verificou-se, para a simetria postural, que houve diferenças estatísticas significantes entre o *Orto Manager* e os demais métodos, os quais não diferiram significativamente entre si. Para as médias das demais medidas lineares e angular selecionadas (linha mediana maxilo-mandibular, largura nasal, altura nasal, largura maxilar, largura mandibular e largura facial), verificou-se que não houve diferenças estatísticas significantes entre os métodos estudados.

UNITERMOS

Cefalometria Radiografia pósterio-anterior Análise frontal

INTRODUÇÃO

A análise cefalométrica é o estudo preconizado por diferentes autores com o intuito de evidenciar as anomalias dentofaciais, utilizando padrões de normalidade, numéricos ou morfológicos, para comparar com o que se encontra no paciente.²⁷ A análise de Ricketts é a mais conhecida e divulgada das análises cefalométricas frontais, e avalia as dimensões médio-laterais e verticais do crânio, permitindo a investigação da assimetria facial também em indivíduos com oclusão dentária normal, o estudo comparativo entre os lados direito e esquerdo da face, a verificação de dimorfismos sexuais e comparações entre as diversas regiões do complexo crânio-facial.²¹

MICHELON²¹ considera que a telerradiografia pósterio-anterior tem sido pouco utilizada devido ao difícil posicionamento do paciente, às dificuldades na identificação dos pontos pela superposição de estruturas e à carência de análises específicas.

Diversos programas para traçados cefalométricos computadorizados têm sido largamente utilizados na prática clínica,²⁶ podendo apresentar diferenças em relação

aos resultados obtidos, uma vez que empregam diferentes métodos de digitalização. Essas diferenças já foram avaliadas em relação aos cefalogramas laterais e a determinados programas,^{24,25,33} contudo, não foram encontrados na literatura trabalhos que comparem cefalogramas manuais e computadorizados em norma frontal.

A partir de uma amostra de telerradiografias em norma frontal da face de indivíduos adultos, este trabalho teve como proposta avaliar as diferenças entre os valores médios de medidas esqueléticas lineares e angulares obtidos de cefalogramas delineados manualmente e computadorizados, nos programas SMTC (Sistema de Medição e Traçado Cefalométrico), *OrtoView*, *Radiocef* e *Orto Manager*.

REVISÃO DE LITERATURA

RICKETTS³⁰ introduziu na cefalometria a tecnologia dos computadores, onde as medidas são feitas e registradas automaticamente. Posteriormente demonstrou que o uso dos programas de

computador propicia dados mais confiáveis para a análise cefalométrica e é de grande ajuda para o ortodontista. Atualmente, a informática encontra-se altamente difundida na ortodontia, nos consultórios odontológicos e nos serviços de documentação ortodôntica. Modernos sistemas estão sendo desenvolvidos, por diferentes grupos, para trabalhar dentro do ambiente Windows, tanto para a cefalometria quanto para o gerenciamento de consultório ortodôntico.²⁶

A informação gráfica contida no cefalograma (posição dos pontos) é transformada em dígitos que o computador pode armazenar, manipular e recuperar. Os dois métodos mais comuns em cefalometria computadorizada são a digitalização dos pontos através de mesa e a digitalização do filme (imagem radiográfica digitalizada). As referências marcadas no cefalograma e digitalizadas são armazenadas na memória do computador usando o sistema de coordenadas x-y, através do qual são fornecidas as medidas lineares e angulares entre os vários pontos dentro do sistema. A mesa digitalizadora é um periférico conectado ao computador que possui uma caneta ou cursor. A radiografia é fixada sobre a mesa

* Resumo de Dissertação apresentada à FO-UFRGS, como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração Clínica Odontológica, Linha de Pesquisa Radiologia Odontológica.

** Mestre em Odontologia, Professora de Radiologia do Curso de Odontologia da ULBRA.

*** Doutora em Estomatologia Clínica, Professora de Radiologia da FO-UFRGS, Orientadora.

e a posição da caneta, em relação a esta, corresponde a um ponto específico no sistema de coordenadas x-y gerado pelo computador, que calcula medidas lineares e angulares. Na digitalização da imagem radiográfica através de câmera de vídeo ou *scanner*, os pontos cefalométricos são marcados com o cursor do mouse diretamente sobre a imagem no monitor. Programas mais recentes permitem a integração do cefalograma com imagens frontal e em perfil do paciente, para simular os resultados do tratamento.³⁵

A cefalometria não é uma ciência exata. Embora os cefalogramas possam ser medidos com razoável precisão, o erro padrão da localização de uma determinada estrutura pode variar significativamente.¹⁷ Cada processo, desde o posicionamento do paciente no cefalostato, o processamento da radiografia, o uso de equipamentos para coletar e medir os dados, pode introduzir algum erro. A magnitude dos erros acumulados tem uma relação direta com a confiabilidade clínica e científica e com a interpretação dos dados.³⁶

BAUMRIND et al⁴ afirmam que o uso de computadores facilita em grande parte o trabalho, pois o valor da análise cefalométrica depende, entre outros fatores, da exatidão das técnicas de medidas. Em cefalometria clínica, um erro no registro conduz a um diagnóstico incorreto.³⁴ Erros sistemáticos ou tendenciosos ocorrem quando as radiografias são medidas por pessoas com diferentes conceitos de marcação de pontos. Já os erros ocasionais podem ocorrer como resultado de variações no posicionamento do paciente no cefalostato e na densidade e contraste do filme, bem como da dificuldade na marcação de determinados pontos.¹⁴ ÁGUILA¹ classifica os erros em sistemáticos e aleatórios. O erro sistemático é aquele que induz o examinador a determinar o ponto cefalométrico sempre da mesma forma, já o aleatório pode ocorrer como resultado da variação na posição da cabeça do paciente no cefalostato.

