



1290005119

TCE/UNICAMP
M825t
FOP

OLÍVIA MORIHISA

Traçado cefalométrico manual *versus* computadorizado e seus programas em radiografias cefalométricas laterais.

Revisão de Literatura.

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba (UNICAMP), para obtenção do título de Especialista em Radiologia Odontológica.

Piracicaba

2002

OLÍVIA MORIHISA

Traçado cefalométrico manual *versus* computadorizado e seus programas em radiografias cefalométricas laterais.

Revisão de Literatura.

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba (UNICAMP), para obtenção do título de Especialista em Radiologia Odontológica.

Orientador:

Prof. Dr. Francisco Haiter Neto

083

Piracicaba

2002

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA**

= Classif. _____
 = autor M825t
 = nome _____

idade - FOP/UNICAMP

de UNICAMP

825t Ed.

Ex.

nbo. 5119

C D

cc. 16 P-334/2010

sgo. R\$ 11,00

sta. 20/11/10

registro 775295

Ficha Catalográfica

M825t	<p>Morihisa, Olívia.</p> <p>Traçado cefalométrico manual <i>versus</i> computadorizado e seus programas em radiografias cefalométricas laterais. Revisão de literatura. / Olívia Morihisa. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2002.</p> <p>85f. : il.</p> <p>Orientador : Prof. Dr. Francisco Haiter Neto.</p> <p>Monografia (Especialização) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Cefalometria. 2. Radiologia. 3. Software. 4. Radiografia. I. Haiter Neto, Francisco. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p>
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.

Dedico este trabalho aos meus pais,

YOSHI e REGINA,

que sempre me apoiaram, compreenderam

e incentivaram...



...e aos meus irmãos, Marcel e Raquel,

sempre presentes em meus pensamentos...

SUMÁRIO

	Pág.
Lista de Abreviaturas e Siglas	06
Resumo	07
Abstract	08
Introdução	09
Histórico	10
A Técnica Radiográfica	13
A Técnica do Traçado Cefalométrico Manual	15
Os Pontos Cefalométricos	16
O Cefalograma	17
As Análises Cefalométricas	18
A Técnica Cefalométrica Computadorizada	18
<i>Softwares</i>	20
DigiGraph	30
Proposição	38
Revisão de Literatura	39
Discussão	65
Conclusão	78
Referências Bibliográficas	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

mA	- miliampères
kV	- quilovolts
mm²	- milímetros quadrados
m	- metros
mm	- milímetros
FOR	- <i>Foundation fo Orthodontic Research</i>
USA	- <i>United States of America</i>
USP	- Universidade de São Paulo
VTO	- Objetivo de Tratamento Visual (<i>Visual Treatment Objective</i>)
PorDiosW	- <i>Purpose on Request Digital image.orthodontic system for Windows</i>
PC	- <i>Personal Computers</i>
DFP	- Dentofacial Planner
FOB	- Faculdade de Odontologia de Bauru
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
3-D	- três dimensões
ADA	- <i>American Dental Assossiation</i>
UCSD	- <i>University of California at San Diego</i>
2-D	- duas dimensões
PSP	- sistema de armazenamento de fósforo
s	- segundos
SS	- <i>Spacial Spectroscopy</i>
cm²	- centímetros quadrados

RESUMO

A cefalometria é de fundamental importância no diagnóstico e planejamento dos casos ortodônticos e cirúrgicos ortognáticos, porém é fato que o profissional perde um tempo precioso no traçado cefalométrico manual. Os programas de cefalometria computadorizado chegaram para dinamizar o processo bem como auxiliar o clínico através de suas inúmeras funções, entretanto devemos avaliar qual destes dois sistemas, o manual ou o computadorizado, é mais confiável para o uso clínico. O objetivo deste trabalho foi fazer uma revisão de literatura sobre os dois sistemas de cefalometria, o manual e o computadorizado, comparando-os quanto à qualidade diagnóstica das análises cefalométricas. É certo que independente da forma de execução, a cefalometria sempre exige uma apurada técnica de trabalho para a não ocorrência de erros. Mesmo assim, é difícil evitá-los, sendo essencial, dentro da filosofia em estudo, a replicação de traçados para tomadas de decisões seguras. Foi observado também que seria mais fácil a comparação entre ambos os métodos se houvesse uma certa equivalência entre as metodologias de estudos empregados nos trabalhos analisados. Mesmo assim, verificamos que ambos os métodos apresentam limitações, por isso o profissional deve estar atento e usar o bom senso e a experiência clínica na avaliação da análise para um correto diagnóstico e planejamento. Com relação aos diversos *softwares* cefalométricos presentes no mercado, todos parecem funcionar dentro de suas limitações não sendo visto diferenças significantes entre eles. Quanto a escolha do *software*, o usuário deve procurar conhecer as vantagens e desvantagens de cada um e enquadrá-las às suas necessidades.

ABSTRACT

Cephalometry has a fundamental importance in orthodontic and orthognatic surgery diagnosis and planning but is known that manual cephalometric tracing is time consuming. The computerized cephalometric softwares have facilitated the process and helped the clinician with their functions but we have to analyse which of them, the manual or the computerized system, is the most security in the practice. We have done a literature review about the two systems of cefalometry comparing them in diagnosis quality of the cephalometric analysis. It's known that in both of them we need an accurate technique to neutralize the errors incidence however it's difficult to get them. Because of this, it's necessary into the study philosophy that we replicate all the tracings for a more accurate decision. If there was a better equivalence in the methodologies of the analysed studies would be easier to compare the systems. Although we observed that both methods have limitations, the professional has to be alert and use their good sense and clinic experience in the analysis evaluation to a correct diagnosis and planning. There are many cephalometric softwares available and all of them seems to work well into their limitations and we haven't seen significant differences between them. The users have to look for the best software for their own necessities and have to know the advantages and limitations of each one.

INTRODUÇÃO

A cefalometria radiográfica é a mensuração de grandezas, lineares e angulares, em radiografia da cabeça, propiciando importantes informações para a elaboração das análises cefalométricas. A denominação cefalometria está bem colocada: *cefalo* refere-se à cabeça, abrangendo dentes, ossos e tecidos moles, e *metria* significa medida. Então, cefalometria é a arte de obter medidas da região de cabeça.

A radiografia lateral do crânio, quando utilizada com finalidade de se obter a cefalometria radiográfica, é denominada de radiografia cefalométrica ou telerradiografia. A telerradiografia traz a vantagem de projetar toda a morfologia da cabeça em um só plano, facilitando a sua mensuração.

Houve um tempo em que se questionou o uso da cefalometria radiográfica, pois alegavam que os números não conseguem expressar a realidade biológica, mas hoje compreende-se que justamente os números, com sua simplicidade e objetividade, é que possibilita a troca de informações concretas e a precisa avaliação comparativa, auxiliando no diagnóstico. Ressalta-se entretanto que o diagnóstico ortodôntico é consequência da somatória de diversos exames, dentre os quais o exame clínico, as radiografias intra-orais, análises cefalométricas e os modelos. Dentre estes inúmeros elementos, a Cefalometria ocupa um lugar de destaque, permitindo ao ortodontista elaborar um diagnóstico correto e planificar o tratamento com mais segurança. (VELLINI, 1998)

É também de suma importância compreendermos que apenas uma telerradiografia, para a análise cefalométrica, é uma avaliação estática do tempo. Quando possuímos duas ou mais telerradiografias, em diferentes espaços de tempo, a avaliação é dinâmica e enriquecedora. Permite uma avaliação de determinado momento bem como uma avaliação através do tempo.

A cefalometria radiográfica tornou-se uma técnica complementar no diagnóstico e fundamental para o planejamento ortodôntico preventivo, interceptativo, corretivo ou na cirurgia ortognática, e também na observação do crescimento e desenvolvimento dos ossos maxilares e faciais, na avaliação de casos durante e após o tratamento, como documento legal, no ensino, comunicação e na pesquisa. É preciso reconhecer que a prática cefalométrica necessita de esforços de todo gênero, pois exige: conhecimento anatômico, compreensão das imagens radiográficas, esforço de traçado sistemático das radiografias, análise e interpretação, avaliação dos resultados, e educação continuada.

Sabe-se, porém, que a cefalometria radiográfica não é uma ferramenta tão precisa quanto se possa imaginar, pois erros significantes estão presentes nas suas medidas. Todo esforço, portanto, deve ser feito para minimizar seus efeitos. Com o advento do computador e do uso de aparelhos eletrônicos de digitalização, permitiu-se o cálculo matemático de ângulos e distâncias, utilizando coordenadas cartesianas a partir da digitação dos pontos. Diante disso, possibilitou-se uma alternativa de redução dos erros nas mensurações feitas com réguas e transferidores.

Sabe-se que a técnica cefalométrica tradicional requer uma parcela considerável de tempo, e com o auxílio do computador estas tarefas se tornam mais rápidas. Após o desenho das estruturas anatômicas e do perfil tegumentar, as medidas angulares e lineares passam a ser prontamente calculadas. Falta saber se são tão eficazes clinicamente como a técnica cefalométrica manual.

HISTÓRICO

Durante muito tempo a cefalometria pertenceu mais à pesquisa científica e a mensuração craniométrica anatômica do que à ortodontia clínica. Somente após a descoberta dos raios-X em novembro de 1895 por **Wilhelm Conrad Röntgen**, é que a cefalometria

radiográfica tem seu marco inicial. Mesmo assim, devemos lembrar o período anterior ao advento da radiografia, pois esta herdou das artes e da craniometria grandes conhecimentos.

Hipócrates (460-375 a.C.) - deixou numerosas descrições de variações na forma dos crânios.

Leonardo da Vinci (1452-1519) - cabe a ele os primeiros estudos métricos da cabeça, estabelecendo proporções entre linhas e segmentos.

1780 - Pieter Camper (1722-1789) descreveu o ângulo facial formado pelo plano de Camper com a linha facial (tangente à parte mais proeminente do osso frontal e à leve convexidade anterior do incisivo central superior).

1882 - é aceito mundialmente o plano horizontal de Frankfurt como plano de orientação do crânio.

1896 - Walker destacou a importância das tomadas radiográficas de perfil.

1914 - Berglund relacionou o perfil ósseo com o perfil tegumentar.

1921 - Pacini já utilizava certos artefatos para a padronização das radiografias, como, por exemplo, o fato dele imobilizar a cabeça do paciente com ataduras de gase, tomar radiografias com o plano sagital paralelo à película radiográfica, usar uma distância foco-filme de dois metros. Em 1922 o autor mostrou as vantagens da radiografia no estudo do crescimento humano, utilizando-se de pontos craniométricos já conhecidos pela antropologia.

1922 - Simons destacou a importância da cefalometria no diagnóstico das anomalias dentárias.

1923 - Charles McCavem, através de radiografias laterais, destacou a relação entre os perfis mole e duro e registrou as alterações que ocorriam nos mesmos.

Broadbent publicou trabalhos muito importantes no desenvolvimento da cefalometria, inclusive a criação do cefalostato que levou à padronização das técnicas radiográficas em 1928. Com este recurso, conseguiu demonstrar que determinados pontos

considerados fixos na realidade se deslocavam com o crescimento. Ele ainda sugeriu o método de sobreposição das telerradiografias sobre estruturas básicas indicando as alterações durante o tratamento ortodôntico.

Em 1931, **B. Holly Broadbent**, publicou sua pesquisas em “Uma nova técnica de raios-X e sua Aplicação em ortodontia”. Este artigo é reconhecido como o marco inicial da cefalometria radiográfica. Nessa mesma época, **Hofrath** na Alemanha publicou sua pesquisa sob o título “A importância da telerradiografia no diagnóstico das anomalias maxilares”. Este último mostrou que a análise das estruturas ósseas faciais eram decisivas para o estabelecimento das relações maxilofaciais, determinando os fundamentos para a atual cefalometria através de planos e ângulos para fundamentar o diagnóstico. Mostrou também a angulação dos dentes com o plano oclusal e a relação angular dos dentes com as estruturas maxilares.

Pesquisadores como Schwarz (1939), Brodie (1938), Tweed (1946), Wyllie (1947), Björk (1947), Downs (1948), Steiner (1953), Krogman (1957), Sassouni (1958), Salzman (1960), Ricketts (1960), Thurow (1962) e outros, ampliando e aperfeiçoando os estudos fundamentais de seus antecessores, deram seqüência à trajetória da cefalometria radiográfica no mundo, chegando hoje à cefalometria computadorizada.

Desde a década de 1960 os profissionais de todo o mundo já estavam pesquisando o uso do computador na cefalometria, no sentido de aperfeiçoar seus resultados, melhorar as performances e rapidamente colher seus benefícios.

1965 – Savara, utilizando um computador IBM, obteve medidas lineares da mandíbula baseando-se em cefalogramas.

1967 - Walker apresentou uma análise cefalométrica baseada em 177 pontos gravados em cartão magnético.

1969 - Ricketts discutiu as limitações e as possibilidades de um sistema computadorizado.

1981 - Salvego, no Brasil, utilizando um computador PDP-10, publicou a primeira parte de análise cefalométrica por computador.

1982 - Barison desenvolveu um sistema para microcomputadores onde as diferentes análises cefalométricas eram executadas com precisão, rapidez e fidelidade dispensando-se aqueles grandes e dispendiosos computadores de primeira geração.

A partir de 1984, os progressos realizados na área de informática têm sido impressionantes. Ampliou-se extraordinariamente a memória dos computadores (*bytes, megabytes e gigabytes*) e hoje em dia conseguimos arquivar os traçados cefalométrico e seus resultados. Após a digitalização dos pontos, obtém-se quase que instantaneamente a análise desejada na tela do monitor.

O uso das análises cefalométricas computadorizadas na clínica ortodôntica cresce e, acreditamos, continuará crescendo e se aperfeiçoando no decorrer dos anos.

A TÉCNICA RADIOGRÁFICA

A técnica para radiografias com fins cefalométricos compreende algumas peculiaridades, de importância fundamental, que devem ser observados tanto para o aparelho quanto para a técnica em si.

Raios-X. O aparelho gerador de raios-X deve render 30 mA (PEREIRA, 1989), 20 mA (LANGLADE, 1993) ou 15 mA (FREITAS, 2000) e 90 kV, aproximadamente, tendo uma área focal que não exceda 3 mm². O tempo de exposição varia de acordo com o tipo de filme e de placa intensificadora utilizados.

Cefalostato. O posicionamento e imobilização da película e da cabeça do paciente, para a tomada radiográfica, se faz com o auxílio do cefalostato. Graças a este

artifício é possível repetir radiografias ao longo dos tempos, com o paciente sempre na mesma posição e a uma distância padrão.

Porta-filme (chassi/ cassete). Contendo a película radiográfica e as duas telas intensificadoras (*ecrans*). O tamanho da película deve ser de tamanho suficiente para abranger todas as estruturas anatômicas em estudo, e estar perpendicular ao plano horizontal.

Filtro de alumínio. Na parte externa do porta-filme ou no cabeçote, cobrindo a área correspondente ao perfil tegumentar. Ele tem como finalidade diminuir a penetração dos raios-X, possibilitando melhor contraste dos tecidos moles.

Distância raios-X - paciente - película. Deve ter uma distância de 1,52 m (5 pés ou 60 polegadas) entre a fonte geradora de raios-X e o plano sagital médio do paciente (devido à ela, estas radiografias recebem o nome de telerradiografias); o feixe central de raios-X na horizontal e incidindo em perpendicular ao plano sagital mediano do paciente, e conseqüentemente à película radiográfica, passando através das duas olivas (na região do trágus direito); o porta-filmes deve ficar o mais próximo possível da face esquerda do paciente.

O paciente. Deve estar sentado ou em pé, com o torso ereto; lado esquerdo da face junto ao porta-filmes; plano de Frankfurt paralelo ao plano horizontal; olivas do cefalostato introduzidos nos condutos auditivos externos do paciente de tal forma que fiquem exercendo ligeira pressão para cima; dentes em oclusão cêntrica (máxima intercuspidação); musculatura perioral em repouso, ocorrendo vedamento labial somente quando a musculatura labial permitir (não deve ocorrer esforço muscular).

A telerradiografia em norma lateral deve também apresentar alguns requisitos como nitidez das estruturas anatômicas que interessam à análise proposta, coincidência das imagens das olivas do cefalostato (a imagem da oliva direita mais afastada da película se apresentará ligeiramente maior do que a da esquerda), a imagem da sela túrcica mostrando um

traço único, pouco espesso (a imagem dupla da sela túrcica evidencia que a radiografia não foi tomada exatamente em norma lateral), e os dentes do paciente ocluídos em posição de máxima intercuspidação, o que deve ser sempre comprovado com o exame clínico. (PEREIRA, 1989)

Obedecendo a estes requisitos, o ortodontista ou cirurgião-ortognático terá uma radiografia que lhes permitirá excelentes análises, apesar da pequena ampliação da imagem de 5 a 8%, porém que em nada prejudica já que este coeficiente de ampliação permanece o mesmo para todas as radiografias feitas antes e depois do tratamento conservando a confiabilidade matemática das sobreposições e dos cálculos cefalométricos. (LANGLADE, 1993)

A TÉCNICA DO TRAÇADO CEFALOMÉTRICO MANUAL

O material básico para se realizar um traçado cefalométrico manual compreende:

➤ papel *ultraphan* (papel transparente de acetato) ou vegetal sobre a telerradiografia lateral com o perfil anterior voltado para a direita. LANGLADE (1993) ainda recomenda que as margens do papel estejam paralelas ao plano de Frankfurt;

- rolo de fita adesiva;
- negatoscópio com luz fria com máscara de papel cartão preto;
- Lápis ou lapiseira com grafite HB 0,3 ou 0,5 mm e borracha plástica;
- Uma régua milimetrada e um transferidor;
- Um *tracing template*.
- Compasso que forneça as proporções divinas em qualquer abertura

(utilizada por algumas análises)

O desenho é feito da esquerda para a direita e de cima para baixo e existem as cores determinadas por um código internacional para distinguir os diversos traçados (FOR –

Foundation fo Orthodontic Research – USA): preto (inicial), verde (previsão de crescimento), vermelho (previsão de crescimento com tratamento), marrom (durante o tratamento), azul (após o tratamento) e violeta (após a contenção). Para auxílio durante o traçado, deve-se sempre ter em mãos a documentação completa do paciente (modelos de estudo, telerradiografias, radiografia panorâmica e periapicais, fotografias).

