UNICAMP

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Departamento de Odontologia Infantil
Área de Ortodontia

ANA PAULA DA SILVA TIENGO

Cirurgiã-Dentista

FONTES DE ERROS EM CEFALOMETRIA

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para Obtenção de Título de Especialista em Ortodontia.

PIRACICABA

2006

UNICAMP

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Departamento de Odontologia Infantil
Área de Ortodontia

ANA PAULA DA SILVA TIENGO

Cirurgiã-Dentista

1290005062 TCE/UNICAMP
T443f
FOP

FONTES DE ERROS EM CEFALOMETRIA

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para Obtenção de Título de Especialista em Ortodontia.

370

Orientadora: Profa. Dra. Vânia Célia Vieira de Siqueira

UNICAMP / FOP
BIBLIOTECA
PIRACICABA

2006

dade FOP/UNICAMP
Chamada T443f
Ex.
nbo BC/

de - FOP/UNICAMP
/UNICAMP
Ed.
Ex.
5062
C ☐ D ☒
PEP 134/2010
R$ 11,00
19/11/10
ro 375857

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

T443f

Tiengo, Ana Paula da Silva.
Fontes de erros em cefalometria. / Ana Paula da Silva Tiengo. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2006.
74f.

Orientador: Vânia Célia Vieira de Siqueira.
Monografia (Especialização) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Cefalometria. 2. Diagnóstico. 3. Ortodontia. I. Siqueira, Vânia Célia Vieira de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

Dedico este trabalho ao meu marido ***Rafael José Tiengo***, por quem tenho grande amor, pelo apoio nos momentos difíceis, por compreender os momentos de ausência e pelo constante incentivo e colaboração para que essa conquista se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade de Campinas, pela oportunidade e estrutura oferecida para o desenvolvimento do meu aprendizado.

Ao ***Prof. Dr. Darcy Flávio Nouer***, por quem tenho enorme respeito e admiração, por colaborar sabiamente com meus primeiros passos nessa infinita trajetória do conhecimento.

À minha orientadora ***Profa. Dra. Vânia Célia Vieira de Siqueira*** por quem tenho grande admiração. Obrigada pelo exemplo de dedicação e paixão à profissão e preocupação com nosso aprendizado durante todo o curso. Agradeço, ainda, a orientação, o ensinamento, o carinho e a sincera amizade.

À ***Profa. Dra. Maria Beatriz Borges de Araújo Magnani*** pelo carinho e contribuição para minha formação profissional.

Ao ***Prof. Dr. João Sarmento Pereira Neto*** pelo ensinamento e pelo companheirismo demonstrado.

Aos meus queridos pais, ***João Batista*** e ***Maria de Lourdes***, por acreditarem em mim e me incentivarem desde o início dessa longa caminhada de estudos.

Às minhas adoradas irmãs, ***Alexsandra Paes*** e ***Adriana Lima***, pela colaboração e dedicação durante a realização desse trabalho. Meu enorme carinho e admiração.

Aos colegas de turma, Ana Cristina, Cristiane, Dolores, Edivaldo, Elizabeth, Érica, Juliana, Maria Carolina, Paola, Rafael Hung, Rafael Borges, Renata, Roberta, Vanessa, Vivian, pela amizade sincera, pelo apoio nos momentos

de dificuldade e pelo companheirismo nos momentos de alegria. Agradeço a todos vocês que estiveram comigo durante esses dois anos.

Aos funcionários do Departamento de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba pelos serviços prestados.

À minha secretária ***Tatiane Peres*** pela grandiosa ajuda durante o curso.

À toda minha família e amigos que direta ou indiretamente colaboraram com a realização desse trabalho e com mais essa conquista.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS 7

LISTA DE TABELAS 9

RESUMO 11

ABSTRACT 13

1 INTRODUÇÃO 15

2 PROPOSIÇÃO 18

3 REVISÃO DA LITERATURA 20

4 DISCUSSÃO 53

5 CONCLUSÃO 66

REFERÊNCIAS 69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Traçado das estruturas dentofaciais na placa modelo.....22

Figura 2 - Exemplo de uma telerradiografia, obtida em norma lateral, com paciente em desoclusão.....24

Figura 3 - Mudanças típicas da morfologia labial da posição relaxada para a posição fechada em duas pessoas com grande trespasse horizontal. Observar a variação individual da espessura labial entre esses dois pacientes.....24