Os estudos cefalométricos computadorizados são baseados na utilização de videocâmara, *scanner* para digitalização do filme radiográfico convencional, e ambas as técnicas estão sujeitas a erros de projeção radiográfica e de registro dos pontos. A imagem digital obtida por vídeo é também submetida à ampliação e distorção. Na imagem digitalizada, por *scanner* a exatidão é determinada pela resolução da matriz do equipamento utilizado.¹⁸

SANDLER³³ realizou um estudo comparativo dos erros envolvidos na tomada de medições lineares e angulares, usando três métodos diferentes: traçado manual,

digitalização dos pontos e digitalização das radiografias cefalométricas laterais de 25 pacientes. Observou que, além da reprodutibilidade, é importante considerar a facilidade e a velocidade com que os registros podem ser obtidos, já que as medidas feitas manualmente são as mais tediosas, demoradas e sujeitas a erros de leitura dos instrumentos, e que a digitalização direta é o meio mais rápido e menos fatigante. Contudo, ressalta que erros podem ocorrer nos três métodos, enfatizando a importância da identificação e seleção adequada dos pontos. Dos três métodos, a digitalização direta das radiografias provou ser o mais reprodutível para medidas angulares, embora diferenças estatisticamente significativas tenham sido raramente encontradas.

OLIVER²⁵ comparou análises cefalométricas pelos métodos manual e computadorizados em telerradiografias laterais de cinco pacientes. Observou que a digitalização das radiografias através de câmara de vídeo, a partir da marcação dos pontos com cursor diretamente no monitor (sistema ISI), produziu traçados menos precisos que os obtidos pela digitalização dos pontos (Cardiff Cephalometries) e pelo método manual.

DAVIS e MACKAY⁷ fizeram um estudo comparando três métodos: análise cefalométrica manual e computadorizadas (sobre imagens digitalizadas através de câmara de vídeo), com e sem recursos gráficos adicionais, as quais se apresentaram superiores ao método manual nesta amostra de cinco telerradiografias laterais.

EPPLEY e SADOVE⁹ compararam radiografias cefalométricas laterais convencionais e digitais de 20 pacientes quanto à identificação de pontos esqueléticos e de tecidos moles. Observaram que não existe diferença estatisticamente significativa entre os métodos para os pontos esqueléticos e que a visualização dos tecidos moles foi mais precisa nas radiografias digitais. De acordo com os autores, os erros na determinação dos pontos cefalométricos estão associados à qualidade da imagem e à sobreposição de estruturas. Afirmam que a digitalização de imagens radiográficas foi inicialmente realizada através de câmeras de vídeo, cuja resolução limitada leva à perda da qualidade da imagem. Mais recentemente, a digitalização das imagens radiográficas através de *scanner* tem produzido imagens de boa qualidade, que podem ser também obtidas pelos sistemas de radiografia digital, com a vantagem da diminuição da dose de exposição aos raios X.

SAGNER et al³² compararam, em uma amostra de 20 pacientes, telerradiografias

laterais obtidas pelo método digital direto às convencionais, na identificação de pontos cefalométricos. Os autores não encontraram diferenças significativas na qualidade das imagens analógicas e digitais.

MARTINS²⁰ estudou uma amostra de 30 telerradiografias para avaliar o erro do método cefalométrico em traçados convencionais e computadorizados (Dentofacial Planner), para as análises de Steiner e Ricketts. Os traçados e mensurações foram realizados por um professor e um aluno de pós-graduação, em duas oportunidades, com intervalo de tempo de um mês para cada conjunto de traçados. A autora, ao analisar as repetições de mensurações através dos dois métodos empregados, constatou que o uso do computador e a performance do observador não foram capazes de reduzir os erros.

BATTAGEL³ comparou a metodologia e os resultados de estudos prévios sobre a avaliação de erros em cefalometria. Concluiu que com uma amostra pequena não se pode determinar a relevância dos resultados e que, para evitar o erro interobservador, todos os registros devem ser feitos pelo mesmo indivíduo.

REINHART et al²⁹ observaram que, ao comparar medições manuais às computadorizadas, estas apresentaram como vantagens a redução do tempo de execução e a diminuição dos erros de avaliação.