Primeiramente é realizado o traçado dos acidentes anatômicos sagitais: calota craniana, sela túrcica, base do crânio anterior, região nasal e frontal, linha biespinhal, perfil anterior da maxila, palato duro e mole, incisivos centrais superiores e inferiores, sínfise mandibular, perfil tegumentar, osso hióide, Atlas e as vértebras cervicais C2, C3 e C4. Quando os incisivos centrais direito e esquerdo apresentarem-se em posições diferentes, como norma, toma-se a média entre eles, tanto na arcada superior quanto na inferior.

Os acidentes anatômicos laterais geralmente aparecem em imagens duplas, representando um lado e o outro da face, resultado da divergência dos raios-X e da assimetria facial. Alguns autores preferem traçar as duas imagens e tomar a média entre elas (padrão USP); outros preferem traçar o lado esquerdo da face, que por estar mais perto da película tem menor ampliação. Estas estruturas laterais são: pório, fissura ptérigo-maxilar, órbitas, apófise zigomática, 1º molar superior e inferior, bordo posterior do ramo da mandíbula e bordo inferior do corpo da mandíbula, bem como os côndilos, chanfradura sigmóide e apófise coronóide.

OS PONTOS CEFALOMÉTRICOS

Os pontos craniométricos e cefalométricos, que na maioria foram herdados da antropologia, são pontos precisamente determinados por diferentes autores, sendo localizados em acidentes anatômicos, facilmente identificáveis ou em posições geométricas. Os pontos localizados no plano sagital médio são ímpares na sua maioria, os mais precisos e confiáveis.

São eles: ponto S (Sela túrcica), N ou Na (Násio), N' ou Na' (Násio linha), P' (Ponto "P" linha), Spnp (Ena/Epna/ANS – Espinha Nasal Anterior), Spna (Enp/Epnp/PNS – Espinha Nasal Posterior), A (ponto "A"), B (ponto "B"), B' (ponto "B" Linha), Pg ou Pog (Pogônio), Pg' ou Pog' (Pogônio Mole), E (ponto "E"), Gn (Gnátio), Me (M ou ME - Mentoniano), Me'(Mentoniano Tegumentar), Ba (Básio), Pm (Protuberância Mentoniana), Lábio Inferior (Li), Lábio Superior (Ls).

Os pontos localizados lateralmente são pares, um de cada lado da face, e nas telerradiografias podem apresentar-se duplos, em imagens não coincidentes. São eles: Co (Condílio ou Condilar), Po (Pório), Fpm ou PTM (Ponto da Fissura Ptérigomaxilar), Or ou O (Orbital ou Orbitário), Go (Gônio), Ago (Antegônio), 6(1° molar superior), Pt ou PT (Pterigóide), Xi (Ponto "Xi"). Dentre estes pontos, existem aqueles obtidos cefalometricamente, ou seja, determinados durante o traçado cefalométrico e que não são propriamente anatômicos, como por exemplo, o ponto Xi.

Devemos ressaltar que nem todos os pontos estão aqui citados, pois na realidade eles são muitos, sendo que cada análise e cada autor os retratam com siglas diferentes, e utilizam estes pontos de forma individual e específica.

Ao traçarmos semi-retas tangenciando estes pontos, teremos a representação de planos e linhas, e assim temos a capacidade de mensurar distâncias e ângulos. Essas medidas denominam-se grandezas cefalométricas e poderão fazer parte das mais diferentes análises cefalométricas.

O CEFALOGRAMA

Compreende o desenho das estruturas anatômicas, a demarcação dos pontos cefalométricos, o traçado de linhas de orientação. Estes desenhos conduzem ao estudo (análise) que se deseja fazer na telerradiografia da cabeça e restringem-se às necessidades da

análise proposta. Os cefalogramas obtidos nas radiografias de perfil tem o nome de perfilogramas, nos quais são analisadas as estruturas no sentido ântero-posterior e vertical (PEREIRA, 1989).

AS ANÁLISES CEFALOMÉTRICAS

São estudos preconizados por diferentes autores através da identificação e determinação dos pontos cefalométricos e mensurações das linhas e ângulos, formado pela ligação destes pontos, com o intuito de evidenciar as anomalias dento-faciais. Estas análises utilizam padrões de normalidade, numéricos ou morfológicos, para comparar com o que se encontra no paciente. Alguns destes padrões são puramente estéticos e subjetivos. Porém a relação dos dentes nas arcadas dentárias e a relação entre elas estão condicionadas aos padrões de normalidade impostos pela oclusão normal (PEREIRA, 1989).

A TÉCNICA CEFALOMÉTRICA COMPUTADORIZADA

A técnica cefalométrica computadorizada consiste em se obter informações gráficas contidas no cefalograma (posição dos pontos) em dígitos que o computador pode armazenar, manipular e recuperar. As referências marcadas no cefalograma e digitalizadas são armazenadas na memória do computador usando o sistema de coordenadas “x” e “y”, através do qual são fornecidas as medidas lineares e angulares entre os vários pontos dentro do sistema (TAYLOR, 1995).

Segundo ALMEIDA (1989), uma cefalometria não se modifica pelo fato de ser computadorizada, ou seja, suas características, normas e padrões não são alterados, e permanecem os mesmos de quando é executada de forma tradicional.

No início, para obtermos um traçado cefalométrico computadorizado, necessitávamos de um equipamento mínimo, que pode ser resumido em quatro elementos:

mesa digitalizadora ou mesa gráfica (*digitizer*), o computador, o *plotter* ou traçador de gráficos e a impressora. Hoje, os dois métodos mais comuns em cefalometria computadorizada são a digitalização dos pontos através da mesa gráfica e a digitalização do filme (imagem radiográfica digitalizada por captura de imagem através do *scanner* ou câmera de vídeo). Devemos lembrar que também existe a possibilidade de se obter uma radiografia cefalométrica digital de forma direta, através do sistema de armazenamento em placa de fósforo (PSP).

A mesa digitalizadora é o periférico por onde os pontos e os desenhos das estruturas anatômicas e demais dados da telerradiografia são fornecidos ao computador. Essa manobra é feita através de uma caneta eletrônica ou cursor. A mesa gráfica possui uma superfície de trabalho cujas dimensões variam, podendo ter por volta de 35 cm de altura por 45 cm de largura, e é nesse espaço que são feitas as marcações de pontos e desenhos. Sob a tela da mesa gráfica existe uma malha elétrica com pontos sensíveis. Através da caneta ou do cursor, que emitem sempre um mesmo impulso elétrico, esses pontos serão ativados, reconhecem o setor da mesa em que se encontram e enviam essa pulsação ao computador. Vários pontos são marcados e vão determinar o aparecimento de traços no monitor. Dessa maneira formam-se os desenhos das estruturas anatômicas de interesse na análise. A mesa gráfica trabalha com um sistema de coordenadas cartesianas “x” e “y”.

O *plotter* é o periférico que, acoplado ao computador, executa a parte gráfica. É portador de um braço mecânico em cujas extremidades estão localizadas pequenas canetas dotadas de penas e de um pequeno reservatório com tintas de diversas cores, que possibilitam às penas traçar desenhos em diferentes tonalidades. Textos também são passíveis de serem impressos pelo *plotter*. A velocidade com a qual o *plotter* opera depende do equipamento e do *software* por ele utilizado. O *plotter* também trabalha segundo um eixo “x” e “y” de coordenadas cartesianas. O fato de o traçado ser executado com linhas contínuas, dando

grande definição ao desenho, ou com linhas interrompidas, não interfere no resultado final da análise, pois esse depende exclusivamente dos pontos estabelecidos no computador pelas equações contidas no *software*.

A impressora é o periférico para a impressão dos dados fornecidos pelo computador, sejam eles textos ou resultados de análises cefalométricas. As impressoras atuais são a laser ou a jato de tinta, substituem o *plotter* e o faz com maior vantagem em termos de precisão, rapidez e resolução. (FREITAS, 2000)

Hoje, com os *softwares* mais modernos de cefalometria, a mesa gráfica poderia ser substituída por um *scanner* com placa para transparência, própria para “escanear” radiografias ou por uma câmera de vídeo, e a caneta ou cursor substituídos por um *mouse*. Na digitalização da imagem radiográfica através destes sistemas, ou ao se obter uma imagem digital direta, os pontos cefalométricos são marcados com o cursor do *mouse* diretamente sobre a imagem no monitor. Os *softwares* mais recentes permitem a integração do cefalograma com imagens frontal e em perfil do paciente, para simular os resultados do tratamento (TAYLOR, 1995).

SOFTWARES

O programa (*software*) é a “alma” do computador, pois é na dependência de seus recursos que se irá realizar o trabalho para o qual o computador será direcionado. Os *softwares* são desenvolvidos em diferentes linguagens das quais a mais simples é a Basic, que opera com equações trigonométricas e cujo representante é o **ORTOCOMP**. Dois sistemas bastante difundidos, **ORTOVIEW** e **RADIOCEF** utilizam a linguagem Pascal.

No final dos anos 60, surgiu o primeiro *software* para auxílio do ortodontista no diagnóstico e prognóstico dos casos denominado **JOE** (*Jiff Orthodontic Evaluation*). Constitui-se em um programa de análise estática, produzindo análise do traçado lateral e

frontal de Ricketts, Jaraback, Sassuoni-Plus, Steiner e Gummouns, ensejando sua customização e permitindo ao usuário individualizar sua própria análise. Ele executa sobreprojeções de traçados cefalométricos de diferentes fases do tratamento com o plano de Frankfurt em PTV, Na-Ba em Na, Na-Ba em CC, S-Na em Na, Plano Palatal em ENA, Corpo Axial em PM e Plano Facial em Plano Oclusal e gera uma coleção de valores cefalométricos, considerados como normais para um paciente de acordo com a sua idade e raça, além da representação de um ideal normal através de uma telerradiografia lateral.

O sistema **ORTOCOMP** funciona da seguinte maneira: obtida uma telerradiografia, faz-se o traçado manual, leva-o sobre a mesa gráfica ou digitalizadora e traça com a caneta da mesa digitalizadora, sobre o traçado, as estruturas cefalométricas previamente desenhadas e com essa mesma caneta marcamos todos os pontos cefalométricos de interesse na análise. A medida em que traçamos as estruturas no papel vegetal, estas vão aparecendo na tela do computador, o que permite, em caso de erro que se corrija imediatamente. Após termos marcados todos os pontos cefalométricos, o computador faz os cálculos e o *plotter* é então acionado, desenhando o traçado em transparência. Terminado o desenho feito pelo *plotter*, a impressora imprime os resultados da análise em formulário contínuo ou em papel sulfite.

O **SMTC** – versão 4.1 (Flodontomed – Florianópolis SC) requer, inicialmente, que sejam desenhadas as estruturas anatômicas e marcados os pontos cefalométricos exigidos pelo *software*, em papel acetato preso à 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 *software*, para posterior análise, cálculos e impressão de relatórios. (MAHL & FONTANELLA, 1999)

No *software* **ORTOVIEW** (Cirrus Informática – São Bernardo do Campo, SP), no lugar da caneta teremos um visor com duas linhas perpendiculares entre si e se cortando bem no centro. Com ele, marcamos somente pontos, não sendo necessário desenhar, pois isso será feito pelo computador à medida que os pontos vão sendo marcados. Da mesma forma, o traçado será impresso em transparência e o resultado em papel sulfite e dispensa o uso do *plotter*. Este *software* nos permite não só a obtenção de traçados, mas também as projeções do mesmo, sabendo como o paciente será ao término de seu crescimento. É semelhante ao SMTC, diferenciando-se pela quantidade de pontos a serem marcados, pela maneira com que o traçado é produzido e pela obtenção do traçado através da impressora. (FREITAS, 2000)

Existem mesas gráficas translúcidas que possuem um sistema de negatoscópio o qual permite que os pontos sejam marcados diretamente nas radiografias, dispensando prévios traçados manuais, porém têm a desvantagem de não permitir avaliações ou comparações das estruturas cefalométricas da radiografia com o traçado manual, e a vantagem deste sistema seria quanto ao tempo.

O *software* **PorDios** (*Purpose On Request Digitizer Input Output System*) foi desenvolvido para computadores IBM PC compatíveis, para análise da identificação de pontos e armazenamento de dados. É considerado de relativa simplicidade por permitir que o usuário faça nele alterações de acordo com suas necessidades como, por exemplo, permite que o próprio ortodontista identifique um ponto particular. Oferece a possibilidade de utilizar as análises cefalométricas de Downs, Burstone, Björk, Jarabak, Oclusograma, McNamara, Coben, Perfil, Steiner, Frontal, Ricketts, Tweed. As variações cefalométricas causadas pelos diferentes tipos raciais podem ser determinadas pelo usuário antes mesmo da digitalização dos pontos cefalométricos, obtendo desta maneira maior precisão nos resultados fornecidos. Este *software* emprega um digitalizador comum, mas permite o uso de vídeo ou *scanner* como

meio de digitalização das películas radiográficas. PorDios é um produto do *Institute of Orthodontic Computer Science, Denmark*.

Desenvolvido por GOTFREDSEN, KRAGSKOV & WENZEL (1999), o *software PorDiosW (Purpose on Request Digital image orthodontic system for Windows)*, em VisualBasic, usando a base de dados do Access, tem sido utilizado para a análise crânio-facial clínica diretamente na imagem digital mostrada no monitor e para facilitar análises cefalométricas em radiografias cranianas digitais laterais e frontais e fotografias digitais (mas também pode ser utilizado com radiografias digitalizadas) e tem obtido sucesso aplicado nas análises ortodônticas convencionais bem como nos pacientes com fenda palatal e labial e outras anomalias craniofaciais antes e após as cirurgias.

ORTOCEPH (Video Engenho e Arte, São Paulo, Brasil), um *software* apresentado em quatro módulos complementares:

Módulo de análise cefalométrica de Ricketts, Swarts, Padrão USP, McNamara – o valor de sua análise é comparado com um padrão de normalidade;

Módulo Win-Dental, visualização da mudança do perfil mole e VTO;

Módulo Win-Dental-Database, armazenamento de imagens de documentação ortodôntica em formato JPEG, sendo que para estes dois últimos módulos há a necessidade de se acoplar um sistema de captura e digitalização de imagens (câmera de vídeo, placa de captura de vídeo ou *scanner*).

Módulo Ortoceph Administrativo, responsável pela administração e gerenciamento da clínica ortodôntica.

O *software* **ORTO MANAGER 5.0** foi desenvolvido para o gerenciamento administrativo, financeiro e clínico de consultórios e centros de documentação ortodôntica, e trabalha com as seguintes análises cefalométricas: de Ricketts (sumária e completa), Frontal, de sobreposições e avaliações, Bimler, Steiner, Tweed, Sassouni, McNamara, Interlandi,

Petrovic/Lavergne, Vigorito, Padrão USP, Padrão FOB/USP, Padrão PROFIS/USP, Padrão UFPR, análise para displasias dentofaciais, de vias aéreas, e de terceiros molares. A sequência para a obtenção dos cefalogramas e tabelas através do Orto 5.0, é a seguinte: Digitalização da telerradiografia por meio do *scanner*, marcação das referências cefalométricas, desenho anatômico, obtenção dos cefalogramas e tabelas (análises), digitalização das imagens para documentação (arquivo) e impressão.

O *software* **RADIOCEF 2000** (RadioMemory Ltda. – Belo Horizonte, MG) utiliza um sistema onde “escaneamos” primeiramente uma radiografia que aparecerá na tela do monitor, e com o auxílio do *mouse* marcamos os pontos necessários para a análise pretendida na própria tela e o programa confecciona automaticamente as análises cefalométricas completas, incluindo os cefalogramas e lista de fatores, sendo que desta forma o trabalho cefalométrico torna-se mais fácil e menos cansativo. São mais de vinte análises cefalométricas à disposição entre cinco tipos de exames diferentes: Cefalometria Lateral (Adenóides, Bimler, Delmanto, Downs, Erupção de 3º Molar, Jaraback, McNamara, Lavergne-Petrovic, Profis, Ricketts, Sassouni, Schwarz, Steiner, Hugo Trevisi, Tweed, Unicamp, USP, USP/Unicamp Simplificada, Cefalometria Frontal (Frontal de Ricketts), Idade Óssea de EKLÖF e RINGETS (Índice Carpal), Estudo de Modelos (Mista - Moyers; Permanente - Moyers; e, Bolton) e Análise Facial (Lateral e Frontal).

O **RADIOCEF 2002** traz recursos como:

➤ Novos Relatórios:

Sobreposição de traçados realizados nas diferentes fases do tratamento; Impressão do traçado sobre a fotografia impressa do paciente, sobre a fusão da fotografia com a radiografia, sobre a radiografia impressa, sobre a radiografia impressa texturizada (alto relevo); Cefalograma com valores dos fatores impressos, com cores diferenciadas para cada plano (escolhe-se a cor para cada plano), com lista de fatores na mesma página (fatores

divididos em grupos configuráveis); Relatórios totalmente personalizáveis, com logotipo, cabeçalho, rodapé e fontes totalmente configuráveis (alteração de cor, tamanho, estilo e fonte de letra).

➤ **Maior Facilidade na Marcação de Pontos:**

Escolhe-se a análise desejada e o próprio *software* mostra os pontos que serão necessários marcar para aquela determinada análise, ou seja, não perdemos tempo marcando pontos desnecessários; Acesso direto ao *scanner*; Melhor visualização do tecido mole através da Pseudo-coloração; Possibilidade de opção pelo Mapa ou tabela de pontos durante a marcação de pontos com um clique; Recursos de melhoramento de imagem como controle de brilho e contraste, negativo, realce de bordas, auto-relevo, *zoom*, marcação em tela cheia entre outros, que ampliam as informações da radiografia e facilitam a localização dos pontos anatômicos na hora de marcar.