Figura 4 - Exemplo de rotação da cabeça do paciente para cima durante a obtenção da telerradiografia, obtida em norma lateral.....27

Figura 5 - Exemplo de rotação da cabeça do paciente para baixo durante a obtenção da telerradiografia, obtida em norma lateral.....27

Figuras 6a e 6b – Marca efetuada no nariz da jovem coincidente com a linha horizontal (em vermelho) da Unidade Orientadora de Posicionamento.....31

Figura 7a - Tomada da telerradiografia em Posicionamento Natural da Cabeça.....32

Figura 7b - Tomada da telerradiografia em Posicionamento Natural da Cabeça com acréscimo de cinco graus em sua inclinação.....32

Figura 7c - Tomada da telerradiografia em Posicionamento Natural da Cabeça com redução de cinco graus em sua inclinação.....32

Figura 8 - Posicionamento do crânio seco em telerradiografias em norma lateral, PA e SMV para os ângulos rotacionais de +14°, 0 e -14°, de acordo com os estudos de Malkoc e colaboradores.....33

Figura 9 - Distribuição da estimativa de erros, pontos esqueléticos maxilares.....36

Figura 10 - Distribuição da estimativa de erros, pontos esqueléticos mandibulares.37

Figura 11 - Distribuição da estimativa de erros, pontos dentários.....37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relativa aos pontos cefalométricos.....59

Tabela 2 - Relativa aos planos e linhas cefalométricos.....63

Tabela 3 - Relativa aos ângulos cefalométricos.....64

Resumo

RESUMO

A cefalometria consiste em um método de diagnóstico ortodôntico e, devido à sua complexidade, reúne uma grande possibilidade de erros que ocorrem desde o procedimento técnico para a obtenção das radiografias até o processo de mensuração final na análise cefalométrica. Diante da importância da cefalometria para o sucesso do diagnóstico e tratamento ortodôntico, esse trabalho objetivou uma abordagem explanatória dos diversos erros verificáveis na análise cefalométrica, por meio de revisão bibliográfica. Os erros decorrentes da obtenção da radiografia ocorrem devido à falta de alinhamento e de fixação dos componentes do aparelho de raios-X, do cefalostato e do filme, bem como, do posicionamento incorreto da cabeça do paciente no cefalostato. Durante a realização do traçado cefalométrico, os erros apresentam-se na identificação dos pontos cefalométricos e no processo de mensuração. A maioria dos autores concorda que a maior fonte de erro em cefalometria consiste na identificação dos pontos, seguida pela variabilidade na mensuração, embora a associação dos demais fatores represente considerável significância no erro total. A qualidade da radiografia, a adequação do ambiente de trabalho e do material utilizado, a experiência e conhecimento do observador corroboram para a redução dos erros presentes na análise cefalométrica.

Palavras chaves: cefalometria, diagnóstico, ortodontia.

Abstract

ABSTRACT

Cephalometry is an orthodontic diagnostic method witch brings, due its complexity, a great errors possibility, since technical procedure to radiography taken untill the measurement process in cephalometric analysis. Considering the importance of cephalometry to the successfully orthodontic treatment and diagnosis, this study purposes an approach explanation of several cephalometric errors analysis, based on bibliographic revision. Errors caused during radiography taken occur due lack of alignment and fixation of x-ray elements, cephalostat and film, as well, incorrect patient head positioning on cephalostat. During cephalometric tracing errors can occur in cephalometric landmark identification and in measurement process. The majority of authors agree that the most cephalometric errors source is the incorrect landmark identification, followed by measurements variability, although other factors typing high percent in the total errors. Radiography quality, appropriate job ambient and appropriate material used, observer's experience and knowledge contribute on cephalometric analysis errors decrease.

Key words: cephalometry, diagnostic, orthodontics.

Introdução

1 INTRODUÇÃO

A antropometria radiográfica do crânio foi primeiramente utilizada para o conhecimento do crescimento humano em 1922, por PACCINI[32], o pioneiro na padronização das imagens radiográficas para esse fim. Nesta mesma década, T. WINGATE TODD, mestre de B. H. BROADBENT, realizou um cefalostato que contribuiu para o advento dos cefalostatos projetados posteriormente, possibilitando a padronização da técnica radiográfica cefalométrica.