NIMKARN e MILES,²⁴ argumentando que a digitalização de imagens radiográficas através de câmera de vídeo está sujeita a três tipos de erros (da câmera, do monitor e do *software*), compararam a análise cefalométrica computadorizada à manual, em 40 telerradiografias laterais, para identificar e quantificar as fontes de erros. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada. Entretanto, os valores absolutos para as medidas no plano horizontal através do método computadorizado foram de 0,7 a 1 mm maiores do que os do método manual, indicando que na digitalização por câmera de vídeo ocorre um aumento horizontal da imagem.

BRUNELLI,⁶ estudando as alterações das medidas cefalométricas ocorridas com a mudança de posição da cabeça do paciente em relação ao plano horizontal de Frankfurt (paralelo ao plano horizontal, +5° e -5°) em uma amostra constituída por 30 pacientes, conclui que estas pequenas alterações no posicionamento podem conduzir a resultados cefalométricos errôneos e levar a diagnóstico e plano de tratamento inadequados.

GAFHARI, CATER e SHOFER¹² afirmam que um dos meios para controlar a ampliação da imagem é padronizar a distância

objeto-filme. Nas radiografias pósterio-antérieures, a distância padronizada até o presente depende do tamanho da cabeça do paciente, pois a ponta do nariz deve tocar o chassi. Estudaram a variabilidade da distância eixo poriônico-filme em radiografias pósterio-antérieures de 59 pacientes, quando tomada com a ponta do nariz tocando o filme, bem como o efeito da variação desta distância e o da inclinação do plano horizontal de Frankfurt (paralelo ao plano horizontal, $+5^\circ$ e -5°) em radiografias de 17 crânios. Observaram, na amostra de pacientes, que a distância variou de 9,8 a 14,3cm (média de $11,53 \pm 0,95$ cm). Utilizando estes dados na amostra de crânios, concluíram que uma distância de 13 cm pode ser adotada como padrão. As medidas transversais não foram afetadas pela variação na angulação do plano horizontal de Frankfurt.

MONTEIRO²³ estudou as possíveis alterações de medidas angulares e segmentos verticais de reta, quando utilizados pontos cefalométricos em telerradiografias pósterio-antérieures que sofrem influência da alteração do plano horizontal de Frankfurt de 5° positivos ou negativos, em amostra de 30 pacientes, através de traçado manual. A autora concluiu que as mensurações angulares sofreram menos alterações que as verticais, e que modificações de $+5^\circ$ e -5° na orientação do plano horizontal de Frankfurt foram suficientes para causar alterações significantes ao nível de 5% nas medidas realizadas.

BÓSCOLO et al⁵ utilizaram 90 telerradiografias frontais de indivíduos com idade entre 18 e 23 anos para estudar possíveis influências da orientação do plano horizontal de Frankfurt (paralelo ao plano horizontal, $+5^\circ$ e -5°) sobre medidas angulares e lineares verticais, e concluíram que as medidas angulares sofrem menos alterações quando comparadas com as verticais.

MAJOR et al¹⁹ estudaram o efeito da rotação da cabeça (5° em relação aos eixos vertical e transversal) em medidas horizontais e verticais sobre radiografias pósterio-antérieures numa amostra de 25 crânios. Observaram que a rotação em torno do eixo transversal não afeta as medidas verticais e que a rotação em torno do eixo vertical não afeta as medidas horizontais.

FORSYTH, SHAW e RICHMOND¹⁰ afirmam que o uso de radiografias cefalométricas digitais tem muitos benefícios, os quais incluem a redução na exposição do paciente à radiação, armazenamento e transmissão da imagem e a possibilidade de automatizar ou semi-automatizar a análise cefalométrica. Um aceitável grau de exatidão

no diagnóstico pode ser mantido, mesmo que a imagem digital perca em qualidade e que erros ocasionais, associados a medidas lineares e angulares, sejam maiores na digital do que na convencional.

Para FORSYTH e DAVIS¹¹, a limitação da cefalometria digital é a possibilidade de erros relacionados à perda de qualidade de imagem e erros devidos à calibração da imagem digital, necessária para possibilitar a mensuração. Os autores analisaram um sistema para identificar, automaticamente, os pontos cefalométricos na imagem digital da radiografia cefalométrica lateral, cuja precisão foi menor do que no método manual.

PEREIRA²⁶ propõe uma técnica alternativa de análise computadorizada, onde o operador traça unicamente as estruturas anatômicas de interesse para a telerradiografia, e o computador determina os pontos cefalométricos necessários às análises.

LAU, COOKE e HÄGG¹⁶ tentaram quantificar e comparar os erros de medição cefalométrica (interobservador) entre dois residentes de ortodontia e dois residentes de cirurgia bucomaxilofacial, com diferentes anos de experiência. Cada examinador, independentemente, digitalizou todos os trinta cefalogramas duas vezes. O erro interexaminador foi grande, tanto na identificação de pontos quanto nas medições angulares e lineares. A quantidade de erros não dependeu do treinamento ou da experiência do examinador.

TRPKOVA et al³⁷ utilizaram a meta-análise para avaliar a influência das diferentes metodologias na magnitude dos erros na identificação de pontos cefalométricos laterais. Observaram que o tamanho da amostra tem efeito pronunciado nos resultados, enquanto que o número de observadores e de repetições dos traçados não os influenciam significativamente.