➤ **Novas Funções:**

Acesso instantâneo ao cadastro de profissionais, não precisando mais digitar os nomes; Auxílio visual na edição de cefalogramas; Criação de novos planos; *Prompt* vocal (o RADIOCEF fala para o usuário os pontos a serem marcados); Funcionamento em vários computadores simultaneamente, quando ligados em rede; Lista de Análises - Possibilidade de montar um conjunto de análises para um mesmo exame marcando apenas uma vez os pontos de todas elas; Armazenamento das Listas de Análises que foram montadas com acesso fácil ao consultar o exame do paciente; Edição de análises com visualização do cefalograma na mesma tela; Maior facilidade e rapidez na colocação de valores no cefalograma; Moldura do cefalograma configurável; Envio do cefalograma pela Internet; Opção pela impressão do Diagnóstico Sumário junto à lista de fatores com um clique.

➤ Novos Vínculos:

Integração com o RADIOCEF ANYWHERE. (Módulo de marcação de pontos à distância); Integração com o RADIOCEF Viewer, onde através deste programa o Centro Radiológico envia pela Internet a cefalometria de determinado paciente e o profissional pode remarcar pontos e fazer alguns ajustes que ele considere necessário, ou seja, o profissional poderá visualizar as documentações, fazer alterações via *e-mail* ou disquete e poderá armazená-las de forma organizada.

O MIXCEF – Construtor de Análises é um recurso onde o ortodontista cria sua análise personalizada ou misturada. Através dele o profissional poderá desenvolver suas próprias análises criando novos pontos, medidas, planos, fórmulas e cefalogramas. É ele quem escolhe os planos e as curvas que deverão compor o cefalograma, como os fatores deverão ser apresentados e quais as médias ou desvios padrões de cada análise.

QUICK CEPH IMAGE PRO E QUICK CEPH 2000 (produzidos pela *Orthodontic Processing, USA*) é um *software* desenvolvido por um ortodontista para a prática ortodôntica e cirúrgica maxilo-mandibular, compatível com Macintosh e Windows, e oferece ao profissional a possibilidade de trabalhar com as análises laterais de Ricketts, Jaraback, Downs, Iowa, Burstone, Steiner, McNamara, Roth, Sassouni, além das análises de tecidos moles, quatro das quais podem ser rapidamente redefinidas por qualquer doutor, resultando em milhares de análises definidas por usuários ou combinações deles. O Quick Ceph inclui uma análise frontal para determinar se a expansão maxilar é possível ou se qualquer assimetria precisa ser corrigida, traz a análise de modelos medindo a discrepância da largura do arco (verdadeiro e de Moyers), a discrepância de Bolton, e a discrepância do tamanho dos dentes. Este *software* permite o uso de uma câmera de vídeo para a captação de imagens coloridas do paciente. As imagens podem ser gravadas no computador com a extensão JPEG, ou seja, serão necessários menos *bytes* para o armazenamento das imagens. Além disso,

possui outras funções como a possibilidade de previsão do crescimento facial, sobreposições, simulação do tratamento ortodôntico e do perfil para fins de cirurgia ortognática.

Outras características deste *software*:

➤ traça as linhas externas completas do perfil e ossos como uma corrente de pontos e automaticamente os convertem em curvas precisas. Outros *softwares* somente permitem aos usuários pegar um limitado número de pontos através do perfil, resultando em linhas retilíneas ou arbitrárias e curvaturas incorretas entre estes pontos. A curvatura permanece uniforme durante o avanço de um maxilar no Quick Ceph enquanto a curvatura em outros *softwares* se torna pontilhada, resultando em mentos e lábios semelhantes a caricaturas e com aspecto denteado.

➤ pode mostrar e imprimir 20 imagens individuais diferentes em cada uma das três janelas possíveis, para um total de 60 imagens. Isto permite ao operador comparar registros do tratamento em sua fase inicial, de crescimento e previsão de tratamento, ou inicial, progressivo e final, ou padrões do paciente e de Bolton ou diferentes pacientes juntos. O Quick Ceph também permite a colocação de imagens de corpo cheias e oblíquas.

➤ incorpora um conjunto de ferramentas completas para simular virtualmente todo o movimento ortodôntico e cirúrgico ou uma combinação deles e os apresenta em uma única janela. Ainda permite que se faça superposições dos traçados iniciais, em crescimento ou o padrão durante a simulação do tratamento, permitindo predições realistas.

➤ utiliza imagens com uma resolução de 1200 por 1200 *pixels* enquanto outros *softwares* utilizam somente até 640 por 480 *pixels*, e trabalha com qualquer tamanho de monitor, do 12.1" ao 22".

DENTOFACIAL PLANNER (DFP), produzido pela *Dentofacial Software Inc.- Canadá*, é considerado um *software* para cefalometria, desenvolvido para computadores IBM PC compatíveis, para o auxílio no diagnóstico e planejamento do tratamento de casos

ortodônticos e também de cirurgias ortognáticas, bem como auxilia no monitoramento da resposta do paciente ao tratamento. Ele oferece uma ampla variedade de análises cefalométrica laterais e frontais, como as análises de Steiner, McNamara, Downs, Ricketts, Grummouns, Harvold, Legan, Jaraback, as quais permite a sua customização através de algumas ferramentas do próprio *software*. Através delas o usuário também poderá executar sobreposições, estimativa de crescimento facial, simulações dos efeitos das modificações ósseas sobre o tecido mole e simulações do movimento ortodôntico na imagem do traçado ortodôntico, e predições cirúrgicas. O profissional cria um chamado Objetivo de Tratamento Cirúrgico o qual permite fazer uma estimativa dos efeitos cirúrgicos nos tecidos mole e esquelético. (FERREIRA, 1998)

Dentofacial Planner Plus (DFP Plus) é a ferramenta de apresentação de casos que aumenta o modo de performance das consultas. É um poderoso sistema de visualização do tratamento que permite ao profissional e ao paciente visualizar as possibilidades de mudanças faciais com as cirurgias ortognáticas e a ortodontia. Contendo toda a funcionalidade do DFP, o DFP Plus estende o planejamento do tratamento a incluir a visualização do tratamento facial lateral automatizada.

Dentofacial ShowCase 2.1 é o novo padrão em imagem digital que torna o computador uma base de trabalho de imagem digital profissional. Isto permite ao profissional adquirir, visualizar, armazenar, corrigir, imprimir e comunicar todos os tipos de imagens digitais dos pacientes, incluindo fotografias faciais e intra-orais.

O Cef-X (CDT) é um sistema de cefalometria tridimensional e planejamento computadorizado e possui vários recursos que facilitam a vida do profissional e que contribuem para a perfeição nos resultados das análises, como a possibilidade de previsão de crescimento, planejamento ortodôntico e cirúrgico, captura de imagens, comunicação pela Internet, marcação de pontos, suporte científico, configurações do sistema, análises, e ajuda

sonora e visual na marcação dos pontos. Estas são algumas das análises encontradas neste sistema: Adenóide; Downs; Lavergne – Petrovic; Sassouni; USP; CEDEFACE; Iowa; Ricketts; Tweed; Bimler; Fonseca; Profis; Steiner; Wylie; Frontal proporções de Ricketts; Axial de Langlade; DM Moyers; DP – Discrepância; Burstone; I.B.E.O.; Proporções Divinas de Ricketts; Trevisi; Apnéia do sono; Erupção dos 3º molares; McNamara; Schwarz; Valieri; Delmanto; Jarabak – Roth; Rocabado; Unicamp; Frontal de Ricketts; Axial; Idade Óssea; DP – Bolton.

O Simulador Cirúrgico é outro recurso deste sistema. Permite uma sobreposição de traçados e a análise da previsão de crescimento. Inclui também o Simulador de Planejamento Ortodôntico – VTO, Eixo Facial, Simulação Ortopédica, Movimentação Dentária, Previsão de Crescimento, Sagital - *Le Fort I segmentar*, Vertical - *Le Fort I Total*; Corpo mandibular - *Le Fort II*, e Subapical - *Le Fort III*.

Uma das vantagens do Cef X é que ele é um tipo de sistema que trabalha com vários monitores em um só computador, com isso todas as informações do paciente ficam visíveis durante a consulta.

Como VANTAGENS da técnica cefalométrica computadorizada, podemos citar:

- permite a confecção e guarda de arquivos (em disquetes ou discos rígidos) de todas as análises e dados referentes aos pacientes;
- facilidade e rapidez;
- qualquer técnica de análise (Steiner, Ricketts, Downs, Bimler, Tweed, entre outras) pode ser efetuada pelo computador, dependendo somente do *software* e do equipamento adequados;
- Existem *softwares* em que o operador pode atuar no sistema, trabalhando com superposição de imagens, simulações e visualização dos objetivos de tratamento (VTO);

- Calcular o crescimento da mandíbula e definir se haverá ou não espaço para os terceiros molares.
- Transmissão de imagens via *Internet*;
- Permite a manipulação de imagem;
- Reduz a dose de radiação (Imagens digitais diretas).

DigiGraph

O **DigiGraph**, descrito por CHACONAS *et al* (1990), é uma ferramenta clínica não-radiográfica desenvolvida pelo *Dolphin Imaging Systems*, Califórnia, que oferece vantagens em um vasto campo das atividades do ortodontista, como por exemplo, a realização de cefalometrias sem radiografias, ou seja, os traçados cefalométricos laterais e frontais e virtualmente qualquer tipo de medição podem ser produzidos em pouco tempo e sem radiação, e gravações progressivas podem ser realizadas em qualquer momento desejado e traçados nos diferentes estágios do tratamento podem ser superpostos e manipulados na tela. Outra vantagem seria a imagem de vídeo, ou seja, imagens ao vivo do paciente podem ser mostradas na tela do computador, e um traçado sem radiografia pode ser superposta à imagem facial correspondente, dando ao operador e ao paciente a oportunidade de ver o traçado e o tecido mole facial juntos. As imagens de vídeo de modelos dentários e intra-orais ao vivo também podem ser mostradas e gravadas para uma futura referência. Cópias fotográficas e papéis podem ser geradas em segundos, e as imagens também podem ser arquivadas em disquetes de 3½" para serem utilizadas a qualquer momento. O ortodontista pode fazer o planejamento do tratamento alterando qualquer imagem na tela, usando o recurso de "recortar e colar" para conseguir um VTO. Enquanto o clínico modifica a imagem facial, os traçados cefalométricos superpostos e suas medidas modificam-se ao mesmo tempo. Outra vantagem deste sistema é a primeira consulta do paciente e dos pais, pois durante esta, o sistema pode

obter todos os dados necessários em apenas poucos minutos, logo o ortodontista pode então avaliar os dados e estar totalmente preparado para uma imediata consulta.

A Base de Trabalho do DigiGraph (*DigiGraph Work Station*) é composto de: uma central computadorizada, um monitor, teclado, 2 vídeo-câmeras, sistema de iluminação, “caneta” para digitação sônica com receptores através de microfones, uma cadeira apropriada e um cefalostato. (JACOBSON, 1995). Qualquer imagem que apareça na tela pode ser reproduzida instantaneamente com um dos três aparelhos de emitir cópia dura ou para leitura direta (*hard copy*):

- *Sony video imager*— faz impressões coloridas 5" x 7" em 60 segundos.
- Câmera Polaroid *freeze-frame*— produz impressões Polaroid em 10 segundos; também pode fazer slides.
- Impressora à jato de tinta *Hewlett Packard* — faz cópias coloridas em papel 8" x 10" em 4 a 8 minutos.

O procedimento de marcar as referências cefalométricas através da caneta e a captação dos sons pelos quatro microfones colocados acima do paciente é denominado de digitalização sônica. (JACOBSON, 1995)

Algumas práticas podem necessitar de mais Bases de Trabalho onde os dados não são gravados, mas podem ser vistos, modificados ou analisados. Estas seriam as Bases de Consulta, mais móvel e compacta que a Base de Trabalho básica podendo ser colocada na própria sala clínica do profissional.

Para a realização de uma digitalização sônica através do DigiGraph, deve-se proceder da seguinte forma:

Após ligar a máquina, o operador coloca dois disquetes virgens de 3½" dentro do DigiGraph. O monitor mostrará uma tela para inserir os dados pessoais do paciente (nome, RG, data de nascimento, sexo, raça, etc.), e logo em seguida o menu principal do sistema

aparecerá no monitor. O operador, utilizando-se da caneta de luz ou do teclado, seleciona a opção de Imagem de Vídeo (*Video Imaging*). Esta pode ser constituída de imagens laterais esquerda ou direita, face toda frontal, intraorais padrões, ou modelos das arcadas, e podem ser vistas no monitor individualmente ou agrupadas.

O operador posiciona a cabeça do paciente, que se encontra sentado na cadeira, no cefalostato, com o plano de Frankfurt paralelo ao solo. Observando o monitor, o operador sabe se é necessário fazer algum novo ajuste na posição do paciente. Ao tocar uma chave no teclado ou a caneta de luz contra um ícone próprio na tela, a imagem é capturada. O paciente deve permanecer na mesma posição se for necessário em seguida digitalizar os pontos de forma direta.

Antes de digitalizar, é necessário escolher o tipo de análise que será realizada no paciente. Este sistema fornece quatorze análises cefalométricas (11 em norma lateral e 3 em norma frontal): • Lateral de Ricketts; • Frontal de Ricketts; • Vari-Simplex; • Holdaway; • Alabama; • Jarabak; • Steiner; • Downs; • Burstone; • McNamara; • Tweed; • Frontal de Grummons; • Lateral Padrão; • Frontal Padrão.

O DigiGraph, então, preparará automaticamente uma lista de pontos que aparecerá na tela. O operador necessita apenas de digitalizar os pontos necessários para aquela análise específica.

Os pontos esqueléticos são digitalizados um de cada vez, diretamente na cabeça do paciente, utilizando-se da sonda de mão digitalizadora sônica, esterelizável e removível. A sonda de mão é colocada diretamente no paciente para se obter uma série de pontos faciais e intraorais. Cada vez que cada ponto é localizado e o botão é apertado, sinais sônicos são emitidos da sonda digitalizadora e captados por um sistema de quatro microfones acima da cabeça do paciente, e o tempo que leva para o som alcançar cada um dos microfones determina a localização dos pontos, e esta é gravada nas coordenadas tri-dimensionais “x”,

“y” e “z”, ou seja, o computador do sistema DigiGraph mede o “comprimento” de tempo que o som leva para alcançar cada um dos microfones e coloca a localização espacial de cada ponto cefalométrico em 3-D.

A sua localização aparece na tela, superposta à imagem de vídeo previamente capturada da face do paciente. Uma visão ilustrada do próximo ponto a ser digitalizado é mostrado no gráfico na área da tela superior esquerda, e o nome do ponto é destacado na lista de pontos.

A digitalização é feita nesta ordem: 1) pontos faciais, 2) pontos intra-orais com a boca fechada; 3) pontos intra-orais que requer um dispositivo de abrir a boca. Há ainda uma quarta categoria que não é digitalizada diretamente: os pontos extrapolados ou ultrapassados, ou seja, os pontos como sela túrcica, ápice da raiz do incisivo e espinha nasal anterior que não podem ser marcados diretamente no paciente usando o digitalizador. A localização destes pontos é calculado pelo *software* do DigiGraph baseando-se na localização de outros pontos relacionados, usando algoritmos matemáticos específicos.

Se tanto os dados laterais quanto os frontais forem necessários, as imagens laterais e a digitalização de seus pontos são realizadas em primeiro lugar. Depois o paciente é removido do cefalostato enquanto este gira para a posição frontal. Um operador experiente pode realizar uma imagem lateral ou frontal e seu traçado em aproximadamente dois minutos.

Nesta fase o paciente não necessita mais estar presente. As informações estão prontas para serem analisadas pelo ortodontista.

Para realizar um VTO tradicional é necessário o uso de tesoura e fita adesiva para recortar o traçado e colocá-lo na posição ótima desejada. Este procedimento pode ser feito mais facilmente com o DigiGraph, enquanto os tecidos moles também se modificam automaticamente. Mudanças consecutivas podem ser feitas para a imagem até o desejado objetivo visual ser alcançado. Se o “cortar e colar” é realizado em uma imagem com o traçado

cefalométrico superposto, as linhas do traçado e os valores cefalométricos numéricos mudarão conforme as caixas se movimentam.

Uma aplicação interessante é realizar um “antes e depois” com uma imagem inicial do paciente. Ele imediatamente irá entender os benefícios do tratamento. Quando os traçados superpostos e a imagem de vídeo são mostrados ao paciente, ele prontamente se identifica com a imagem, ficando mais fácil a explicação dos benefícios do tratamento proposto.

A caneta de luz também pode ser utilizada para desenhar à mão sobre qualquer imagem de vídeo. Pode ser utilizado para anotações a serem salvas na imagem, ou para desenhar sobre a imagem como um método de visualização e *marketing* para o paciente na primeira visita.

Para finalizar a sessão, o operador deve salvar os dados nos dois disquetes de 3½", onde as informações contidas serão idênticas, porém, uma delas será uma cópia em *backup*, e por isso devem ser guardadas em locais diferentes - talvez uma no prontuário do paciente e o outro em uma repartição próxima ao DigiGraph. Todas as informações para um paciente normalmente cabem em um disquete 3½".

As informações descritas acima podem ser geradas e analisadas dentro de 15 minutos. O profissional pode conduzir uma consulta no início do encontro, complementando com análises e traçados cefalométricos, fotos intra-orais e faciais, VTOs, e imagens de como o paciente deve se parecer no final do tratamento. Se apropriado, o tratamento pode ser iniciado imediatamente.

ALEXANDER, *et al* (1990) continuaram a relatar os benefícios do DigiGraph. Resumiram a Base de Trabalho DigiGraph como um aparelho único que permite ao clínico realizar traçados cefalométricos e análises sem radiografias, imagem de vídeo, planejamento

do tratamento, incluindo manipulação do traçado do paciente sobre a imagem de vídeo. Ele também permite fotografias faciais e intra-orais.

Atualmente, o DigiGraph pode ser colocado em qualquer área do consultório, pois não há perigo quanto à emissão de raios-X. Os pacientes apreciam ele como um símbolo de alto nível da tecnologia envolvida em seu cuidado, então o interessante é que realmente fique visível.