Desde sua introdução, a cefalometria constitui parte integrante da ortodontia, abrangendo a prática clínica, a pesquisa e o ensino. A análise cefalométrica é empregada para descrever a posição da maxila e da mandíbula em relação à base do crânio, e entre os dentes e seus rebordos ósseos segundo os planos sagital e vertical, baseando-se na identificação de pontos esqueléticos e dentários. Inúmeros métodos de análises cefalométricas têm sido propostos, por diversos autores, utilizando-se medidas angulares e lineares[21].

Os ortodontistas utilizam a cefalometria para auxiliar no diagnóstico e no planejamento dos tratamentos ortodônticos[4]. A análise cefalométrica, apesar de tratar-se de um método de diagnóstico de grande relevância dentre os inúmeros elementos necessários para a composição de uma documentação ortodôntica, possui limitações.

Com o desenvolvimento do método cefalométrico radiológico, surgiu a necessidade de estudos para a avaliação da confiabilidade desse método. Nesse sentido, BAUMRIND e FRANTZ[7], em 1971, observaram que existia a possibilidade da análise das grandezas cefalométricas sofrer influência de três fatores: erros de projeção, erros de localização de pontos cefalométricos e erros na sistemática de mensuração.

A avaliação criteriosa de uma imagem bidimensional obtida a partir de uma estrutura tridimensional nas telerradiografias, obtidas em norma lateral, para a descrição morfológica da face e da dentição, bem como para a identificação de

anomalias dentárias e esqueléticas, consiste numa tarefa difícil[21]. A interpretação inadequada da radiografia e dos dados obtidos pode induzir resultados equivocados e, conseqüentemente, ocasionar o insucesso do tratamento ortodôntico[16].

Durante o processo de identificação das estruturas faciais, ósseas e dentárias, e de mensuração das grandezas lineares ou angulares existe a possibilidade de ocorrência de erros que, dependendo de sua natureza, podem interferir na descrição correta das características do paciente[29].

A margem de erro encontrada nas medidas cefalométricas mostra-se significante em inúmeros trabalhos, principalmente em virtude das diferenças na localização dos pontos cefalométricos. Os erros são sempre seguidos de uma alteração espacial das estruturas anatômicas, comprometendo o diagnóstico e o planejamento do tratamento ortodôntico[4].

Proposição

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo desse trabalho consistiu numa abordagem explanatória dos diversos erros verificáveis no processo da análise cefalométrica por meio de revisão bibliográfica, com o intuito de condensar relevantes discussões sobre o assunto.

Revisão da Literatura

3 REVISÃO DA LITERATURA

No presente capítulo, será abordado por meio da revisão da literatura: erros ocorrentes durante a técnica radiográfica e erros decorrentes da análise cefalométrica.

3.1 ERROS OCORRENTES DURANTE A TÉCNICA RADIOGRÁFICA

ADAMS[1], em 1940, observou a eficiência de escalas realizadas para corrigir erros de distorção em telerradiografias, utilizando cinco crânios fixados em um craniostato e marcados com materiais radiopacos, como fio de latão e discos de chumbo. Montou uma escala métrica de alumínio fixada no cefalostato verticalmente no plano da linha média com seu ponto zero no eixo do raio central. Realizou 6 escalas corretivas, cada uma com indicação da distância do filme a partir da linha média da máquina. O autor constatou uma ampliação média de 1° em todos os ângulos faciais, e a ampliação apresentou-se menor nos ângulos da base craniana e maior nos ângulos que envolvem pontos mandibulares. O autor concluiu, portanto, que se justifica empregar escalas corretivas em análises cefalométricas. O mesmo pode ser atingido com o uso de fórmulas matemáticas, mas o trabalho torna-se inviável, devido a complexidade dos cálculos. O deslocamento da mandíbula confirmou a necessidade de observar se o paciente está ocluindo corretamente.

CARLSSON[12], em 1967, avaliou fontes de erro na obtenção de telerradiografias, obtidas em norma lateral, além de examinar o efeito de: distância foco-filme, técnica de mensuração, escolha de pontos e linhas de referência, e precisão da técnica cefalométrica empregada. Analisou 4 grupos de pacientes: 1) 12 edêntulos, os quais foram radiografados com 155cm de distância foco-filme e com 300cm; 2) 10 pessoas edentadas e 10 pessoas com dentes naturais, radiografadas com 300cm de distância foco-filme em duas ocasiões diferentes; 3) 15 pessoas com dentes naturais com radiografias com distância foco-filme de 300cm obtidas em 5 ocasiões durante 5 anos; 4) 20 edêntulos com uma radiografia com distância foco-filme de 300cm. O autor relatou que o uso de mensuração a um décimo de milímetro ou grau melhorou a precisão dos métodos convencionais de mensuração, dado a