BASKIN e CISNEROS² compararam as medidas obtidas de dois programas de análise computadorizada (*Quick Ceph* e *Dentofacial Planner*) às manuais em telerradiografias laterais de 22 pacientes. Sobre cada radiografia foram marcados diretamente os pontos requeridos pelos dois programas e as imagens foram digitalizadas através de *scanner*. Concluíram que as análises computadorizadas podem ser simples, eficientes, exatas e confiáveis, já que as medidas resultantes dos 3 métodos apresentaram valores de confiabilidade superiores a 0,75.

Comparando a validade e a reprodutibilidade de dimensões cefalométricas laterais obtidas pelo sistema *DigiGraph*, que não utiliza raios X, e pelo

Dentofacial Planner, onde as imagens radiográficas são digitalizadas através de *scanner*, em amostra de 30 crânios, TSANG e COOKE³⁸ concluíram que o *DigiGraph* deve ser utilizado com cautela, visto que apresenta baixa reprodutibilidade de medidas.

GOTFREDSSEN, KRAGSKOV e WENZEL¹³ descrevem um novo sistema de análise cefalométrica computadorizada para radiografias digitais diretas. O programa (*PorDiosW*), desenvolvido pela Microsoft para o sistema operacional *Windows 95*, integra imagens radiográficas e da face do paciente, realiza múltiplas análises cefalométricas laterais e frontais, detecta automaticamente o contorno de tecidos moles e permite a análise estatística dos dados nele armazenados.

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada a partir de telerradiografias em norma frontal, obtidas de 50 indivíduos leucodermas, de ambos os sexos, na faixa etária compreendida entre 23 a 45 anos, com média de 30 anos e 6 meses, encaminhados por cirurgiões-dentistas à Clínica de Radiologia de Canoas, na cidade de Canoas, para realizar exames que incluíssem telerradiografia pósterio-anterior, com finalidade de diagnóstico e que tenham concordado em participar da pesquisa. Os pacientes voluntários participantes da pesquisa foram previamente informados a respeito dos objetivos do trabalho, do tipo de exame a que seriam submetidos, dos efeitos biológicos dos raios X e da proteção contra radiação ionizante que receberiam, para então assinarem o termo de consentimento informado.

As telerradiografias em norma frontal foram obtidas com o paciente em posição ortostática, ou seja, em oclusão, posicionado no cefalostato, tendo o plano médio sagital perpendicular ao solo, o plano horizontal de Frankfurt paralelo ao solo e a ponta do nariz tocando o chassi. O aparelho utilizado foi o modelo Panoramax (Asahi Roentgen Ind. Co. - Kioto, Japão) com regime elétrico variável de 60 a 90 kVp (quilovolts pico) e 15 mA (miliampères). O tempo de exposição variou de 1,5 a 2,0 segundos. Para que se obtivesse radiografias com maior nitidez utilizou-se grade antidifusora. Os filmes utilizados foram da marca Kodak T-Mat (Eastman Kodak - Rochester, EUA), tamanho 18 x 24 cm, montados em chassi (Metaltronica Ind. e Com. Ltda.- Diadema, S. P.) providos de écrans Lanex X regular (Eastman Kodak - Rochester, EUA). A distância foco-objeto padrão utilizada foi de 1,52m e todas as radiografias foram realizadas pelo mesmo profissional. As

telerradiografias foram reveladas pelo método tempo-temperatura, pelo mesmo operador, em tanque metálico com os químicos novos (Eastman Kodak – Rochester, EUA). Após formação da imagem definitiva, as radiografias eram mantidas durante 10min no fixador, 20min em água corrente e, após, secas e armazenadas em envelopes de papel.

Sobre cada radiografia foi realizado o traçado manual de Ricketts, conforme LANGLADE,¹⁵ MIYASHITA,²² PETRELLI e BAPTISTA²⁸ e VILELA,³⁹ em papel transparente de acetato, com auxílio de uma lapiseira, e marcados os pontos cefalométricos com canetas em cores diferentes para cada um dos programas selecionados para a presente pesquisa. Todos os cefalogramas e mensurações foram realizados pelo mesmo profissional, especialista em radiologia odontológica, e o mesmo cefalograma serviu de base para as técnicas a que a pesquisa se propõe: manual e computadorizada pelos 4 programas em estudo.

Para o presente estudo, foram utilizados os seguintes pontos esqueléticos frontais:

Zigomático orbital ou superior (ZSE e ZSD ou Z) – ponto de intersecção da sutura frontozigomática com o contorno da borda interna da órbita, nos lados esquerdo e direito, respectivamente;

Zigomático inferior ou externo ou mediano (ZIE e ZID ou Za) – ponto situado no centro do contorno externo do arco zigomático, nos lados esquerdo e direito, respectivamente;

Jugal ou Túber da maxila (TE e TD ou JL e JR) – ponto situado na intersecção da tuberosidade com o contorno infero-externo da apófise zigomática, nos lados esquerdo e direito, respectivamente;

Parede externa da cavidade nasal (cNE e cND ou CN e NC) – ponto mais externo do contorno da cavidade nasal, nos lados esquerdo e direito, respectivamente;

Antegônio ou Antegonial (AgE e AgD ou Ag) – ponto mais profundo da incisura antegonial ou bordo inferior da protuberância goníaca, nos lados esquerdo e direito, respectivamente;

Espinha Nasal Anterior (ENA) – ponto situado na extremidade da espinha nasal anterior;

Mentoniano (Me) – ponto situado no bordo inferior da sínfise mentoniana, diretamente abaixo da protuberância mentoniana.