Pelo fato de não haver envolvimento com radiação, análises cefalométricas atualizadas podem ser realizadas quando se desejar, permitindo ao profissional um monitoramento mais próximo do paciente, o ganho de melhor controle sobre o tratamento, e a interceptação de problemas potenciais mais cedo. Registros progressivos podem ser realizados a qualquer momento e em alguns minutos. O paciente somente terá de ser levado até o DigiGraph, onde os registros desejados serão obtidos, então, ele pode retornar à sala clínica. Se houver uma estação de Consulta nesta sala, o disco é posto no DigiGraph, e o clínico pode visualizar os velhos e novos registros. Se o consultório tiver apenas um terminal do DigiGraph, cópias impressas dos novos registros terão de ser colocadas dentro do prontuário do paciente com um dos disquetes.

Muitos ortodontistas tomam registros pós-tratamento, freqüentemente pelo motivo de proteção contra algum possível problema legal. Entretanto, um importante e positivo uso destes registros seria na avaliação da efetividade de algum mecanismo em determinadas maloclusões, na avaliação das necessidades pós-ortodônticas e ao mesmo tempo, na apreciação do paciente e dos pais quanto ao alto grau de qualidade e cuidados recebidos.

O DigiGraph armazena um conjunto de dados sumários para cada paciente na unidade de disco rígido. Algumas informações como o nome, número, idade, sexo, raça e classificação da maloclusão podem ser conseguidas simplesmente ligando o DigiGraph. Para encontrar algum caso com características de tratamento específicas, é feita uma seleção na

lista completa de pacientes. Os nomes de todos os pacientes que se ligam às características procuradas aparecerão no monitor. Os disquetes daqueles pacientes poderão então ser colocados na máquina e os dados poderão ser analisados.

Os pacientes e pais tendem a ficar impressionados com o DigiGraph por muitos aspectos do sistema, entre eles:

1. Os pacientes podem ver mais claramente o seu problema dento-facial, pois com o método convencional, tem-se verificado que o paciente nunca entendeu completamente o significado de radiografias, traçados e modelos.

2. Os pacientes e pais entendem mais como o tratamento vai acontecer, que o ortodontista pode mudar completamente a aparência facial, e não somente a dentária. Os pacientes após verem a melhora facial proposta nas imagens, tornam-se mais entusiasmados e prontos para o início do tratamento.

Por outro lado, tem vezes em que o tratamento pode ser realizado sem uma cirurgia ortognática ou extrações, mas são casos limítrofes. É importante que o paciente esteja consciente das limitações envolvidas no seu caso. De um ponto de vista legal, informar claramente aos pais e ao paciente sobre as alternativas do tratamento e suas limitações é a parte mais importante na apresentação do caso.

3. Os pacientes aceitam mais facilmente as mentoneiras, elásticos, extrações e cirurgia ortognática. As duas dúvidas mais comuns dos pacientes e pais nas consultas envolvem as extrações e o uso de mentoneira. Se o ortodontista puder demonstrar visualmente como as extrações poderiam melhorar a aparência do paciente, este poderia assumir um papel mais ativo nas decisões do tratamento. Após ver como a mentoneira melhorará o perfil, o paciente estará mais motivado a usá-lo. Muitos dos problemas de cooperação do paciente estão no fato deste não entender os benefícios do aparelho no contexto do tratamento.

4. A exposição aos raios-X pode ser eliminada ou reduzida, ainda se uma radiografia panorâmica ou talvez uma radiografia cefalométrica inicial for tomada.

5. Os pacientes apreciam a imagem atualizada e instantânea do DigiGraph, e de toda a tecnologia que só o computador consegue demonstrar.

Os profissionais que usaram o DigiGraph citam vários benefícios sobre a aceitabilidade da máquina pelos pacientes:

1. O tratamento pode ser iniciado quando desejado, até mesmo na primeira consulta, pois não haverá o problema de se tentar “adivinhar” o diagnóstico e o plano de tratamento para satisfazer a curiosidade do paciente e depois ter de mudar os planos na próxima consulta. Começar o tratamento logo na primeira consulta também é interessante pois ele estará motivado, sendo que esperar por três ou quatro semanas pode criar dúvidas do paciente em relação ao tratamento.

2. Os registros de diagnóstico podem ser feitos mais rápido, fácil e precisamente. Enquanto o operador faz os registros, as imagens aparecem na tela do monitor, por isso, não há a necessidade de chamar o paciente para refazer algum registro. Não há brecha de dias ou semanas enquanto o filme está sendo processado e os custos com processamento de filmes são muito diminuídos ou eliminados.

3. O espaço para armazenamento pode ser reduzido consideravelmente, pois não haverá a necessidade de ocupar espaço com modelos de estudo ou pastas com as documentações. O disquete de 3½" ocupa bem menos espaço. Os traçados, fotos e outros registros podem ser impressos em papel ou formas fotográficas somente se necessário. Até radiografias de cabeça podem ser arquivadas no DigiGraph adaptando-se um negatoscópio ao cefalostato e realizando imagens de vídeo. De acordo com a Associação Dental Americana (*American Dental Association - ADA*), em muitos estados foi legalizado o ato de salvar imagens de vídeo de modelos ao invés deles próprios.

PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho é fazer uma revisão de literatura sobre os dois sistemas de cefalometria, o manual e o computadorizado, comparando-os quanto à qualidade diagnóstica das análises cefalométricas.

REVISÃO DE LITERATURA

RICKETTS, em 1969, dividiu a história da Ortodontia em cinco eras gerais, de acordo com os objetivos terapêuticos e os meios diagnóstico desenvolvidos, sendo que na Era da Comunicação Ciber-Cultural (1965-) os filmes radiográficos começaram a ser digitalizados e o computador passou a ser utilizado para descrever, interpretar e armazenar informações em forma de dados, tornando-se um importante auxiliar na economia de tempo e espaço e na conscientização de uma visão o mais global possível de cada paciente em tratamento, ou seja, introduziu na cefalometria a tecnologia dos computadores, onde as medidas são feitas e registradas automaticamente. Posteriormente comentou que o uso de programas de computador poderia propiciar dados mais confiáveis na análise cefalométrica e é de grande ajuda para o ortodontista, porém, este deve ser o juiz final, usando seu senso clínico e experiência prática, pois o computador deve ser apenas um auxiliar na organização e de rápido acesso.

O mesmo autor em 1972, diz que a cefalometria, com o propósito clínico ou de pesquisa, pode ser analisada dentro de quatro funções principais: 1) inspeção geral; 2) descrição; 3) crescimento e tratamento; 4) planejamento do tratamento. A análise cefalométrica é um sistema que visa definir, em valores numéricos, os componentes crânio-faciais. Estas partes independentemente afetam o todo. Podem ser estáticas, quando não há crescimento esperado, sendo útil apenas para o planejamento do movimento de dentes, preparo de ancoragem e alteração no perfil; dinâmica, quando realizada em indivíduos que apresentem potencial de crescimento, sendo importante considerar o comportamento da base do crânio, estimativas de mudanças na maxila, prognóstico de comportamento da mandíbula, movimentos de dentes e alterações nos tecidos moles. O autor defende a aplicação prática do serviço computadorizado nas análises cefalométricas, dentro de quatro categorias: 1) uso

como auxiliar no planejamento do tratamento; 2) uso para educação de pacientes e relações públicas; 3) uso na monitoração do tratamento e resultados; 4) uso em pesquisas.

SAVARA (1972) alertou que os implementos anuais de crescimento facial promovem pequenas alterações ósseas, de onde se conclui a necessidade em obter medidas com a máxima precisão. Mesmo os mais suaves erros de medidas podem levar a conclusões errôneas. Desta forma, faz-se necessário empregar métodos de registros com máximo de precisão e o mínimo de erro. Os fatores que contribuem para os erros nas medidas são a variabilidade da localização dos pontos, magnitude e distorção. Visto que as medidas são utilizadas para construir normas, que constituem as bases do diagnóstico, elas devem ser derivadas a partir de pontos cefalométricos válidos e confiáveis, um complemento à sua precisão. Como os ossos faciais crescem em três dimensões, este deve ser estudado por um método tridimensional, e este método computadorizado estava sendo desenvolvido e o autor acreditava ser possível no futuro, apresentar normas mais precisas e verdadeiras com o auxílio do computador e com uma tecnologia mais avançada dos *scanners*.

Em 1978, um artigo escrito por HURST *et al* descreveu a xerorradiografia, um processo de se registrar uma imagem radiográfica latente em uma placa de alumínio recoberta por selênio e transferir a imagem para um papel tratado especialmente para a visualização. A camada de selênio possui uma carga positiva uniforme que, quando exposta à radiação, é seletivamente descarregada de acordo com a densidade do objeto sendo radiografado. Áreas mais densas do esqueleto, por exemplo, absorverão mais radiação, resultando em um menor descarregamento da cobertura de selênio, e o contrário é verdadeiro, ou seja, uma área menos densa deixa passar mais radiação e conseqüentemente, uma maior descarga de selênio. A placa recoberta por selênio e o cassete plástico que a protege são preparadas para a exposição por um condicionador, e um processador irá permitir que a imagem latente seja transferida para o papel especial. Como havia poucas informações sobre a aplicação da xerorradiografia

na cefalometria, os autores realizaram um estudo com a finalidade de comparar a precisão na identificação dos pontos cefalométricos entre os cefalogramas xerorradiográficos e os convencionais. Para isto, utilizando-se de marcadores de chumbo esféricos de 1 mm de diâmetro, quatorze pontos cefalométricos foram identificados em um crânio seco e uma xerorradiografia cefalométrica lateral e uma radiografia cefalométrica lateral convencional foram tomadas, sendo que para a xerorradiografia foi utilizado um maior kVp e tempo de exposição. Depois, removeram as esferas de chumbo e realizaram novamente as duas tomadas. Dez operadores identificaram os quatorze pontos na xerorradiografia e na radiografia convencional sem marcadores, e a distância dos pontos identificados pelos operadores à distância dos marcadores foi determinado por dois operadores. Quatro pontos foram mais precisos quando determinados na xerorradiografia e dois, no convencional. Embora não demonstrado conclusivamente neste estudo, os autores acreditam que as xerorradiografias parecem oferecer mais clareza e detalhe que o cefalograma convencional, porém mais investigações sobre este método diagnóstico seria necessário antes que a sua significância verdadeira na odontologia possa ser avaliada.

JACKSON *et al* (1985) descreveram os princípios de captura, armazenamento e processamento de imagem na radiologia digital e discutiram o aprimoramento da imagem radiográfica utilizando técnicas de processamento da imagem digital e suas aplicações na cefalometria. Os resultados de um estudo piloto que comparou algumas medidas cefalométricas comuns feitas por identificação manual dos pontos com aqueles feitos por digitação direta nas imagens radiográficas digitalizadas (por microdensitômetro) nos monitores de vídeo foi de que, apesar do seu recente estágio de desenvolvimento, os resultados do sistema de processamento de imagem foram comparáveis com os resultados obtidos pelo método tradicional.

Em 1985, KONCHAK & KOEHLER descreveram um *software* desenvolvido na linguagem Pascal pela Universidade da Califórnia em São Diego, conhecido como UCSD Pascal (*University of California at San Diego*), criado para realizar análises cefalométricas utilizando um computador e uma mesa digitalizadora para registrar quinze pontos cefalométricos e produzir uma análise significativa que impressa gera um registro em cópia dura ou para leitura direta (*hard copy*). Uma revisão sobre os erros convencionais e digitalizados das medidas cefalométricas foi feita com uma discussão das vantagens dos *softwares*. O propósito deste *software*, como comentado pelos próprios autores, seria calcular valores em cefalogramas laterais, sendo que nenhum esforço foi feito para desenvolver métodos de sobreposição ou predição cirúrgica, pois eles preferiam realizar estes métodos manualmente. Já previam que os programas cefalométricos computadorizados seriam amplamente utilizados e acreditavam que eles proveriam ao ortodontista um método superior de análise cefalométrica com relação à precisão, hoje muito estudado, e à velocidade.

CHACONAS & JACOBSON (1990) escreveram um artigo sobre o DigiGraph e alguns trabalhos comparativos entre este e o método manual. Acreditavam que a característica que tem atraído a maior atenção seria a habilidade de se usar um digitalizador sônico ao invés de radiografias como base para os traçados cefalométricos e mensurações, pois são conhecidas as desvantagens da radiação. O DigiGraph tem como a maior vantagem a possibilidade de se ter análises baseadas em radiografias e fotografias sem a exposição radiográfica. Citam que duas dúvidas freqüentes sobre o DigiGraph são: 1. O quanto semelhante são as medidas cefalométricas obtidas pelo DigiGraph para aquelas obtidas de um filme convencional?; 2. O quanto preciso (consistente e reproduzível) são os registros do DigiGraph? Foi então que dois estudos foram realizados para responder a estas questões. O primeiro foi realizado para determinar as diferenças entre as medidas realizadas em pacientes com o DigiGraph e suas análises baseadas em radiografias. Cinco ortodontistas em diferentes

áreas dos Estados Unidos selecionaram dez pacientes caucasianos cada (cinco de cada gênero), gerando uma amostra de cinquenta indivíduos, entre adultos e crianças, com uma média de idade de quatorze anos (variando de seis aos cinquenta). Para cada paciente, o clínico tirou uma radiografia cefalométrica, e em seguida digitalizou o paciente usando o DigiGraph. Após o processamento do filme, o ortodontista realizou o traçado cefalométrico onde as doze medidas utilizadas foram selecionadas por serem bem conhecidas e utilizadas em inúmeras análises cefalométricas, e também representativas da variação de informações requeridas para a realização de um diagnóstico típico. Os resultados foram analisados estatisticamente pelo teste “T” estatístico que mostrou não haver diferença estatística entre as medidas realizadas em radiografias e as obtidas pelo DigiGraph, assim também com os teste “F” estatístico, que mostrou não haver diferenças nos desvios-padrão. As médias e os desvios-padrão foram similares para todas as medidas, assim como também as médias foram similares às normas caucasianas estabelecidas para estas medidas. Em alguns momentos, os desvios-padrão tanto para os dados no DigiGraph quanto para as radiografias foram bem maiores do que para aqueles associados com as normas de medidas. Isto se sucedeu porque os cinquenta pacientes da amostra apresentavam maloclusões, o que presumidamente produziria mais variações nas medidas do que seria visto se fosse uma amostra normal. As diferenças absolutas entre cada medida realizada no DigiGraph e a medida no traçado corresponde também foi calculado para cada uma das cinco amostras de cada um dos dez pacientes, sendo que nenhuma diferença significativa foi encontrada entre elas. As diferenças de média absolutas foram então calculadas fazendo-se uma média para toda a amostra de cinquenta pacientes. Uma amostra de quarenta pacientes foi então criada eliminando-se as duas diferenças mais extremas em cada amostra de dez, atribuindo-se a estas diferenças os erros de traçado ou de digitalização do operador. As diferenças médias da menor amostra seriam

obviamente menores, mas ambas as amostras mostraram discrepâncias clínicas pequenas entre as medidas traçadas e as realizadas no DigiGraph.

O segundo estudo avaliou a reprodutibilidade comparativa entre os registros consecutivos no DigiGraph e os traçados consecutivos de um mesmo paciente. Para cada um dos dez pacientes (cinco de cada gênero), dez grupos de registros no DigiGraph foram feitas consecutivamente sendo que os resultados dos registros prévios não eram vistos antecipadamente. Uma radiografia lateral de cada um dos dez pacientes foi traçado dez vezes consecutivas pelo mesmo operador que também havia tomado os registros no DigiGraph. Após todos os traçados estarem completos, as doze medidas cefalométricas foram realizadas, e o operador não podia saber os valores do traçado prévio. Para cada paciente, o desvio-padrão dos dez valores consecutivos para uma medida dada foi considerada como a medida de reprodutibilidade. Quanto menor o desvio-padrão para uma medida particular, mais repetível ela é. Os desvios-padrão para cada medida foram calculadas pela média para produzir uma “média de desvio-padrão”. Para sete das doze medidas, o desvio-padrão do DigiGraph foi menor do que o desvio-padrão da radiografia, e, de acordo com este padrão, os registros do DigiGraph foram mais repetíveis. Ainda para cada medida de cada paciente, teste “F” estatístico foi realizado para se comparar os desvios-padrão dos dados do DigiGraph com aqueles dados da radiografia. Dos cento e vinte testes “F” (doze medidas x dez pacientes), oitenta e dois não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre os dados obtidos com raio-x e o DigiGraph. Em vinte e quatro testes, o desvio-padrão do DigiGraph foi significativamente mais baixo com nível de 5%; em quatorze ocasiões, o desvio-padrão do traçado era significativamente menor com nível de 5%. Na realidade, apesar da aparente vantagem na reprodutibilidade do método DigiGraph, o estudo tende em direção do método radiográfico. Uma comparação mais acurada poderia ser feita entre os dados do DigiGraph e traçados em dez radiografias consecutivas do mesmo paciente. Isto colocaria em discussão a

variação de uma radiografia à próxima, assim como a de um traçado para o outro. Os dados do DigiGraph no estudo incluíram ambos os tipos de variação, desde o momento em que o paciente foi removido e reposicionado no cefalostato entre as digitalizações.

Fica aparente nos dois estudos que a processo de digitalização na Base de Trabalho DigiGraph produz valores cefalométricos comparáveis àqueles dos traçados na radiografia. E ainda os trabalhos cefalométricos completos no DigiGraph são um pouco mais consistentes e reprodutíveis – até mais consistente que os traçados repetidos. O fato importante para ser lembrado é de que as medidas cefalométricas nas radiografias não são padrões perfeitos. A localização dos pontos, erros no traçado e nas medidas, a distorção da imagem, são fatores que podem provocar imprecisão. Portanto, atribuir todas as diferenças entre as medidas realizadas no DigiGraph e na radiografia ao DigiGraph seria enganoso. As medidas angulares no DigiGraph e na radiografia foram bastante similares no primeiro estudo. É certo que o DigiGraph é mais preciso que uma radiografia para fazer medidas lineares.

Concluíram que o fator chave comparando a cefalometria no DigiGraph à da radiografia é a semelhança clínica. Se o mesmo plano de tratamento é alcançado, não é importante que se saiba como as medidas foram feitas. Qualquer aparelho que produza planos de tratamento consistentes e reais, e que consiga fazer correções no meio do tratamento apropriadas, poderia ser valioso.