inviabilidade de técnicas de mensuração fotogramétrica de alta exatidão para análise das radiografias. As radiografias dos pacientes edêntulos, não apresentaram diferenças sistemáticas entre os valores da 2ª série de radiografias para cada distância foco-filme. Na maioria das distâncias e ângulos avaliados, o desvio padrão apresentou-se menor para a distância foco-filme maior. Para as radiografias do grupo 2, o valor do desvio padrão variou de 0,2mm a 0,6mm, e a precisão, de 0,65° a 1,09°. Assim sendo, a análise do material do grupo 2 demonstrou várias espécies de erros, quais sejam, erros geométricos e radiográficos, erros de colocação de pontos de referência, de marcação de ângulos e áreas, de mensuração, entre outros. Os erros de projeção associado com a adaptação do paciente ao cefalostato, e erros de localização dos pontos de referência demonstraram maior significância no total de erros. O grupo 3 não revelou qualquer alteração significativa. O autor concluiu que com exceção dos erros decorrentes da localização dos pontos de referência e de projeção, os demais podem ser reduzidos consideravelmente através da realização de mensurações a um décimo de milímetro. Afirmou ainda, que vários erros radiográficos técnicos tornaram-se pequenos quando comparados com o erro de localização de pontos cefalométricos.

KROGSTAD e KVAM[23], em 1971, estudaram a diferença de ampliação entre os lados direito e esquerdo da face em radiografias de perfil, bem como a diferença em ampliação devido à variação individual nas larguras das dimensões faciais. Utilizaram 13 radiografias obtidas por repetidas emissões de raios-X de uma placa acrílica, para a qual foram transferidos contornos de perfil das estruturas faciais da cabeça. Adaptaram 4 suportes de aço, na referida placa, na região do pório, 3 na região goníaca, 3 na região molar e 3 na região incisal. A distância entre o objeto e o filme variava de 13 a 17 cm. Onze estudantes pós-graduandos mediram cinco vezes as distâncias 1 – 2, 2 – 3, 3 – 4 e 4 – 1 (figura 1). Os resultados demonstraram que a ampliação em todas as 4 regiões foram semelhantes, tendo em média 4,1mm, o que possibilitou um fator de ampliação médio de 0,085mm por cm de distância aumentada entre o objeto e o filme. Os autores concluíram que adotando-se a distância entre o filme e o foco de 154cm e a distância entre o filme e o plano sagital médio de 23cm, as diferenças máxima e mínima de ampliação entre os lados direito e esquerdo na área do ângulo da mandíbula inferior apresentaram valores de 2,05 mm e 1,35 mm ou 10,03% e 6,75%, respectivamente. A área molar

apresentou valores correspondentes de 0,95mm e 0,80mm ou 4,75% e 4%. A diferença entre largura goníaca máxima e mínima, no lado mais distante do filme, mediu 0,30mm ou 1,50%, ao passo que o valor correspondente na área molar mediu 0,07mm ou 0,35%. O erro decorrente da diferença de ampliação entre as dimensões lineares nos lados direito e esquerdo pode ser reduzido utilizando-se estruturas mais próximas do filme ou por meio de avaliação da média das imagens bilaterais. Assim, os autores concluíram que, para objetivos cefalométricos gerais, a diferença na ampliação das estruturas bilaterais deve ser considerada, enquanto que os erros decorrentes da variação de larguras individuais podem ser desprezados.