A partir dos pontos selecionados, foram traçados os seguintes plano e linhas frontais:

Linha Zigomática Superior – une os pontos ZSE e ZSD;

Linha Zigomática Inferior – une os pontos ZIE e ZID;

Linha Intertúberes – une os pontos TE e TD;

Linha Inter-antegônios – une os pontos AgE e AgD;

Plano Sagital Mediano – plano perpendicular à linha zigomática superior, passando pela ENA;

Linha Mediana Maxilo-mandibular – une os pontos ENA e Me;

Linha Facial Frontal – une os pontos ZSE-AgE e ZSD-AgD;

Linha Antegônio-zigomático Inferior – une os pontos AgE-ZIE e AgD-ZID;

Sobre as linhas e plano obtidos, foram utilizadas as seguintes medidas esqueléticas:

Simetria postural – diferença entre as medidas dos ângulos esquerdo e direito formados pela intersecção da linha facial frontal (ZS-Ag) e a linha antegônio-zigomático inferior (Ag-ZI);

Linha mediana maxilo-mandibular – ângulo formado pela linha mediana maxilo-mandibular (ENA-Me) com uma linha perpendicular à linha zigomática superior (ZSE- ZSD);

Dimensão transversal nasal ou largura nasal – medida efetuada através da dimensão transversal das fossas nasais (CnE-CnD);

Dimensão vertical nasal ou altura nasal – medida obtida através da distância entre a espinha nasal anterior e a linha zigomática superior (ENA- ZS);

Dimensão transversal da maxila ou largura maxilar – medida efetuada entre os pontos tuber esquerdo e direito (TE-TD);

Dimensão transversal da mandíbula ou largura mandibular – distância obtida entre os pontos antegoníacos (AgE-AgD);

Dimensão transversal facial ou largura facial – determina a dimensão facial e é medida através da linha zigomática inferior (ZIE-ZID);

Sobre o mesmo traçado manual foram realizadas marcações com cores diferentes para cada um dos quatro programas computadorizados estudados.

O SMTC® - versão 4.1 (Flodontomed - Florianópolis SC) requer, inicialmente, que sejam desenhadas as estruturas anatômicas e marcados os pontos cefalométricos exigidos pelo programa, em papel acetato, preso com fita adesiva sobre a radiografia e sobre um negatoscópio. A seguir, o papel acetato é posicionado sobre a mesa digitalizadora em seu canto superior esquerdo e os dados são introduzidos no computador através de uma caneta digitalizadora, de acordo com as instruções do programa, para posterior análise, cálculos e impressão de relatórios. À medida em que vão sendo marcados, os pontos aparecem no monitor. O programa emite, pela impressora, um relatório contendo

o valor obtido das medições da telerradiografia, o valor padrão da norma clínica para uma população normal e a discrepância existente, se houver. Nas análises laterais permite ainda que se execute a digitalização de estruturas anatômicas que, posteriormente, podem ser desenhadas em papel acetato através de um *plotter*.

O *OrtoView*® - versão 2.0 (Cirrus Informática - São Bernardo do Campo, São Paulo) é semelhante ao SMTC, diferenciando-se pela quantidade de pontos a serem marcados, pela maneira com que o traçado é produzido – à medida que os pontos são marcados sobre a mesa digitalizadora, o programa mostra o traçado no monitor – e pela obtenção do traçado através da impressora, inclusive para a análise frontal.

O Sistema *Radiocef*® - versão 2.0 (Radio Memory Ltda. – Belo Horizonte, Minas Gerais) utiliza, para digitalização da radiografia, um *scanner* de mesa tamanho A4 com leitor de transparência. Os pontos são marcados através do cursor do mouse, diretamente sobre a imagem digitalizada da radiografia (sobre a qual foi mantido o acetato com a marcação dos pontos). Pontos já marcados pelo programa podem ser visualizados no monitor e, se necessário, corrigidos. O traçado cefalométrico pode ser visualizado e ajustado no monitor, sendo posteriormente impresso, da mesma maneira que o relatório com as medidas obtidas.

O Sistema *Orto Manager*® - versão 5.0 (Soft Manager Sistemas para Informática Ltda. – Curitiba, Paraná), no que se refere à cefalometria, difere do *Radiocef* apenas por permitir que se escolha um determinado conjunto de pontos, dentro de cada tipo de cefalograma, e nos recursos gráficos que auxiliam a marcação dos pontos.

Os valores obtidos dos 50 pacientes, em cada um dos cinco métodos de traçado empregados, foram organizados em fichas, para cada uma das medidas lineares e angulares estudadas e suas médias comparadas pela Análise de Variância (ANOVA).