DAVIS & MACKAY (1991) compararam os resultados das análises cefalométricas usando três métodos: traçado manual, digitalização direta dos pontos na imagem digital sem recursos de melhora e utilizando uma imagem filtrada de alta frequência, o que tende a aumentar o contraste da radiografia digitalizada. Os resultados foram estatisticamente a favor do sistema computadorizado. Com relação ao tempo para a realização de cada cefalometria, o método manual foi o mais demorado, e a comparação da precisão entre os métodos demonstrou que não houve diferenças entre o primeiro e o terceiro, porém o

segundo foi mais eficaz que os outros, o que foi justificado pelo fato de não ter sido usado o recurso de aumentar o contraste da imagem, que teria dificultado a localização de alguns pontos situados em regiões de alta radiopacidade, como a espinha nasal posterior. Este estudo proporciona fundamentos para pesquisas dentro dos métodos alternativos de análises cefalométricas, assim como as digitalizações e a identificação automática de pontos usando sistemas visuais computacionais sofisticados.

EPPLEY & SADOVE (1991) compararam as radiografias cefalométricas comuns com as digitais pela análise de pontos ósseos e tegumentares, e ambos apresentaram precisão semelhantes na identificação dos pontos ósseos e o método digital apresentou superioridade no delineamento das relações tegumentares.

OLIVER (1991) comparou cinco diferentes métodos de análises cefalométricas com relação à reprodutibilidade de seis valores angulares em telerradiografias laterais de cinco pacientes. Dois métodos computadorizados, um por digitalização direta da radiografia—*Cardiff Cephalometrics*, e o outro, pelo método de imagem de vídeo – sistema ISI – onde a câmera capta a imagem e a lança diretamente no monitor da unidade gráfica do computador, foram comparadas entre elas e também com o método manual (realizado em cinco oportunidades diferentes). Um traçado manual de cada radiografia também foi digitalizado pelos dois métodos computadorizados. Observou que a digitalização direta das radiografias é menos preciso que o método tradicional ou o método de digitalização dos traçados e que as facilidades de aprimoramento da imagem radiográfica através de câmera de vídeo (ISI) para a localização dos pontos, não produziu nenhuma melhora significativa na precisão das variáveis cefalométricas estudadas.

HALAZONETIS (1994) demonstrou que as análises cefalométricas feitas por computador são significativamente mais rápidas que o método convencional e ainda podem ter maior confiabilidade nas medidas, uma vez que os erros gerados convencionalmente no

momento da mensuração com réguas e transferidores, são eliminados. O aumento da precisão da localização do ponto, outro fator que leva aos erros nas análises, é difícil e requer uma minuciosa definição dos pontos anatômicos e radiografias de alta qualidade, porém pode ser obtido se o *software* for idealizado para permitir múltiplas digitações de um mesmo ponto, pois, com o uso de médias de aproximações, localiza-se o ponto cefalométrico “verdadeiro”. Outro recurso que todos os *softwares* deveriam possuir seria a possibilidade de padronizar a própria análise, permitindo acrescentar pontos novos, ou alterar os valores normais. A sobreposição de imagens e a possibilidade de se realizar um VTO também seria uma vantagem para o programa. O *software* que o autor descreve chama-se Viewbox (Microsoft Corp., 1993), funciona em Microsoft Windows 3.1, e permite que outros *softwares* funcionem simultaneamente e também permite compartilhar dados entre eles. Cada ponto deve ser digitalizado três vezes e a média entre elas é que será considerada, para diminuir os erros relacionados com a identificação dos pontos, como comentado anteriormente.

MALINI & GUEDES (1994) realizaram um estudo utilizando uma amostra de setenta telerradiografias em norma lateral de pacientes distintos independente do gênero ou idade, onde obtiveram setenta cefalogramas traçados manualmente, sendo que estes tiveram seus pontos cefalométricos digitalizados utilizando uma mesa digitalizadora com cursor, e em seguida o computador procedeu à medição, sendo que esta foi usada como padrão. Escolheram três medidas, sendo uma linear (SN) e duas angulares (FMA e ângulo Interincisal) e compararam-nas com as medidas realizadas de forma manual por cinco operadores, sobre o traçado cefalométrico obtido manualmente. Após aplicado o teste “T”, os resultados levaram os autores a concluírem que não houve diferença estatisticamente significante entre a medida computadorizada e a medida manual, uma vez que a diferença entre as médias aritméticas elaboradas pelo teste “T” foi praticamente nula, não possuindo significado clínico, e portanto, sem o poder de alterar o diagnóstico, prognóstico ou o

tratamento ortodôntico, ou seja, pode-se reforçar a confiança e credibilidade nos resultados obtidos pelo computador.

CANGIALOSI *et al* (1995) avaliaram a precisão de um *software* para predição (Quick Ceph II) utilizando os cefalogramas do pré e pós- tratamento de trinta pacientes tratados durante o período de crescimento. A predição (VTO) do computador foi comparado com o resultado do tratamento verdadeiro, e o crescimento previsto com o programa computacional foi comparado com o crescimento previsto usando o método manual. As conclusões para este estudo foram de que o método manual de predição é quase tão efetivo quanto o computadorizado com relação a produzir uma representação gráfica boa das mudanças de crescimento, e as diferenças entre as predições manual e computadorizada não são provavelmente tão significantes clinicamente. Entretanto, o computador oferece as vantagens de acesso rápido às informações e uma melhora na precisão durante a confecção dos traçados, bem como seu uso na educação do paciente.

JACOBSON (1995) em um livro discute o uso da análise facial bi e tridimensional. A análise em 3-D é interessante na avaliação de todos os tipos faciais, provendo o profissional de informações compreensivas, permitindo a identificação da harmonia facial ou desproporção. Todas as estruturas faciais podem ser analisadas, incluindo alguma anatomia que não pode ser analisada radiograficamente. A análise em 3-D tem uma importância especial na análise de crianças, pois permite um acompanhamento não invasivo de seu crescimento, porém vale lembrar que o crescimento não é algo 100% predictivo. Outra função da análise em 3-D é no planejamento cirúrgico ortognático. A verificação de assimetrias também é uma vantagem da análise em 3-D, sendo que poderia passar despercebida em uma análise em 2-D lateral. Na atualidade o aparelho de imagem de vídeo mais adequado para a análise cefalométrica em 2-D e 3-D é o DigiGraph. Convém salientar que o estudo em 3-D não é muito comum ao clínico. Entretanto, os laboratórios que fornecem

este tipo de análise já os fornecem com laudos dos resultados e desvios-padrão. Portanto logo o profissional estará apto na avaliação fornecida pelo DigiGraph. Este possui limitações tanto quanto as radiografias cefalométricas convencionais, como por exemplo, a possibilidade de movimentação da cabeça do paciente durante a digitalização dos pontos, sendo que o computador pode identificar estes pequenos movimentos e fatores de correção podem ser construídos, porém gera alguns fatores de erro. As radiografias ainda são necessárias pois os tecidos duros não podem ser vistos pela digitalização. O DigiGraph continua sendo uma ferramenta não invasiva simples de utilizar e com a vantagem de poder ter as análises em 2-D ou 3-D gravadas, agilizando uma possível correção, comparação e projeção. O autor acreditava que em 10 anos a análise em 3-D estaria mais simples e que os registros e normas para todas as idades e grupos populacionais seriam obtidas, e fariam parte do diagnóstico e planejamento do tratamento ortodôntico.

MARTINS *et al* (1995) estudaram uma amostra de trinta telerradiografias em norma lateral de pacientes de ambos os gêneros para determinar o erro do método cefalométrico em traçados convencionais e computadorizados para as análises de Steiner e Ricketts. Os traçados e mensurações foram realizados por dois operadores, sendo um professor e um aluno de pós-graduação. Para cada traçado das estruturas anatômicas foram feitas três cópias xérox, dois para os traçados convencionais (Steiner e Ricketts) e um para o computadorizado. Após um mês foram realizados novos traçados anatômicos para um procedimento igual ao mencionado anteriormente, ou seja, houve uma replicação das medidas. Aplicaram um teste “t-Student” ao conjunto das diferenças entre as primeiras e segundas mensurações de cada operador, nos dois métodos e para as duas análises estudadas, para determinar o erro sistemático. Outros critérios também foram considerados como a determinação do erro casual e a comparação do desempenho dos dois operadores. Concluíram que o erro em cefalometria é uma constante, mesmo quando o operador é experiente e, como

conseqüência, se evidenciou a necessidade de replicar as mensurações nas pesquisas científicas. O uso do computador não reduziu significativamente os erros sistemáticos ou casuais que ocorreram nas duas análises estudadas e a pesquisa evidenciou erros significantes cometidos pelos operadores com ambos os métodos, principalmente com medidas envolvendo os incisivos.

NIMKARN & MILES (1995) conduziram um estudo para determinar a precisão da metodologia cefalométrica computadorizada, pois eles acreditam que o uso da imagem de vídeo com o objetivo de proporcionar imagens digitais em cefalometria computadorizada pode ser uma fonte de erros. A distorção a partir da imagem de vídeo talvez seja introduzida pelo: 1) monitor; 2) câmera de vídeo e lente; e, 3) *software*. O objetivo deste estudo foi identificar e quantificar as fontes de erro envolvidas no processo de cefalometria computadorizada quando a digitalização no monitor é utilizada. Para isto utilizaram-se de análises cefalométricas padronizadas de quarenta radiografias cefalométricas com vinte e dois pontos cefalométricos para avaliar quarenta medidas. Estudos de reprodutibilidade foram realizados para cada passo da cefalometria computadorizada. As imagens das radiografias e de seus traçados foram capturadas por uma câmera de vídeo e projetadas para o monitor do computador, os pontos identificados foram digitalizados a partir do monitor, utilizando-se de apenas um operador. Os valores cefalométricos foram obtidos através do *software* Quick Ceph, versão 5.1. A investigação constituiu-se de cinco partes: reprodutibilidade da técnica de medida computadorizada (para avaliar os erros durante o traçado da radiografia, identificação dos pontos, imagem de vídeo, digitalização da imagem e o *software*); imagem de vídeo, digitalização e *software* (para examinar os erros decorrentes da imagem de vídeo, digitalização da imagem e o *software* quando os erros de traçado e da identificação dos pontos forem excluídos); digitalização e *software* (examinar os erros durante a digitalização da imagem e do *software*); medidas computadorizadas *versus* medidas manuais (comparar a

precisão do método computadorizado com o método convencional); e, calibração do *software* e erro de digitalização do operador. Parte 1: As medidas obtidas através do método computadorizado foram reprodutíveis para a maioria dos parâmetros estudados, apesar do ponto “B” ter sido considerado impreciso no plano vertical; Parte 2: Os erros combinados da imagem de vídeo, digitalização da imagem e do *software* não foram metodologicamente significantes; Parte 3: Nenhum erro estatisticamente significativo foi encontrado para as medidas das imagens digitais recuperadas; Parte 4: houve uma diferença significativa entre as medidas obtidas através do método computadorizado e as calculadas pelo método manual. Todos os parâmetros que mostraram diferenças estavam relacionados ao plano horizontal (os parâmetros do método computadorizado foram 0,7 a 1,0 mm maior que aqueles do método convencional, indicando que ocorreu algum aumento horizontal, provavelmente decorrente de alguma distorção). Esta informação é útil para a interpretação dos dados obtidos pela cefalometria computadorizada; Parte 5: O maior erro do método ocorreu no plano horizontal e do lado direito da tela (medidas aumentadas). Este fato é importante pois é deste lado que se encontram a maioria dos pontos.

PRAWAT *et al* (1995) realizaram um estudo cujo objetivo foi comparar a validade e reprodutibilidade dos valores cefalométricos gerados sonicamente no DigiGraph dos obtidos em radiografias cefalométricas convencionais para quarenta e três medidas diferentes. Embora 58,1% das medidas produzidas sonicamente terem demonstrado correlação significativa com as medidas produzidas radiograficamente, não houve a tendência observados para correlação, e também nas classificações dentais ou de estrutura esquelética. Este estudo ainda demonstrou que os dados gerados no DigiGraph são variáveis, enquanto os dados obtidos nas radiografias convencionais foram reprodutíveis.

ALBUQUERQUE JR. (1996) realizou um estudo para avaliar o erro de reprodutibilidade dos valores cefalométricos usados na filosofia Tweed-Merrifield, tanto pelo

método computadorizado quanto pelo método convencional, com o objetivo de investigar o nível de interferência do operador nos erros de reprodutibilidade e de verificar se o método computadorizado, com auxílio da mesa digitalizadora (*digitizer*) e da digitação indireta da telerradiografia, reduz a possibilidade dos erros de reprodutibilidade. Utilizou-se de trinta telerradiografias da cabeça em norma lateral de pacientes de ambos os gêneros entre doze e dezesseis anos de idade, dotados de oclusão dentária clinicamente excelente nas quais dois operadores (um com treinamento específico de traçado cefalométrico da filosofia Tweed-Merrifield, enquanto o outro não utilizava de forma específica os valores cefalométricos utilizados nesta investigação) realizaram os traçados pelos métodos convencional (manual) e computadorizado (via mesa digitalizadora NUMONICS ACCUGRID com cursor eletrônico e *Software* Dentofacial Planner versão 7.0, copyright 1995) e mensurações em dois momentos distintos, com intervalo de trinta dias entre cada conjunto de traçados. Estes traçados compreendem oito valores angulares, cinco lineares e um índice facial, componentes do Diagnóstico Diferencial utilizado na filosofia Tweed-Merrifield. A investigação demonstrou que os erros na cefalometria radiográfica, inevitavelmente ocorrem, havendo uma interferência significativa do fator operador na reprodutibilidade das medidas. O método computadorizado de digitação indireta foi confiável, apresentando variâncias de erro menores que as do método convencional. As medidas FMIA e IMPA manifestaram as maiores possibilidades de erro, sendo essencial, dentro da filosofia em estudo, a replicação de traçados, para tomadas de decisões seguras.

FORSYTH *et al* (1996) compararam a qualidade diagnóstica das radiografias cefalométricas convencionais com a sua imagem digitalizada com relação à validade e reprodutibilidade das medidas angulares e lineares. Foram realizadas seis diferentes análises divididas em dois momentos distintos, por um operador. Duas análises na radiografia convencional, duas na imagem digital capturada por meio de uma câmera de vídeo e duas na

imagem digital capturada por meio de uma mesa digitalizadora. Foi realizado deste modo para permitir uma comparação entre as imagens digitalizadas e as radiografias convencionais e para avaliar o efeito da captura de imagem. O efeito do tipo de captura de imagem mostrou-se insignificante, entretanto para comparar as imagens digitais com as radiografias convencionais, os dados das análises 1, 2, 3 e 4 foram agrupadas e comparadas com as análises 5 e 6. A taxa de erro associada às medidas angulares e lineares e na identificação dos pontos das imagens digitais foi maior que na radiografia convencional. Houve também um erro sistemático produzindo diferenças estatisticamente significantes na maioria das medidas lineares e angulares entre os dois métodos. Os erros que ocorreram com algumas medidas foram de magnitude suficiente para causar significância clínica, particularmente em uma situação cefalométrica onde um alto grau de precisão é requerido. Foi sugerido que para imagens digitalizadas, uma matriz de *pixels* maior que 512 x 512, e com mais de sessenta e quatro tons de cinza seriam necessários para manter a qualidade diagnóstica da radiografia original.

FORSYTH *et al*, no mesmo ano, escreveram um artigo sobre as vantagens da imagem digitalizada sobre a cefalometria tradicional, relatando que os benefícios começam com a possibilidade de se reduzir a exposição do paciente à radiação, o armazenamento de imagem, a manipulação, a transmissão da imagem, e a possibilidade da análise automática ou semi-automática. O uso da digitalização da imagem radiográfica vai depender somente das imagens permitirem tanta informação quanto às disponíveis nos filmes radiográficos convencionais. Para facilitar o armazenamento, transmissão e manipulação da imagem, sacrifícios na qualidade da imagem serão necessários por causa das limitações tecnológicas. Entretanto, um aceitável nível de eficácia diagnóstica é necessário e deve ser mantido. As imagens digitalizadas das radiografias convencionais ganharão espaço somente quando a qualidade diagnóstica da radiografia convencional for preservada.

BASKIN & CISNEROS (1997) realizaram um estudo para determinar a confiabilidade e a reprodutibilidade de medidas obtidas em dois *softwares* populares, Dentofacial Planner e o Quick Ceph quando comparados aos traçados manuais. Utilizaram para isto, vinte e duas radiografias cefalométricas que foram duplicadas e onde foram marcados trinta e oito pontos permanentes. As radiografias marcadas foram digitalizadas duas vezes cada com o Dentofacial Planner e o Quick Ceph e traçadas duas vezes cada de forma manual. Trinta e cinco pontos foram digitalizados para o Dentofacial Planner e vinte e oito para o Quick Ceph, e uma análise de Steiner foi produzida para cada método de traçado manual e computadorizado. Para cada método, foi realizada uma análise de variância para determinar a reprodutibilidade e a confiabilidade. Este estudo demonstrou que ambos os programas computacionais podem produzir uma análise de Steiner confiável e que os pontos calculados devem ser examinados minuciosamente quando comparados aos pontos digitalizados diretamente.

CIRUFFO *et al* (1997) realizaram um trabalho para verificar e comparar os benefícios que a cefalometria computadorizada oferece em relação à cefalometria convencional utilizando vinte radiografias cefalométricas em perfil dos pacientes em tratamento ortodôntico de ambos os gêneros (dez homens e dez mulheres), com idades variando entre doze e quinze anos. Concluíram que o computador reduz o processo acelerando a execução e é no momento de introdução dos dados, que a cefalometria computadorizada torna-se vulnerável aos erros no traçado cefalométrico. Eles acreditam que os métodos convencionais produzem resultados mais precisos.