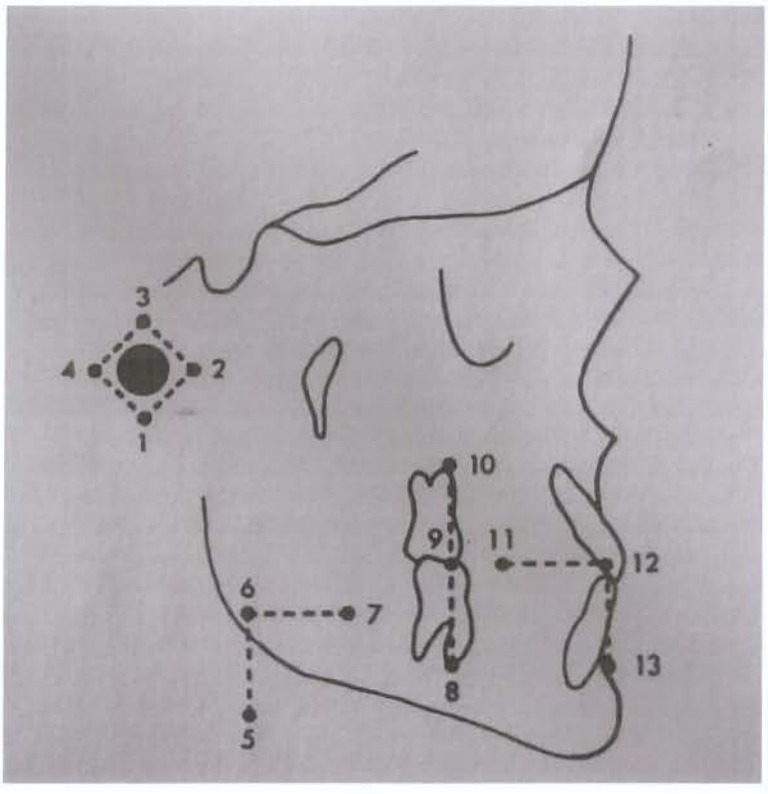


Figura 1 - Traçado das estruturas dentofaciais na placa modelo
Fonte: Krogstad e Kvam, 1971.

SLAGSVOLD e PEDERSEN[40], em 1977, investigaram o grau de distorção do ângulo goníaco em telerradiografias, em norma lateral, de 30 crânios secos utilizando esferas de aço demarcando os pontos gnátio, gônio e articular. Os autores calcularam a média para os ângulos goníacos esquerdo e direito para cada crânio. Registraram novamente as medidas três dias ou mais após o primeiro, colocando novamente as esferas de aço. Os autores relataram que as grandezas apresentaram

valores maiores quando avaliadas nas telerradiografias, quando comparadas com as avaliações craniométricas em todos os ângulos goníacos e que, na maioria dos casos, a distorção acarretou ampliação do respectivo ângulo. Encontraram diferenças médias de 8,48° no lado mais próximo do filme e de 5,5° no lado mais distante entre os registros cefalométricos e craniométricos. Concluíram que a distorção está intimamente relacionada com a forma da mandíbula, apresentando-se maior nas mandíbulas com pronunciada divergência das duas metades do corpo e pronunciada convergência para cima dos ramos, e, menor em mandíbulas com reduzida divergência do corpo e pronunciada divergência para cima dos ramos. De modo geral, as telerradiografias não permitem registros confiáveis do ângulo goníaco e nenhum método apresentou-se seguro para uma avaliação da distorção em telerradiografias.

HILLESUND, FJELD e ZACHRISSON[18], em 1978, estudaram a reprodutibilidade do perfil tegumentar em radiografias de pacientes com grande trespasse horizontal. A amostra consistiu de um grupo de 35 crianças com sobressaliência e outro grupo de 32 crianças com relações incisais e verticais normais. Realizaram um registro com os dentes em oclusão cêntrica e o lábio em leve contato e outro, com os dentes em oclusão e os lábios relaxados. Em ambos os grupos ocorreu significativa redução na espessura do lábio superior quando realizada a telerradiografia, em norma lateral, com os dentes em oclusão e os lábios fechados (figura 3). Os autores concluíram que, tanto do ponto de vista da confiabilidade como da correta avaliação das mudanças de perfil associadas ao tratamento ortodôntico, as radiografias de pacientes com ou sem grandes trespasses horizontais devem ser obtidos com os dentes em oclusão e os lábios relaxados. Dessa forma, as radiografias fornecem a mais correta reprodução da posição e morfologia dos lábios.

Figura 2- Exemplo de uma telerradiografia, obtida em norma lateral, com paciente em desoclusão.