RESULTADOS

A tabela 01 mostra os valores médios obtidos através de cada um dos métodos empregados para simetria postural, onde verifica-se que há diferenças estatísticas significantes entre o *Orto Manager* e os demais métodos, que não diferem significativamente entre si.

Para as médias das demais medidas lineares e angular estudadas, linha mediana maxilo-mandibular (tabela 02), largura nasal (tabela 03), altura nasal (tabela 04), largura maxilar (tabela 05), largura mandibular

(tabela 06) e largura facial (tabela 07), verifica-se que não há diferenças estatísticas significantes entre os métodos estudados.

DISCUSSÃO

No presente estudo utilizou-se a telerradiografia pósterio-anterior do crânio, ao contrário da maioria dos estudos citados,^{2,7,9,10,11,16,24,25,32,33,37,38} que baseiam-se em telerradiografias em norma lateral pois a análise cefalométrica frontal tem sido pouco explorada.^{21,28}

Foram utilizadas telerradiografias de 50 pacientes, já que o tamanho da amostra tem efeito pronunciado nos resultados,³⁷ que com uma amostra pequena não se pode determinar a relevância dos mesmos³ e que os estudos comparativos entre cefalometria manual e computadorizada^{2,7,9,16,24,25,32,33,38} baseiam-se em amostra que varia de 5 a 40 radiografias (média de 22).

Foram selecionados somente pacientes adultos, pois os mesmos apresentam crescimento completo das estruturas cranio-faciais.²¹ As radiografias foram obtidas com a cabeça do paciente posicionada no cefalostato, conforme preconizado quando se objetiva a padronização.²⁷ A cabeça do paciente foi posicionada de maneira que o plano horizontal de Frankfurt ficasse paralelo e o plano médio sagital perpendicular ao solo, pois, conforme os resultados de outros autores,^{5,6,12,19,23} pequenas variações nessa orientação podem determinar alterações nas medidas esqueléticas.

A distância eixo poriônico-filme foi a mínima possível, e não fixa em 13 cm conforme preconizado por CAFHARI, CATER e SHOFER,¹² pois os próprios autores constataram que a mesma pode ser de até 14,3cm quando o chassi toca a ponta do nariz do paciente.

Foi realizado, inicialmente, o traçado manual sobre papel acetato, cujas medidas serviram de referência para comparação com as computadorizadas, de acordo com os estudos comparativos citados.^{2,7,11,24,25,33}

Sobre o traçado manual de cada radiografia foram marcados os pontos necessários para as análises computadorizadas, tanto para os sistemas que digitalizam os pontos, onde é o procedimento recomendado, quanto para a digitalização da imagem, quando o mesmo foi mantido sobre a radiografia. Este procedimento, semelhante ao utilizado por BASKIN e CISNEROS,² foi adotado no sentido de minimizar a interferência da variação intra-observador, um achado importante em outros estudos.^{19,20,29} Todos os traçados manuais e computadorizados foram realizados pelo mesmo profissional, pois o presente estudo

difere daqueles que tem por objetivo avaliar a variação inter e intra-observador.^{16,18,34}

Os programas para análise cefalométrica computadorizada comparados foram os quatro utilizados em nosso meio, até o momento da execução do presente estudo. Foram utilizadas somente as dimensões esqueléticas, excluindo-se as dentárias, pois nem todos os pacientes eram totalmente dentados e o programa SMTC não as mede.

Não houveram diferenças estatisticamente significativas entre as médias das medidas lineares e angulares obtidas pelos sistemas estudados, exceto a simetria postural pelo *Orto Manager*. Uma possível explicação encontrada para esta diferença foi que, em nenhum dos pacientes, este programa registrou medidas negativas, possivelmente, devido a um erro de programação.

O presente estudo não encontra paralelo na literatura, pois não foram encontrados trabalhos que comparem sistemas para análise cefalométrica frontal pelos programas utilizados. Contudo, se comparado aos estudos que utilizam cefalometria lateral, observa-se que os resultados estão de acordo com os obtidos por OLIVER²⁵ e por NIMKARN e MILES,²⁴ que não encontraram diferenças entre os métodos manual e computadorizado pela digitalização de pontos, e de BASKIN e CISNEROS,² onde os dois sistemas testados digitalizam as imagens e não diferem entre si. Entretanto, estão em desacordo com os de DAVIS e MACKAY,⁷ os quais concluíram que as medidas dos sistemas computadorizados são significativamente maiores que as do traçado manual.

Concordamos com SANDLER,³³ quando afirma que um adequado conhecimento de anatomia radiográfica é essencial na interpretação de radiografias cefalométricas e enfatiza a importância da identificação e seleção adequada dos pontos.

Os sistemas de análise cefalométrica computadorizada testados diferem em aspectos relacionados ao tempo necessário para a realização da análise, apresentação visual do material, habilidades e preferências do profissional, recursos adicionais e custo dos programas e dos periféricos necessários.