LIM & FOONG (1997) realizaram um estudo com o objetivo de determinar a precisão da cefalometria lateral computadorizada (sistema de armazenamento de fósforo - PSP) com relação à identificação dos pontos e compará-la à cefalometria lateral convencional. Para avaliar a precisão na identificação dos pontos, vinte imagens computadorizadas tomadas

com 30% de radiação reduzida (0,35s de exposição) foram comparadas a vinte imagens convencionais (0,5s de exposição). Os quarenta cefalogramas laterais foram feitos de vinte pacientes em dois momentos distintos: imediatamente após finalizado o tratamento ortodôntico e um ano após seu término, sendo que as imagens foram padronizadas. Cinco ortodontistas identificaram oito pontos esqueléticos, quatro dentários e cinco tegumentares em cada um das quarenta imagens, sendo que estas foram então digitalizadas, e o erro de identificação dos pontos pode ser analisado nas coordenadas cartesianas “x” e “y”. Os pontos esqueléticos exibiram uma dispersão característica em relação às coordenadas cartesianas, sendo que houve uma maior variação dos ápices dentários se comparados às coroas e os pontos tegumentares apresentaram maior consistência na coordenada “x” do que na “y”. A análise de ANOVA demonstrou não haver diferenças significantes entre os dois sistemas de imagens, chegando os autores às conclusões de que as radiografias cefalométricas laterais computadorizadas podem ser tomadas com uma redução de 30% na dose de radiação quando comparadas com as radiografias convencionais; cada ponto anatômico exibe sua dispersão característica de erro em ambas as coordenadas cartesianas; houve um resultado duvidoso, indicando não haver tendência entre os dois sistemas de imagem, ou seja, nenhum dos pontos atingiu a significância estatística quando ambos, os operadores e os sistemas de imagens, são considerados como fatores variantes. Se somente o segundo fator fosse considerado na análise, alguns pontos teriam alcançado a significância estatística. O erro aleatório dos operadores na identificação dos pontos, mesmo depois de replicá-las, foi substancial e devem ser levados em consideração em todos os estudos envolvendo identificação de pontos.

VASCONCELOS FILHO (1997) realizou uma revisão de literatura sobre a digitalização das imagens radiográficas, desde seus primórdios, constando da descrição dos sistemas que a realizam, bem como suas diversas aplicações na Odontologia. Concluiu, entretanto, que apesar de ter sido um grande acontecimento na área de diagnóstico por

imagem, a digitalização é ainda limitada, além de ser de difícil acesso para a maioria dos profissionais por causa de seu alto custo, e deve ser usada conjuntamente com imagens radiográficas convencionais, e a manipulação das imagens digitalizadas deve ser feita com cautela, pois assim como podem ser elucidativas, em alguns casos podem também se tornar enganosas. O autor ainda ressalta o quesito da confiabilidade das imagens armazenadas que precisa ser analisada melhor, levando-se em conta o tempo que elas precisam ser guardadas.

GEELLEN *et al* (1998) avaliaram e compararam a reprodutibilidade dos pontos cefalométricos nos filmes convencionais e nas imagens digitais diretas (PSP) nas versões impressas e no monitor. A amostra foi constituída de dezenove cefalogramas de cada modalidade, sendo que em cada cefalograma, vinte e um pontos cefalométricos eram marcados por seis operadores diferentes. A reprodutibilidade foi definida como um desvio do operador (em mm) da média de todos eles. As diferenças entre as modalidades de imagem e entre os operadores foram testadas por uma análise de variância de “duas vias” para cada ponto. Houve uma diferença estatística significativa entre a reprodutibilidade das modalidades em onze dos vinte e um pontos. Não houve tendência para que uma modalidade fosse sempre a melhor. Para todos os pontos traçados, as imagens mostradas no monitor obtiveram uma precisão menor que o filme e a impressão da imagem digital, e entre estes dois últimos, não houve diferenças estatisticamente significantes. Considera-se este fato de pouco significado clínico.

RUDOLPH *et al* (1998) desenvolveram e testaram um novo método para identificação computadorizada automática dos pontos cefalométricos, a espectroscopia espacial (*Spatial Spectroscopy* – SS), um método computadorizado que identifica as estruturas da imagem através de uma série de filtros seguido de um método de decisão usando técnicas de reconhecimento estatísticos padronizados. Por este método, sinais característicos são utilizados para reconhecer as estruturas anatômicas. Este estudo comparou a identificação

manual no monitor do computador com o método SS automático na identificação dos pontos em imagens com mínima resolução ($0,16 \text{ cm}^2$ por *pixel*) para reduzir o tempo de trabalho e a quantidade de memória necessária durante esta fase de desenvolvimento do método SS. Quinze pontos foram selecionados em um conjunto de quatorze imagens. Os resultados mostraram não haver diferenças estatísticas na média dos erros de identificação dos pontos entre a identificação manual no monitor do computador e a identificação automática SS, demonstrando que o SS apresenta um potencial na identificação automática dos pontos, o que é um importante passo no desenvolvimento de uma análise cefalométrica completamente automática.

SAGNER *et al* (1998) realizaram um estudo com o intuito de comparar a confiabilidade dos pontos cefalométricos anatômicos em cefalogramas convencionais e nas imagens digitais diretas (*Sirona Orthophos DS Ceph*). As imagens digitais diretas e em filmes de vinte pacientes foram tomadas e as cefalometrias computadorizadas foram realizadas sendo que os filmes foram digitalizados. Dois ortodontistas analisaram as imagens independentemente e as variações intra e inter-observadores na posição dos pontos bem como todos os diagnósticos foram calculados para cada método e testados. Os cefalogramas dos filmes mostraram uma confiabilidade semelhante as das imagens digitais, com variações inter-observador de menos de 1 mm para a maior parte dos pontos e nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os métodos. Durante o longo tempo de “escaneamento”, artefatos de movimento continuam e ser um risco teórico dos cefalogramas laterais digitais diretos, embora os dados desta pesquisa não suportem esta afirmativa. Os resultados deste estudo sugerem que a qualidade dos cefalogramas digitais diretos é comparável às imagens em filmes.

AMAD NETO (1999) avaliou de forma quantitativa e qualitativa as variáveis e as implicações clínicas oriundas das mensurações de telerradiografias laterais obtidas por dois

métodos digitais indiretos, sendo o primeiro executado por captação de imagem por *scanner* e o segundo por digitalização direta de pontos cefalométricos, quando comparados ao método de traçado manual. Para esta pesquisa foram utilizados trinta telerradiografias de pacientes com idade entre oito e quatorze anos, sem distinção de etnia ou gênero, com desvios morfológicos variados. Nestas radiografias foram feitos traçados cefalométricos pelo método manual, computadorizado com captura de imagem por *scanner*, e computadorizado com a utilização de mesa digitalizadora. Após a análise dos dados estatísticos obtidos com base nos métodos utilizados para elaboração dos traçados cefalométricos em radiografias, concluíram que houve correlação positiva, qualitativa e quantitativa, entre todos os métodos utilizados; o método mais reprodutível, qualitativa e quantitativamente, foi o método manual; dentre os métodos digitais, o método I (*scanner*) foi mais reprodutível que o II (mesa digitalizadora) quantitativamente, e, quando houve discrepância entre as medidas, estas foram oriundas da determinação errônea dos pontos cefalométricos.

DAVID & CASTILHO (1999) compararam os traçados manuais do espaço aéreo da nasofaringe com os traçados computadorizados do mesmo local, feitos sobre telerradiografias em norma lateral em cem crianças na faixa etária de seis a dez anos, sendo cinquenta de cada gênero e sem distinção de raça, pois o intuito era verificar se existem diferenças entre os resultados dos dois traçados que possam levar a erros de diagnóstico. Utilizaram o método proposto por Ricketts, em 1954, para o traçado manual, e a compararam com o traçado computadorizado do *software* Radiocef para o mesmo método. Após análise estatística, os resultados obtidos levaram às conclusões de que ambos os métodos são válidos para se obter o diagnóstico, porém o traçado computadorizado mostrou-se mais eficiente, no sentido de ser mais rápido na obtenção dos resultados.

MAHL & FONTANELLA (1999) avaliaram se há diferenças entre os valores médios de medidas esqueléticas lineares e angulares obtidas de cefalogramas delineados

manualmente e computadorizados, utilizando os *softwares* SMTC, OrtoView, Radiocef e Orto Manager. A amostra foi constituída de cinquenta telerradiografias em norma frontal e sobre cada uma delas foi realizado o traçado manual de Ricketts e foram marcados os pontos cefalométricos para cada um dos *softwares*. Os valores de cada uma das medidas lineares e angulares obtidos em cada um dos cinco métodos de traçado empregados foram tabulados, e suas médias comparadas. Somente para uma das medidas (simetria postural) houve diferenças estatisticamente significantes entre o OrtoManager e os demais métodos. Para as médias das demais medidas, verificou-se que não houve diferenças estatísticas significantes entre os métodos estudados.

PEREIRA (1999) fez uma avaliação das vantagens e desvantagens dos métodos de digitalização de imagens em relação ao método convencional com relação à qualidade e à precisão dessas imagens e também quanto ao seu aspecto legal. A conclusão de seu trabalho foi a de que os novos sistemas digitais deveriam melhorar as possibilidades de se realizar um diagnóstico preciso e ter um custo menor, além de lembrar a necessidade de novos estudos clínicos para a obtenção de mais informações sobre sua eficácia clínica.

TSANG & COOKE (1999) compararam a validade e a reprodutibilidade das medidas cefalométricas obtidas pelo DigiGraph com as radiografias cefalométricas convencionais. A amostra foi de trinta radiografias de crânios secos humanos. Dois grupos replicados de cefalogramas laterais foram obtidos com marcadores de chumbo localizados na maioria dos pontos cefalométricos. Os traçados duplicados preparados de cada radiografia foram digitalizados para se obter as medidas cefalométricas usando o *software* Dentofacial Planner. Para o DigiGraph foram realizadas duplas digitalizações sônicas para cada crânio, em duas ocasiões. Quinze medidas angulares e uma linear foram obtidas de ambos os métodos e estes achados foram comparados usando o ANOVA, pareando testes “T” e testes “F”. Todas as medidas cefalométricas, com exceção de uma, mostraram diferenças significantes entre os

dois métodos. O sistema DigiGraph produziu consistentemente valores mais altos em onze medidas e mais baixas em quatro medidas. Os desvios-padrão das diferenças entre as leituras dos dois métodos foi ampla. A reprodutibilidade das medidas do DigiGraph foi menor do que a das medidas radiográficas. O erro do método DigiGraph variou de 7 a 70%, enquanto que nos traçados cefalométricos era menos de 2%. Com todos estes resultados, chegaram à conclusão de que as medidas obtidas com o DigiGraph deveriam ser interpretadas com muito cuidado.

BRANGELI *et al* (2000) compararam o traçado cefalométrico manual com o computadorizado, utilizando imagens digitalizadas dos filmes radiográficos sendo que dois operadores experientes realizaram as cefalometrias de cinquenta telerradiografias em norma lateral, pelos dois métodos, com um intervalo de no mínimo um mês entre os traçados. Os resultados intra e inter-observadores demonstraram que, comparando-se os métodos de análise cefalométrica, o computadorizado mostrou-se confiável e de boa reprodutibilidade, sendo que apenas uma das dezesseis mensurações avaliadas apresentou diferença estatística significativa, para ambos os operadores, e houve incorporação de erros em ambos os métodos empregados e para ambos os operadores. Os pontos de estruturas dentárias estavam presentes em todas as medidas que se apresentaram diferentes e com maior fonte de erro, demonstrando que estes são de difícil localização, e as medidas a eles relacionadas, de baixa confiabilidade, para ambos os métodos empregados, portanto, os autores concluíram que é necessário repetir essas medidas para maior crédito dos valores, principalmente em análises com finalidade de pesquisa.

CHEN *et al* (2000) avaliaram a identificação dos pontos cefalométricos nas imagens digitais em comparação com as obtidas nas dez radiografias cefalométricas originais selecionadas ao acaso. Sete residentes em ortodontia identificaram dezenove pontos cefalométricos tanto nas radiografias originais quanto em suas imagens digitalizadas. Como

resultado, notaram que as diferenças na identificação dos pontos cefalométricos entre a radiografia original e suas imagens digitalizadas foram estatisticamente significantes e os erros inter-observadores para cada ponto nas imagens digitais foram maiores do que nas radiografias originais, entretanto, diferenças estatisticamente significantes destes erros entre as duas modalidades foram somente encontradas em quatro dos dezenove pontos, ou seja, estes quatro pontos deveriam ser examinados mais cuidadosamente na cefalometria digital.

LIU, CHEN & CHENG (2000) realizaram um estudo com o propósito de avaliar a precisão de um sistema de identificação automática dos pontos cefalométricos pelo computador desenvolvido pela Universidade Nacional de Cheng Kung, que utiliza uma técnica baseada em margens/ limites. Esta técnica divide o cefalograma “escaneado” em oito regiões de sub-imagens retangulares. Após a resolução destas sub-imagens ser reduzida, as margens são detectadas e os pontos cefalométricos são localizados automaticamente. Treze pontos cefalométricos foram escolhidos para análise de um total de dez cefalogramas. Os resultados mostraram que os erros entre a identificação pelos pontos cefalométricos manualmente e computadorizado não foi significativamente diferente para cinco dos treze pontos, ou seja, sugere que a precisão da identificação automática pelo computador é aceitável somente para alguns pontos e mais estudos são necessários para aperfeiçoar a precisão da identificação automática dos pontos pelo computador.

TRAJANO *et al* (2000) compararam os métodos cefalométricos manual e computadorizado utilizando-se a análise de Steiner com o intuito de contribuir para a avaliação da confiabilidade do método computadorizado, e para isto utilizaram quarenta telerradiografias cefalométricas em norma lateral nas quais foram realizados os traçados, convencional e computadorizado (Radiocef versão 2.0), por um único operador, sendo que para cada medida obtinha-se a média aritmética entre os dois métodos em estudo, e como resultado, verificaram que não ocorreram diferenças significantes entre os dois métodos, a

exceção dos fatores que envolveram os incisivos superiores, e do ponto de vista clínico, concluíram que o método computadorizado pode ser utilizado para diagnóstico e plano de tratamento tão bem quanto o manual, porém, lembrando-se que o computador não é capaz de reduzir os erros cometidos pelo operador.

VASCONCELOS (2000) constataram que está havendo o desenvolvimento de *softwares* de traçados cefalométricos nacionais e uma crescente utilização destes por ortodontistas clínicos, pelos centros especializados em documentação ortodôntica e em pesquisas, por isso, realizou um trabalho onde se propôs a comparar dois *softwares* de traçado cefalométrico, o nacional RADIOCEF 2.0, utilizando-o da forma preconizada pelo fabricante e de uma forma adaptada, e pelo *software* de traçado cefalométrico canadense Dentofacial Planner 7.02, já confiavelmente utilizado em trabalhos de pesquisa, com as medições efetuadas pelo traçado manual, com a finalidade de avaliar comparativamente sua confiabilidade e precisão. A amostra constou de cinquenta radiografias cefalométricas laterais de boa qualidade, recentemente obtidas, pertencentes à clínica de pós-graduação da disciplina de Ortodontia da FOB-USP, de pacientes de ambos os gêneros, na faixa etária compreendida entre onze e vinte e quatro anos de idade, constituindo exemplares de diferentes tipos de má oclusão. As radiografias compuseram quatro grupos experimentais, de acordo com a forma de medição executada: Grupo 1) método manual; Grupo 2) a partir da digitalização dos traçados no *software* Radiocef 2.0; Grupo 3) a partir da digitalização das radiografias no *software* Radiocef 2.0; e Grupo 4) a partir da digitalização dos pontos cefalométricos no *software* Dentofacial Planner 7.02. Para compor as medições, foram selecionadas medidas angulares e lineares. Os testes estatísticos empregados foram a análise de variância (ANOVA) e o teste de Kruskal-Wallis, além do teste de Tukey e de Dunn para a comparação inter-grupos. Os resultados inter-grupos mostraram-se comparáveis, sem diferenças estatisticamente significantes, ao nível de 5%. Tais resultados levaram às seguintes conclusões: 1ª) ambos os

softwares de traçado cefalométrico podem ser confiavelmente utilizados como recursos auxiliares no diagnóstico, plano de tratamento, acompanhamento e avaliação de tratamentos ortodônticos, nos âmbitos clínico e/ou de pesquisa; 2ª) o *software* RADIOCEF 2.0 pode ser confiavelmente utilizado para efetuar medições a partir da digitalização dos traçados, além da forma proposta pelo fabricante.

VITAL (2000) realizou uma revisão de literatura onde comparou a cefalometria convencional com a computadorizada e concluiu que mesmo havendo restrições no uso da cefalometria, os dados disponíveis servem como auxiliares no diagnóstico e planejamento durante o tratamento ortodôntico, pois os fatores que definem a qualidade da imagem, como o contraste, nitidez e resolução, podem ser alterados, e tanto o método convencional quanto o computadorizado apresentam limitações, por isso, o profissional deve ser o juiz, usando todo o seu senso clínico e sua experiência prática no diagnóstico final.

GIJBELS *et al* (2001) compararam a eficácia clínica das imagens cefalométricas digitais (PSP) e convencionais obtidas de três cadáveres humanos em nove modos de exposições diferentes para cada cadáver. A qualidade das imagens foi avaliada subjetivamente pelos seis operadores que determinaram os seis pontos cefalométricos e as doses orgânicas efetivas foram calculadas. Comparando as duas formas de imagens estudadas, a digital obteve uma qualidade de imagem subjetiva consideravelmente melhor para todos os valores de exposição os quais foram significantes para todos, exceto para duas. Com maior kV e menor mA, obtiveram as doses efetivas mais baixas, que foi altamente dependente da posição da glândula tireóide no feixe de raios-X. Como conclusão, afirmaram que as variações relativamente pequenas nos modos de exposição não influenciaram na qualidade de imagem diagnóstica subjetiva das radiografias cefalométricas digitais, e quanto maior o kV e menor o mA, a dose efetiva é menor e desta forma deve ser a escolhida. Mais estudos são necessários

para se determinar o quanto mais a exposição pode ser reduzida sem comprometer a eficácia clínica.