Recomendamos que a presente metodologia, que analisa programas nacionais, seja reproduzida para análises cefalométricas em norma lateral.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo permitem concluir que não existem diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$)

entre as médias das medidas lineares e angulares do traçado frontal de Ricketts, obtidas manualmente e pelos programas SMTC, *OrtoView*, *Radiocef* e *Orto Manager*, exceto para simetria postural, pelo sistema *Orto Manager*, na versão testada.

SUMMARY

From a frontal telerradiographies sample of 50 adult individuals, this work evaluated if differences exist among the medium values of linear and angular skeletal measurements obtained manually and through the computer programs SMTC, *OrtoView*, *Radiocef* and *Orto Manager*. On each x-ray the manual Ricketts frontogram was accomplished and marked the points for each one of the programs. The values obtained in each one of the five methods used were tabulated for each one of the measurements studied, and their averages compared by the Analysis of Variance (ANOVA). It was verified to the postural symmetry, that there are significant statistical differences among *Orto Manager* and the other methods, which do not differ significantly to each other. For the averages of the other linear and angular measurements selected: maxilo-mandibular medium line, nasal width, nasal height, maxillary width, mandibular width and facial width, was verified that there are not significant statistical differences among the studied methods.

KEYWORDS

Cephalometry, Frontal telerradiography, Frontal analysis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ÁGUILA, F. J. **Manual de cefalometria**. São Paulo : Santos, 1997.
2. BASKIN, H. N. ; CISNEROS, G. J. A. Comparison of two computer cephalometric programs. **J. Clin. Orthod.**, Boulder, v. 31, n. 4, p. 231-233, Apr. 1997.
3. BATTAGEL, J. M. A Comparative assessment of cephalometric errors. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 15, n. 4, p. 305-314, Aug. 1993.
4. BAUMRIND, S. et al. The reliability of head film measurements. 3. tracing superimposition. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.70, n. 6, p. 617-644, Dec. 1976.
5. BÓSCOLO, F. N. ; HAITER NETO, F. ; MONTEIRO, S. A. C. Alteração do plano de orientação de frankfurt em telerradiografias frontais. **Rev. Odontol. Univ. São Paulo**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 159-166, abr./jun. 1998.
6. BRUNELLI, M. R. **Estudo sobre a importância do plano horizontal de Frankfurt em telerradiografias pósterio-**

anteriores para análise cefalométrica - padrão ricketts. Piracicaba, 1995. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1995.

7. DAVIS, D. N. ; MACKAY, F. Reliability of cephalometric analysis using manual and interactive computer methods. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v. 18, n. 2, p. 105-109, May 1991.

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

9. EPPLEY, B. L. ; SADOVE, M. Computerized digital enhancement in craniofacial cephalometric radiography. **J. Oral. Maxillofac. Surg.**, Philadelphia, v. 49, n. 10, p. 1038-1043, Oct. 1991.

10. FORSYTH, D. B. ; SHAW, W. C. ; RICHMOND, S. Digital imaging of cephalometric radiography, Part 1: advantages and limitations of digital imaging. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 66, n. 1, p. 37-42, 1996.

11. FORSYTH, D. B. ; DAVIS, D. N. Assessment of an automated cephalometric analysis system. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 18, n. 5, p. 471-478, Oct. 1996.

12. GAFHARI, J. ; CATER, P. E. ; SHOFER, F. Effect of film-object distance on posteroanterior cephalometric measurements: suggestions for standardized cephalometric methods. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 108, n. 1, p. 30-37, July 1995.

13. GOTFREDSEN, E. ; KRAGSKOV, J. ; WENZEL, A. Development of a system for craniofacial analysis from monitor-displayed digital images. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsfills, v. 28, n. 2, p. 123-126, Mar. 1999.

14. HOUSTON, W. J. B. The analysis of errors in orthodontic measurements. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 83, n. 5, p. 382-390, May 1983.

15. LANGLADE, M. **Cefalometria ortodôntica**. São Paulo : Santos, 1993.

16. LAU, P. Y. W. COOKE, M. S. ; HÄGG, U. Effect of training and experience on cephalometric Measurement errors on surgical patients. **Int. J. Adult Orthodon. Orthognath. Surg.**, Chicago, v. 12, n. 3, p. 204-213, Fall 1997.

17. MCNAMARA, J. A. A Method of cephalometric evaluation. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 86, n. 6, p. 449-469, Dec. 1990.

18. MACRÌ, V. ; WENZEL, A.

Reliability of landmark recording on film and digital lateral cephalograms. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 15, n. 2, p. 137-148, Apr. 1993.

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

20. MARTINS, L. P. **Erro de reprodutibilidade das medidas das análises cefalométricas de Steiner e de Ricketts pelos métodos convencional e computadorizado**. Araraquara, 1993. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual de São Paulo, 1993.

21. MICHELON, D. **Assimetria facial avaliada através de telerradiografia em norma frontal, em brasileiros, leucodermas com oclusão dentária normal**. Piracicaba, 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1994.

22. MIYASHITA, K. **Contemporary cephalometric radiography**. Chicago : Quintessence, 1996.

23. MONTEIRO, S. A. C. **Estudo sobre a influência do plano de orientação de Frankfurt, alterado em +5° e -5°, nas mensurações verticais e angulares em telerradiografias pósterio-anteriores**. Piracicaba, 1996. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1996.

24. NIMKARN, Y. ; MILES, P. G. Reliability of computer-generated cephalometrics. **Int. J. Adult Orthodon. Orthognath. Surg.**, Chicago, v. 10, n. 1, p. 43-52, Spring 1995.

25. OLIVER, R. G. Cephalometric analysis comparing five different methods. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v. 18, n. 4, p. 277-283, Nov. 1991.

26. PEREIRA, C. B. Advento da informática na ortodontia. **Programa Oficial do IV Encontro Nacional de Ortodontia da Sociedade Paulista de Ortodontia, 1994**. 3 p. Online. Available: <http://www.bnet.com.br/cleber/advento.html>. 26 novembro 1998.

27. PEREIRA, C. B. ; MUNDSTOCK, C. A. ; BERTHOLD, T. B. **Introdução à cefalometria radiográfica**. 2.ed. São Paulo : Pancast, 1987.

28. PETRELLI, E. ; BAPTISTA, J. M. **Ortodontia: fundamentos em cefalometria clínica**. Curitiba : Editek, 1997.

29. REINHART, A. et al. Computer-assisted telerradiographic image interpretation

in orthodontics. **Fogorv. Sz.**, v. 84, n. 1, Jan. 1994. Abstract. 1 p. Online. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/htbin-post/Entrez/query?uid=1999256&form=6&db=m&Dopt=b>. 23 novembro 1998.

30. RICKETTS, R. M. The evolution of diagnosis to computerized cephalometrics. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 55, n. 6, p. 795-803, June 1969.

31. _____. The value of cephalometrics and computerized technology. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 42, n. 3, p. 179-199, 1972.

32. SAGNER, T. et al. Diagnostic image quality in comparison of conventional and digital cephalometric radiographs. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsfills, v. 27, Suppl. 1, p. 27, June 1998.

33. SANDLER, P. J. Reproducibility of cephalometric measurements. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v. 15, n. 2, p. 105-110, May 1988.

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

35. TAYLOR, R. W. Advances in cephalometric analysis. In: JACCOBSON, A. **Radiographic cephalometry from basic to videoimaging**. Chicago : Quintessence, 1995. p. 255-260.

36. TOURNE, L. P. M. Accuracy of a commercially available digitizer: a new method for assessment of errors in linearity. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 66, n. 6, p. 433-440, 1995.

37. TRPKOVA, B. et al. Cephalometric landmarks identification and reproducibility: a meta analysis. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 112, n. 2, p. 165-170, Aug. 1997.

38. TSANG, K. H. ; COOKE, M. S. Comparison of cephalometric analysis using a non-radiographic sonic digitizer (DigiGraph Workstation) with conventional radiography. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 21, n. 1, p. 1-13, Feb. 1999.

39. VILELA, O. V. **Manual de cefalometria**. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1998.

Endereço para Correspondência:
Vaníia Fontanella
Rua Ramiro Barcelos, 2492
Porto Alegre - RS
0-XX-51.316.5199
e-mail: vaniafontanella@zaz.com.br

TABELA 01. MEDIDA SIMETRIA POSTURAL (em graus)

<i>Método</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Manual	0.33 ^a	1.91
SMTC	0.53 ^a	1.95
OrtoView	-0.37 ^a	1.83
Radiocef	-0.20 ^a	1.95
Orto Manager	1.61 ^a _r	1.09

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a um nível de significância de 1%.

TABELA 02. MEDIDA LINHA MEDIANA MAXILO-MANDIBULAR (em graus)

<i>Método</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Manual	-0.54	1.60
SMTC	-0.89	1.89
OrtoView	-0.92	1.84
Radiocef	-0.66	1.89
Orto Manager	-0.73	1.81

TABELA 03. MEDIDA LINHA NASAL (em mm)

<i>Método</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Manual	32.48	3.98
SMTC	32.58	3.84
OrtoView	32.29	4.01
Radiocef	32.52	3.93
Orto Manager	32.69	4.11

TABELA 04. MEDIDA ALTURA NASAL (em mm)

<i>Método</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Manual	53.44	3.55
SMTC	53.49	3.42
OrtoView	53.33	3.51
Radiocef	53.09	3.62
Orto Manager	53.56	3.45

TABELA 05. MEDIDA LARGURA MAXILAR (em mm)

<i>Método</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Manual	64.91	4.22
SMTc	65.55	4.28
OrtoView	64.85	4.17
Radiocef	64.64	4.12
Orto Manager	65.22	4.19

TABELA 06. MEDIDA LARGURA MANDIBULAR (em mm)

<i>Método</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Manual	85.41	5.74
SMTc	86.58	5.77
OrtoView	85.65	5.76
Radiocef	85.54	5.84
Orto Manager	86.12	5.84

TABELA 02. MEDIDA LARGURA FACIAL (em mm)

<i>Método</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>
Manual	130.95	6.93
SMTc	131.01	6.71
OrtoView	131.47	6.99
Radiocef	130.70	6.71
Orto Manager	131.42	6.94