HELD *et al* (2001) realizaram um estudo com o intuito de determinar o mínimo de resolução, escala de cinzas e regulagem de cores permitido para as imagens cefalométricas digitalizadas por *scanners*, sem comprometer a precisão na identificação dos pontos ortodônticos. Uma radiografia cefalométrica lateral de boa qualidade foi selecionada e marcas de referência foram feitas em vinte e um pedaços de papel de acetato. O filme foi então “escaneado” por seis vezes com diferentes padrões de resolução do *scanner* e tipos de coloração. As seis imagens digitalizadas foram copiadas vinte e uma vezes cada. Treze pontos foram selecionados para serem identificados pelos quarenta e nove operadores e analisados posteriormente por sua precisão na identificação dos pontos, em três triagens separadas, no cefalograma lateral original e em uma das seis imagens radiográficas. Também avaliaram subjetivamente a qualidade da imagem, sendo que a habilidade em identificar os pontos não foi significativamente diferente para ambos os grupos testados. Já em relação às opiniões sobre qualidade de imagem, esta foi diferente entre os grupos. Os participantes consideraram a qualidade das imagens em escala de cinza sem cor mais pobre que a do filme original, mas puderam detectar diferenças somente nas resoluções extremas. A predição da habilidade em identificar os pontos foi substancialmente maior para imagens com resoluções altas. Como conclusão, os tipos de variações na resolução ou na coloração durante os “escaneamentos” dos filmes cefalométricos não teve uma importância significativa quando utilizado o padrão, entretanto uma baixa resolução sem coloração parece ser a melhor combinação, e a opinião subjetiva da qualidade de imagem pode predizer o quanto preciso um profissional será na identificação dos pontos, mas somente se a resolução for relativamente alta.

DISCUSSÃO

A análise cefalométrica é um sistema que visa definir, em valores numéricos, os componentes crânio-faciais. Podem ser estáticas, quando não há crescimento esperado, ou dinâmica, quando realizada em indivíduos que apresentem potencial de crescimento (RICKETTS, 1972).

Sabe-se que a radiografia cefalométrica apresenta como desvantagem a distorção e aumento da imagem, a necessidade de expor o paciente à radiação e os fatores referentes ao uso de química no processamento. Ela nos dá apenas duas dimensões das três dimensões do complexo crânio-facial, criando a sobreposição das imagens. SAVARA, em 1972, lembrou que como os ossos faciais crescem em três dimensões, este deve ser estudado por um método tridimensional, e idealmente uma análise diagnóstica do complexo crânio-facial deveria ser realizada em 3-D. O melhor que pode ser feito utilizando radiografias é combinar uma radiografia cefalométrica lateral com uma frontal e axial, e então criar uma análise combinada.

Quando as radiografias foram introduzidas à Ortodontia, os clínicos não estavam convencidos que elas eram uma ferramenta que valiam a pena, e um comentário que ocasionalmente era feito sobre as radiografias cefalométricas era de que este novo método seria utilizável para o monitoramento do tratamento, mas não poderia substituir o velho método (análises de modelo e fotos) para o diagnóstico inicial e planejamento do tratamento. Muitos ortodontistas nos anos 30 acreditavam que confiar em uma radiografia para planejar o tratamento era fazer as coisas de modo indireto ou circular. Eles acreditavam que as medidas feitas em fotos e modelos de pacientes eram mais relevantes ao tratamento. O maior complicador, porém, parecia ser a incapacidade de ver as linhas cefalométricas e como eles eram relacionados às características faciais em uma figura. As radiografias, não como as

técnicas prévias, permitiam que se visse simultaneamente o perfil dos tecidos moles com os lábios fechados e a dentição em oclusão. Hoje, o DigiGraph oferece as vantagens de se ter análises baseadas em radiografias e fotografias sem a exposição radiográfica pois utiliza-se de um digitalizador sônico como base para os traçados cefalométricos e mensurações ao invés de radiografias (CHACONAS & JACOBSON, 1990). As análises podem ser realizadas em 3-D, tendo uma importância especial na análise de crianças, pois permite um acompanhamento não invasivo de seu crescimento, no planejamento cirúrgico ortognático e na verificação de assimetrias, sendo que estas poderiam passar despercebidas em uma análise em 2-D lateral (JACOBSON, 1995).

Uma vantagem do DigiGraph sobre às cefalometrias radiográficas é que a distorção não linear associada com as radiografias é eliminada. Isto é matematicamente impossível para um traçado de uma radiografia para ser superposta exatamente sobre a imagem de vídeo. O tamanho padrão total deve estar correto, mas a localização dos pontos individuais dentro do traçado estará incorreto, porque a radiografia contém dados de duas dimensões ao invés de três. Com o DigiGraph, todos os pontos são gravados um por um e de maneira direta, permitindo uma precisa sobreposição dos traçados dos pacientes sobre as imagens de vídeo (CHACONAS et al, 1990).

JACOBSON, em 1995, descreveu também as limitações do método. A movimentação da cabeça do paciente pode ocorrer durante a digitalização dos pontos, sendo que o computador pode identificar estes pequenos movimentos e fatores de correção podem ser construídos, porém gerando alguns fatores de erro. É um sistema caro e as radiografias ainda são necessárias, pois os tecidos duros não podem ser vistos pela digitalização.

Ao determinar as diferenças entre as medidas realizadas em pacientes com o DigiGraph e suas análises baseadas em radiografias, e ao avaliar a reprodutibilidade comparativa entre os registros consecutivos no DigiGraph e os traçados consecutivos de um

mesmo paciente, ficou aparente que o processo de digitalização do DigiGraph produz valores cefalométricos comparáveis àqueles dos traçados na radiografia. E ainda os trabalhos cefalométricos completos no DigiGraph são um pouco mais consistentes e reprodutíveis – até mais consistente que os traçados repetidos. O fato importante para ser lembrado é de que as medidas cefalométricas nas radiografias não são padrões perfeitos. A localização dos pontos, erros no traçado e nas medidas, a distorção da imagem, são fatores que podem provocar imprecisão. Portanto, atribuir todas as diferenças entre as medidas realizadas no DigiGraph e na radiografia ao DigiGraph seria enganoso. As medidas angulares no DigiGraph e na radiografia foram bastante similares no primeiro estudo e é certo que o DigiGraph é mais preciso que uma radiografia para fazer medidas lineares.

Concluíram que a cefalometria no DigiGraph e a da radiografia são semelhantes clinicamente. Para os autores, se o mesmo plano de tratamento é alcançado, não é importante que se saiba como as medidas foram feitas. Qualquer aparelho que produza planos de tratamento consistentes e reais, e que consiga fazer correções no meio do tratamento apropriadas, poderia ser valioso (CHACONAS & JACOBSON, 1990). Já PRAWAT *et al* (1995) e TSANG & COOKE (1999) ao compararem a validade e reprodutibilidade dos valores cefalométricos gerados pelo DigiGraph dos obtidos em radiografias cefalométricas convencionais, obtiveram resultados diferentes do trabalho citado anteriormente, pois eles demonstraram que os dados gerados no DigiGraph são variáveis, enquanto os dados obtidos nas radiografias convencionais foram reprodutíveis. Com estes resultados obtidos, o DigiGraph deveria ser interpretado com muito cuidado.

Na década de 60 os filmes radiográficos começaram a ser digitalizados e o computador passou a ser utilizado para descrever, interpretar e armazenar informações em forma de dados, tornando-se um importante auxiliar na economia de tempo e espaço, ou seja, introduziu na cefalometria a tecnologia dos computadores, onde as medidas são feitas e

registradas automaticamente. E isto é comprovado com estudos realizados em que ficou claro que o uso do computador acelera o processo de cefalometria quando comparado ao método manual (PEREIRA, 1989; DAVIS & MACKAY, 1991; HALAZONETIS, 1994; CIRUFFO *et al*, 1997; DAVID & CASTILHO, 1999). No caso da realização de um VTO, o computador também teve a vantagem do acesso rápido às informações (CANGIALOSI *et al*, 1995).

RICKETTS, em 1969 já dizia que o uso de programas de computador poderia propiciar dados mais confiáveis na análise cefalométrica, enquanto KONCHAK & KOEHLER, em 1985 também previam que os programas cefalométricos computadorizados seriam amplamente utilizados e acreditavam que eles proveriam ao ortodontista um método superior de análise cefalométrica com relação à precisão, hoje muito estudado, e à velocidade.

RICKETTS (1972) defendeu a aplicação prática do serviço computadorizado nas análises cefalométricas, dentro de quatro categorias: 1) uso como auxiliar no planejamento do tratamento; 2) uso para educação de pacientes e relações públicas; 3) uso na monitoração do tratamento e resultados; 4) uso em pesquisas.

Podemos incluir às categorias, especificamente o uso das análises cefalométricas na prática do VTO, como descrito por CANGIALOSI *et al* (1995), onde avaliaram a precisão do Quick Ceph II na realização do VTO quando comparado com o método manual. O método manual foi quase tão efetivo quanto o computadorizado com relação a produzir uma representação gráfica boa das mudanças de crescimento, e as diferenças entre o VTO manual e o computadorizado não são tão significantes clinicamente. KONCHAK & KOEHLER, em 1985, descreveram um programa (UCSD Pascal) para realizar análises cefalométricas utilizando um computador e uma mesa digitalizadora, cujo propósito seria calcular valores em cefalogramas laterais, porém nenhum esforço foi feito para se criar um método de sobreposição ou predição cirúrgica computadorizada (VTO cirúrgico) pois eles acreditavam no método manual.

As vantagens da imagem digitalizada sobre a cefalometria tradicional seriam: a possibilidade de se reduzir a exposição do paciente à radiação, o armazenamento de imagem, a manipulação, a transmissão da imagem, e a possibilidade da análise automática ou semi-automática. Para facilitar o armazenamento, transmissão e manipulação da imagem, sacrifícios na qualidade da imagem são necessários por causa das limitações tecnológicas. Entretanto, um aceitável nível de eficácia diagnóstica é necessário e deve ser mantido. As imagens digitalizadas das radiografias convencionais ganharão espaço somente quando a qualidade diagnóstica da radiografia convencional for preservada. (FORSYTH *et al*, 1996)

VASCONCELOS FILHO (1997) e VITAL (2000) lembraram que apesar de ter sido um grande acontecimento na área de diagnóstico por imagem, a digitalização é ainda limitada, além de ser de difícil acesso para a maioria dos profissionais por causa de seu alto custo, e deve ser usada conjuntamente com imagens radiográficas convencionais. Mesmo havendo restrições no uso da cefalometria, os dados disponíveis servem como auxiliares no diagnóstico e planejamento durante o tratamento ortodôntico, pois os fatores que definem a qualidade da imagem, como o contraste, nitidez e resolução, podem ser manipulados, e isto deve ser feito com cautela, pois assim como as manipulações podem ser elucidativas, em alguns casos podem também se tornar enganosas. Os autores ainda ressaltam o quesito da confiabilidade das imagens armazenadas que precisa ser analisada melhor, levando-se em conta o tempo que elas precisam ser guardadas. Por isso, o profissional deve ser o juiz, usando todo o seu senso clínico e sua experiência prática no diagnóstico final.

Como havia poucas informações sobre a aplicação da xerorradiografia na cefalometria, HURST *et al* (1978) realizaram um estudo com a finalidade de comparar a precisão na identificação dos pontos cefalométricos entre os cefalogramas xerorradiográficos e os convencionais. Embora não demonstrado conclusivamente neste estudo, os autores acreditam que as xerorradiografias parecem oferecer mais clareza e detalhe que o cefalograma

convencional, porém mais investigações sobre este método diagnóstico seria necessário antes que a sua significância verdadeira na odontologia possa ser avaliada.

Alguns autores acreditam que a análise cefalométrica computadorizada pode ter maior confiabilidade nas medidas, uma vez que os erros gerados convencionalmente no momento da mensuração com réguas e transferidores são eliminados, sendo portanto mais precisos na confecção dos traçados (CANGIALOSI *et al*, 1995; PEREIRA, 1989; HALAZONETIS, 1994). Esta afirmativa seria completamente verdadeira se não existissem os fatores operador e identificação dos pontos.

CIRUFFO *et al* (1997) ao compararem os benefícios que a cefalometria computadorizada oferece em relação à cefalometria convencional, concluíram que é no momento de introdução dos dados, que a cefalometria computadorizada torna-se vulnerável aos erros no traçado cefalométrico, e, como observado por ALMEIDA (1989), estes erros na localização dos pontos ou dados incorretos conduzirão a resultados incorretos. Lembremos, entretanto, que estes mesmos erros podem ocorrer com os métodos tradicionais.

SAVARA (1972) alertou que os implementos anuais de crescimento facial promovem pequenas alterações ósseas, de onde se conclui a necessidade em obter medidas com a máxima precisão. Mesmo os mais suaves erros de medidas podem levar a conclusões errôneas. Desta forma, faz-se necessário empregar métodos de registros com máximo de precisão e o mínimo de erro.

Com relação aos erros sistemáticos ou casuais, a investigação demonstrou que os erros na cefalometria radiográfica inevitavelmente ocorrem, havendo uma interferência significativa do fator operador na reprodutibilidade das medidas em ambos os métodos, principalmente com medidas envolvendo os incisivos (MARTINS, 1995; BRANGELI *et al*, 2000). Para TRAJANO *et al* (2000), verificaram que ocorreram diferenças significantes entre os dois métodos nos fatores que envolveram os incisivos superiores e relataram que o

computador não é capaz de reduzir os erros cometidos pelo operador. Para FORSYTH *et al* (1996) e CHEN *et al* (2000), a taxa de erro associada às medidas angulares e lineares e na identificação dos pontos das imagens digitais foi maior que na radiografia convencional. Os erros que ocorreram com algumas medidas foram de magnitude suficiente para causar significância clínica, particularmente em uma situação cefalométrica onde um alto grau de precisão é requerido. Para ALBUQUERQUE JR. (1996), o método computadorizado apresentou variâncias de erro menores que as do método convencional.

O aumento da precisão na identificação dos pontos é difícil e requer uma minuciosa definição dos pontos anatômicos e radiografias de alta qualidade, porém pode ser obtido se o programa computadorizado for idealizado para permitir múltiplas digitações de um mesmo ponto, pois, com o uso de médias de aproximações, localiza-se o ponto cefalométrico “verdadeiro”. O *software* Viewbox (Microsoft Corp., 1993) trabalha neste sentido, pois cada ponto deve ser digitalizado três vezes e a média entre elas é que será considerada (HALAZONETIS, 1994).

O fator operador interfere de modo bastante prejudicial na confiabilidade das análises e o erro em cefalometria é uma constante, mesmo quando o operador é experiente. Como consequência, se evidenciou a necessidade de replicar as mensurações nas pesquisas científicas. Para MARTINS (1995), ALBUQUERQUE (1996) e BRANGELI *et al* (2000), após verificarem que os pontos de estruturas dentárias estavam presentes em todas as medidas que se apresentaram diferentes e com maior fonte de erro, demonstrando que estes são de difícil localização, concluíram que é necessário repetir essas medidas para maior crédito dos valores, principalmente em análises com finalidade de pesquisa. Mas LIM & FOONG (1997) verificaram que o erro aleatório dos operadores na identificação dos pontos, mesmo depois de replicá-las, foi substancial e deve ser levado em consideração em todos os estudos envolvendo identificação de pontos.

Outro método interessante para diminuir os erros durante a identificação dos pontos seria os sistemas de identificação automática computadorizada dos pontos cefalométricos, como o SS, desenvolvido por RUDOLPH *et al*, em 1998. Os resultados mostraram não haver diferenças estatísticas na média dos erros de identificação dos pontos entre a identificação manual no monitor e a identificação automática SS, demonstrando que o SS apresenta um potencial na identificação automática dos pontos, o que é um importante passo no desenvolvimento de uma análise cefalométrica completamente automática. LIU, CHEN & CHENG (2000) avaliaram a precisão de um outro sistema de identificação automática dos pontos cefalométricos pelo computador desenvolvido e utilizado pela Universidade Nacional de Cheng Kung, porém os resultados neste caso mostraram que a precisão da identificação automática pelo computador é aceitável somente para alguns pontos e mais estudos são necessários para aperfeiçoar a precisão da identificação automática dos pontos pelo computador.

Alguns autores utilizaram a digitalização da imagem radiográfica utilizando-se de mesas digitalizadoras, *scanners* ou de câmeras de vídeo. FORSYTH *et al* (1996) ao comparar as mesas digitalizadoras e as câmeras de vídeo, verificaram que o efeito do tipo de captura de imagem mostrou-se insignificante.

Com relação ao método de digitalização com auxílio do *scanner*, podemos citar o trabalho de HELD *et al* (2001), onde determinaram o mínimo de resolução, escala de cinzas e regulagem de cores permitido para as imagens cefalométricas digitalizadas por *scanners*, sem comprometer a precisão na identificação dos pontos ortodônticos. Como conclusão, os tipos de variações na resolução ou na coloração durante os “escaneamentos” dos filmes cefalométricos não teve uma importância significativa quando utilizado o padrão, entretanto uma baixa resolução sem coloração parece ser a melhor combinação, e a opinião subjetiva da

qualidade de imagem pode prever o quanto preciso um profissional será na identificação dos pontos, mas somente se a resolução for relativamente alta.

Já AMAD NETO (1999) avaliou de forma quantitativa e qualitativa as variáveis e as implicações clínicas oriundas das mensurações de telerradiografias laterais obtidas por dois métodos digitais indiretos, a captação de imagem por *scanner* e a digitalização direta de pontos cefalométricos, quando comparados ao método de traçado manual. Concluíram que houve correlação positiva, qualitativa e quantitativa, entre todos os métodos utilizados; o método mais reprodutível, qualitativa e quantitativamente, foi o método manual; dentre os métodos digitais, o método I (*scanner*) foi mais reprodutível que o II (mesa digitalizadora) quantitativamente, e, quando houve discrepância entre as medidas, estas foram oriundas da determinação errônea dos pontos cefalométricos .

CHEN *et al* (2000) notaram que as diferenças na identificação dos pontos cefalométricos entre a radiografia original e suas imagens digitalizadas foram estatisticamente significantes, não denotando confiabilidade para algumas medidas computadorizadas. CIRUFFO *et al* (1997) acreditam que os métodos convencionais produzem resultados mais precisos.

TRAJANO *et al* (2000) e JACKSON (1985) verificaram que não ocorreram diferenças significantes entre os dois métodos e do ponto de vista clínico, concluíram que o método computadorizado pode ser utilizado para diagnóstico e plano de tratamento tão bem quanto o manual. BRANGELI *et al* (2000), VASCONCELOS (2000), ALBUQUERQUE JR. (1996) chegaram à conclusão de que o método computadorizado mostrou-se confiável e de boa reprodutibilidade. ALMEIDA (1989) acreditava na alta precisão do método computadorizado. Com relação a comparação do método de digitalização indireta por meio da mesa digitalizadora e o método convencional, a maioria relata não haver diferenças estatisticamente significantes entre os métodos, não possuindo significado clínico, podendo-se

reforçar a confiança e credibilidade nos resultados obtidos pelo computador (MALINI & GUEDES, 1994).

Já DAVIS & MACKAY (1991) compararam os resultados das análises cefalométricas usando o traçado manual, a digitalização direta dos pontos na imagem digital sem recursos de melhora e utilizando uma imagem com aumento do contraste da radiografia digitalizada. Os resultados foram estatisticamente a favor do sistema computadorizado.

Ao comparar o método computadorizado por digitalização com captura da imagem por meio da câmera de vídeo e o método convencional, com relação aos erros causados durante a digitalização dos pontos na tela, houve uma diferença significativa entre as medidas obtidas através do método computadorizado e as calculadas pelo método manual. Todos os parâmetros que mostraram diferenças estavam relacionados ao plano horizontal, provavelmente decorrente de alguma distorção. Esta informação é útil para a interpretação dos dados obtidos pela cefalometria computadorizada. Na calibração do *software* e erro de digitalização do operador, o maior erro do método ocorreu no plano horizontal e do lado direito da tela (medidas aumentadas). Este fato é importante, pois é deste lado que se encontram a maioria dos pontos a serem identificados (NIMKARN & MILES, 1995).

OLIVER (1991) observou que a digitalização direta das radiografias é menos preciso que o método tradicional ou o método de digitalização dos traçados e que as facilidades de aprimoramento da imagem radiográfica através de câmera de vídeo (ISI) para a localização dos pontos, não produziu nenhuma melhora significativa na precisão das variáveis cefalométricas estudadas.

EPPLEY & SADOVE (1991) compararam as radiografias cefalométricas comuns com as digitais pela análise de pontos ósseos e tegumentares, e ambos apresentaram precisão semelhantes na identificação dos pontos ósseos e o método digital apresentou superioridade no delineamento das relações tegumentares.

Outra forma de imagem computadorizada é a imagem digital direta. Alguns autores (LIM & FOONG, 1997) compararam este tipo de imagem com a convencional, quanto à precisão da primeira na identificação dos pontos, sendo que o sistema de escolha foi o PSP. Não houve diferenças significantes entre os dois sistemas de imagens, chegando os autores às conclusões de que as radiografias cefalométricas laterais computadorizadas podem ser tomadas com uma redução de 30% na dose de radiação quando comparadas com as radiografias convencionais. Já GEELEN *et al*, em 1998, realizando um estudo semelhante, concluíram que as imagens mostradas no monitor obtiveram uma precisão menor que o filme e a impressão da imagem digital, e entre estes dois últimos, não houve diferenças estatisticamente significantes. GIJBELS *et al* (2001) comparando a eficácia clínica das imagens cefalométricas digitais (PSP) e convencionais, a digital obteve uma qualidade de imagem subjetiva consideravelmente melhor para todos os valores de exposição, os quais foram significantes para todos, exceto para duas, e afirmaram que as variações relativamente pequenas nos modos de exposição não influenciaram na qualidade de imagem diagnóstica subjetiva das radiografias cefalométricas digitais, e quanto maior o kV e menor o mA, a dose efetiva é menor e desta forma deve ser a escolhida. Mais estudos são necessários para se determinar quanto mais a exposição pode ser reduzida sem comprometer a eficácia clínica.

SAGNER *et al* (1998) realizou um estudo semelhante aos citados acima só que usaram um outro sistema de imagem digital direto (*Sirona Orthophos DS Ceph*). Os resultados deste estudo sugerem que a qualidade dos cefalogramas digitais diretos é comparável às imagens em radiografias.

Está havendo o desenvolvimento de programas de traçados cefalométricos nacionais e uma crescente utilização destes por ortodontistas clínicos, pelos centros especializados em documentação ortodôntica e em pesquisas, por isso, VASCONCELOS (2000), comparou dois *softwares* de traçado cefalométrico, o nacional RADIOCEF 2.0,

utilizando-o da forma preconizada pelo fabricante e de uma forma adaptada, e o canadense Dentofacial Planner 7.02. Ambos os *softwares* de traçado cefalométrico podem ser confiavelmente utilizados como recursos auxiliares no diagnóstico, plano de tratamento, acompanhamento e avaliação de tratamentos ortodônticos, nos âmbitos clínico e/ou de pesquisa e o *software* RADIOCEF 2.0 pode ser confiavelmente utilizado para efetuar medições a partir da digitalização dos traçados, além da forma proposta pelo fabricante.

BASKIN & CISNEROS (1997) realizaram um estudo para determinar a confiabilidade e a reprodutibilidade de medidas obtidas em dois *softwares* populares, Dentofacial Planner e o Quick Ceph quando comparados aos traçados manuais. Este estudo demonstrou que ambos os *softwares* podem produzir uma análise de Steiner confiável.

MAHL & FONTANELLA (1999) também avaliaram se há diferenças entre as medidas esqueléticas lineares e angulares obtidas de cefalogramas delineados manualmente e computadorizados, utilizando os *softwares* SMTC, OrtoView, Radiocef e Orto Manager. Para as médias das medidas, verificou-se que não houve diferenças estatísticas significantes entre os métodos estudados.

PEREIRA (1999) concluiu em seu trabalho que os novos sistemas digitais deveriam melhorar as possibilidades de se realizar um diagnóstico preciso e ter um custo menor além de lembrar a necessidade de novos estudos clínicos para a obtenção de mais informações sobre sua eficácia clínica.

Um significativo número de *softwares* cefalométricos estão à disposição no mercado, porém existem poucos trabalhos na literatura comparativos para eles, mas os que conseguimos revisar, demonstram que há semelhança estatística e que são confiáveis, então para realizar a escolha deste, é importante considerar a facilidade de compreensão e manuseio do sistema, a compatibilidade do *software* com o computador, a qualidade e quantidade de análises e funções como a customização, ou seja, que o *software* permita definir suas próprias

análises, a correção de pontos cefalométricos durante a sua digitalização, sem a necessidade de digitar a figura novamente, a importação e exportação de arquivos obtidos através de um *scanner* ou câmera de vídeo entre outras. Cabe ao interessado buscar conhecer as características de cada sistema e enquadrá-las ao seu próprio uso (quais são as exigências do mercado, qual o sistema do concorrente, para que finalidade o *software* será utilizado, etc.).

Pudemos observar que cada um dos estudos analisados utilizaram-se de diferentes metodologias de pesquisa. Não houve o que poderíamos chamar de uma equivalência entre os métodos, o que certamente dificulta uma comparação mais verídica sobre o assunto.

CONCLUSÃO

Independente da forma de execução, a cefalometria sempre exige uma apurada técnica de trabalho para a não ocorrência de erros. Mesmo assim, é difícil evitar os erros, sendo essencial, dentro da filosofia em estudo, a replicação de traçados, para tomadas de decisões seguras.

Seria mais fácil a comparação entre ambos os métodos se houvesse uma certa equivalência entre as metodologias dos estudos empregados nos trabalhos analisados. Mesmo assim, verificamos que ambos os métodos apresentam limitações, por isso o profissional deve estar atento e usar o bom senso e a experiência clínica na avaliação da análise para um correto diagnóstico e planejamento.

Com relação aos diversos *softwares* cefalométricos presentes no mercado, todos parecem funcionar dentro de suas limitações não sendo visto diferenças significantes entre eles. Quanto a escolha de qual *software* adquirir, o usuário deve procurar conhecer as vantagens e desvantagens de cada um e enquadrá-las às suas necessidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ALBUQUERQUE JR., H.R. **Avaliação do erro de reprodutibilidade dos valores cefalométricos aplicados na filosofia Tweed-Merrifield, pelos métodos computadorizado e convencional.** Piracicaba, 1996. 169p. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

ALEXANDER, R.G., GORMAN, J.C., GRUMMO, D.C. The DigiGraph Work Station. Part 2: Clinical Management. **J. Clin. Orthod.**, Boulder, v.24 ,n.7 ,p. 402-407, Jul. 1990.

ALMEIDA, A.R. Análise cefalométrica computadorizada. *In:* PEREIRA, C.B.; MUNDSTOCK, C.A.; BERTHOLD, T.B. **Introdução à cefalometria radiográfica.** 2.ed. Porto Alegre: Pancast, 1989. cap.14, p.247-256.

AMAD NETO, M. **Avaliação da variação nas grandezas cefalométricas obtidas pelo método manual comparada com dois métodos digitais indiretos da análise de Mc Namara.** São Paulo, 1999. 60p. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo.

BARROS, C.C. Cefalometria clínica. *In:* FERREIRA, F.V. **Ortodontia: diagnóstico e planejamento clínico.** 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1998. cap.15, p.313-330.

BASKIN, H.N., CISNEROS, G.J. A comparison of 2 computer cephalometric programs. **J. Clin. Orthod.**, Boulder, v. 31, n, 4, p. 231-233, 1997.

BECKER, L.; BARISON, G.F.; BARISON, J.C. Cefalometria computadorizada e documentação ortodôntica digital. *In:* FREITAS, A.; ROSA, J.E.; SOUZA, I.F. **Radiologia odontológica.** 5.ed. São Paulo: Artes Médicas, 2000. cap.30, p.593-601.

BRANGELI, L.A.M. *et al.* Estudo comparativo da análise cefalométrica pelo método manual e computadorizado. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v.54, n.3, p.234-241, maio/jun. 2000.

* Baseada na NBR-6023 de ago. de 2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos títulos dos periódicos em conformidade com o MEDLINE.

CANGIALOSI, T.J. *et al.* Reliability of computer-generated prediction tracing. **Angle Orthod.**, Appleton, v.65, n.4, p.277-284, Sept. 1995.

Cef X. Disponível em: <<http://www.cdt.com.br>>. Acesso em: 01 ago. 2002.

CHACONAS, S.J. *et al.* The DigiGraph Work Station. Part 1: Basic Concepts. **J. Clin. Orthod.**, Boulder, v.24, n.6, p. 360-367, Jun. 1990.

CHACONAS, S.J., JACOBSON, R.L. The DigiGraph Work Station. Part 3: Accuracy of Cephalometric Analysis. **J. Clin. Orthod.**, Boulder, v.24 ,n.8 ,p. 467-471, Aug. 1990.

CHEN, Y.J. *et al.* Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. **Angle Orthod.**, Appleton, v.70, n.5, p.387-392, Oct. 2000.

CIRUFFO, P.A.D.R. *et al.* Cefalometria computadorizada. **J. Bras. Ortod. Ortop. Maxilar**, Curitiba, v.2, n.12, p.41-44, nov./dez. 1997.

DAVID, A.F.; CASTILHO, J.C.M. Estudo comparativo entre os traçados manual e computadorizado da análise do espaço aéreo nasofaríngeo em radiografias cefalométricas laterais. **Ortodontia**, São Paulo, v.32, n.2, p. 88-93, maio/ago. 1999.

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.

DENTOFACIAL SOFTWARE INC. **Dentofacial planner user manual**: a preliminary manual. Version 6.5. Toronto, 1995.

DENTOFACIAL PLANNER PLUS. Disponível em: <<http://www.dentofacial.com/products/dfplus/dfplus.html>>. Acesso em: 08 ago. 2002.

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

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, Nov. 1996.

FORSYTH, D.B. *et al.* Digital imaging of cephalometric radiographs, part 2: image quality. **Angle Orthod.**, Appleton, v.66, n.1, p.43-50, Nov. 1996.

FREITAS, A.; PANELLA, J. Técnicas radiográficas extrabucais. *In:* FREITAS, A.; ROSA, J.E.; SOUZA, I.F. **Radiologia odontológica**. 5.ed. São Paulo: Artes Médicas, 2000. cap.9, p.164.

FREITAS, L. Telerradiografias. *In:* FREITAS, L. **Radiologia bucal: técnicas e interpretação**. 2.ed. São Paulo: Pancast, 2000. cap.16, p.229-241.

FREITAS, L.; ZAMPIERI, F.S.R.; GONÇALVES, M. Documentação ortodôntica - Parte I. *In:* FREITAS, L. **Radiologia bucal: técnicas e interpretação**. 2.ed. São Paulo: Pancast, 2000. cap.17, p.243-254.

FREITAS, L.; ZAMPIERI, F.S.R. Documentação ortodôntica - Parte II. *In:* FREITAS, L. **Radiologia bucal: técnicas e interpretação**. 2.ed. São Paulo: Pancast, 2000. cap.18, p. 255-271.

GEELLEN, W., *et al.* Reproducibility of cephalometric landmarks on conventional film, hardcopy, and monitor-displayed images obtained by the storage phosphor technique. **Eur. J. Orthod.**, v.20, n.3, p. 331-340, Jun. 1998.

GIJBELS, F. *et al.* Diagnostic yield of conventional and digital cephalometric images: a human cadaver study. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndmills, v.30, n.2, p.101-105, Mar. 2001.

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

HALAZONETIS, D.J. Computer-assisted cephalometric analysis. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, Saint Louis, v.105, n.5, p.517-521, May 1994.

HELD, C.L., FERGUSON, D.J., GALLO, M.W. Cephalometric digitization: a determination of the minimum *scanner* settings necessary for precise landmark identification. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, Saint Louis, v.119, n.5, p.472-481, May 2001.

HURST, R.V.V. *et al.* Landmark identification accuracy in xeroradiographic cephalometry. **Am. J. Orthod.**, Saint Louis, v.73, n.5, p.568-574, May 1978.

JACKSON, P.H., DICKSON, G.C., BIRNIE, D.J. Digital image processing of cephalometric radiographs: a preliminary report. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v.12, p. 122-132, 1985.

JACOBSON, A. **Radiographic cephalometry: from basics to videoimaging.** Carol Stream: Quintessence, 1995.

JACOBSON, R.L. Facial analysis in two and three dimensions. *In*: JACOBSON, A. **Radiographic cephalometry: from basics to videoimaging.** Carol Stream: Quintessence, 1995. cap. 21, p. 273-294.

KONCHAK, P.A., KOEHLER, J.A. A Pascal computer program for digitizing lateral cephalometric radiographs. **Am J. Orthod.**, Saint Louis, v. 87, p.197-200, Mar. 1985.

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

LIM, K.F.; FOONG, K.W.C. Phosphor-stimulated computed cephalometry: reliability of landmark identification. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v.24, n.4, p.301-308, Nov. 1997.

LIU, J., CHEN, Y., CHENG, K. Accuracy of computerized automatic identification of cephalometric landmarks. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, Saint Louis, v.118, n. 5, p. 535-540, Nov. 2000.

MAHL, C.R.W.; FONTANELLA, V. Estudo comparativo entre as medidas cefalométricas frontais delineadas manualmente e computadorizadas. **Rev. Fac. Odontol. P. Alegre**, Porto Alegre, v.40, n.2, p.41-48, set. 1999.

MALINI, C.G.E.; GUEDES, A.M.L. Cefalometria manual e computadorizada: estudo comparativo. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v.51, n.4, p.44-47, jul./ago. 1994.

MANSINI, R. *et al.* Imagenologia. In: FREITAS, L. **Radiologia bucal: técnicas e interpretação**. 2.ed. São Paulo: Pancast, 2000. cap.24, p.386-389.

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

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

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

PEREIRA, C.B.; MUNDSTOCK, C.A.; BERTHOLD, T.B. **Introdução à cefalometria radiográfica**. 2.ed. Porto Alegre: Pancast, 1989. cap.1, p.23-30, 33-40.

PEREIRA, R.C.R. **A digitalização de imagens na radiologia odontológica**. Piracicaba, 1999. 91p. Monografia (Especialização em Radiologia) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

PETRELLI, E.; BAPTISTA, J.M. **Ortodontia: fundamentos em cefalometria clínica**. Curitiba: Editek Multimídia e *Software* em Odontologia, 1997. 1 CD-ROM.

PRAWAT, J.S. *et al.* A comparison between radiographic and sonically produced cephalometric values. **Angle Orthod.**, Appleton, v.65, n.4, p. 271-276, Jul. 1995.

QUICKCEPH IMAGE PRO AND QUICKCEPH 2000. Disponível em: <<http://www.quickceph.com>>. Acesso em: 01 ago. 2002.

RADIOCEF 2000. Disponível em: <<http://www.radiomemory.com.br>>. Acesso em: 01 ago. 2002.

RADIO MEMORY. **RADIOCEF 2000**: qualidade e simplicidade em cefalometria. Belo Horizonte, 2000.

RIBAS, M.; BRANDÃO, R.M. **Orto Manager. Manual do Usuário versão 2.0**. Curitiba: Soft Manager. 1 CD-ROM.

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

RICKETTS, R.M. et al. An overview of computerized cephalometrics. **Am. J. Orthod.**, Saint Louis, v.61, n.1, p. 1-28, Jan. 1972.

ROCKY MOUNTAIN ORTHODONTICS. **JOE**: Jiffy Orthodontic Evaluation Software User's Guide. Denver.

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

SAGNER, T. *et al.* Diagnostic image quality in comparison of conventional and digital cephalometric radiographs. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndmills, v.27, Supplement 1, p.S26, June 1998. Abstract, 27.

TAYLOR, R.W. Advances in cephalometric analysis. *In*: JACCOBSON, A. **Radiographic cephalometry**: from basic to videoimaging. Chicago: Quintessence, 1995. chap.19, p.255-260.

TORMIN JR., F.G.; TORMIN, A.C.F. A informática na clínica ortodôntica. *In*: FERREIRA, F.V. **Ortodontia: diagnóstico e planejamento clínico**. 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1998. cap.20, p.429-445.

TRAJANO, F.S. *et al.* Estudo comparativo entre os métodos de análise cefalométrica manual e computadorizada. **Rev. Dental Press Ortod. Ortop. Facial**, Maringá, v.5, n.6, p.57-62, nov./dez. 2000.

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

VASCONCELOS, M.H.F. **Avaliação de um programa de traçado cefalométrico**. Bauru, 2000. 178p. Tese (Doutorado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

VASCONCELOS FILHO, J.O. **Digitalização de imagens radiográficas**. Piracicaba, 1997. 37p. Monografia (Especialização em Radiologia) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

VITAL, A.J. **Comparações entre a cefalometria convencional e computadorizada**. Piracicaba, 2000. 37p. Monografia (Especialização em Radiologia) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.