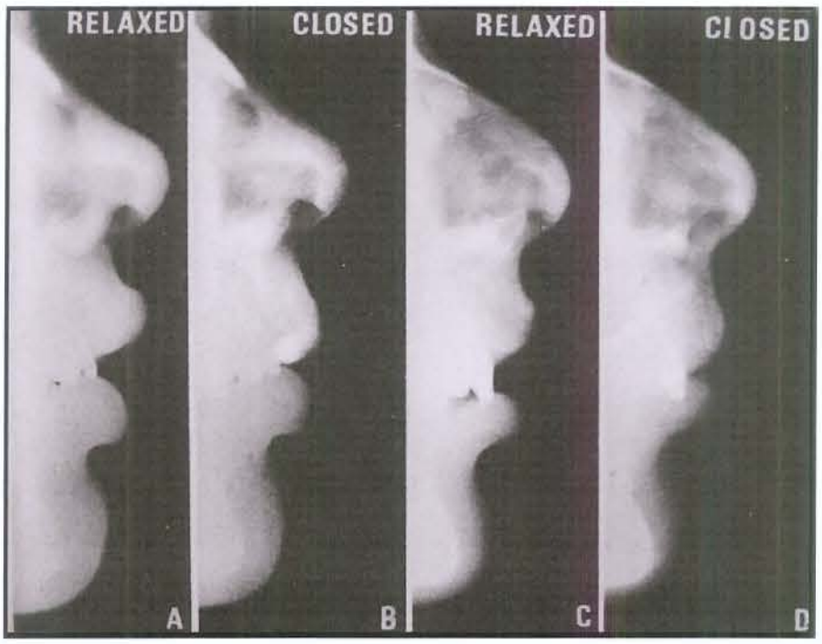


Figura 3 – Mudanças típicas da morfologia labial da posição relaxada para a posição fechada em duas pessoas com grande trespasse horizontal. Observar a variação individual da espessura labial entre esses dois pacientes.
Fonte: Hillesund, Fjeld e Zachrisson, 1978.

AHLQVIST, ELIASSON e WELANDER[3], em 1983, estudaram as fontes de distorção e seus principais efeitos na imagem radiográfica. Calcularam a imagem

projetada de diferentes objetos num filme bidimensional: um plano retangular, um cubo e uma esfera, todos divididos em planos igualmente espaçados. Utilizaram um computador para realizar os cálculos e os programas permitiam, de forma independente, a rotação do cefalostato/objeto, do filme, a translação do cefalostato/objeto e diferentes focos para cefalostato/objeto e para a distância do filme. A rotação do objeto ao redor do eixo Y do cefalostato produziu efeitos de distorção idênticos aos provenientes da rotação do plano ao redor do eixo Z. A rotação ao redor do eixo X do cefalostato não produziu efeito na distorção da imagem. Dependendo da direção de rotação ao redor do eixo Z do filme, a linha projetada se desviaria para fora ou em direção ao eixo Y, situação similar àquela que ocorre quando o cefalostato/objeto é girado. A rotação do filme ao redor do seu eixo Y produziu efeito idêntico na imagem, porém, os efeitos se alteraram entre as dimensões vertical e horizontal, respectivamente. A translação de um objeto, posicionado paralelamente ao plano do filme, ao longo do eixo X do cefalostato provocou variações na ampliação da imagem projetada. A translação ao longo dos eixos Y e Z causaram apenas alterações na posição da imagem projetada no filme. A translação do filme ao longo do eixo X do cefalostato ocasionou variações nos fatores de ampliação, enquanto a translação paralela aos eixos Y e Z afetou somente a posição da imagem projetada no filme. A translação da marca focal é similar à translação do objeto ou do plano do filme. No exame de todos os outros planos, erros de projeção resultaram da combinação de efeitos rotacionais e de translação. A introdução de variações nas relações entre os diferentes componentes envolvidos na obtenção da radiografia requer o emprego de expressões matemáticas para o cálculo das características da imagem radiográfica. Torna-se importante considerar as variações: translação do ponto focal, translação do cefalostato, translação do objeto, translação do filme, rotação do cefalostato ao redor dos seus 3 eixos, rotação do objeto ao redor dos seus 3 eixos, rotação do plano do filme ao redor de seus 2 eixos, foco do objeto e foco da distância do filme. Os autores concluíram que os dados cefalométricos fornecem informações utilizadas na determinação do tratamento e na avaliação do resultado, bem como em estudo de desenvolvimento, razão pela qual, torna-se necessário a precisão e acuidade nas grandezas cefalométricas. Desse modo, mínimos efeitos de distorção de imagem são significativos.

SPOLYAR[41], em 1987, apresentou um método para quantificar a direção de mudança na posição da cabeça entre sucessivas radiografias padronizadas; definir a quantia e direção de erro de posicionamento da cabeça dentro de um grupo de estudo; e correlacionar os resultados com alterações de pontos anatômicos registrados. Utilizou duas séries de telerradiografias, obtidas em norma lateral, e uma série de P.A de 20 pacientes. Adaptou marcadores de osso em cada lado das referências anatômicas. O autor corrigiu as medidas de cada telerradiografia P-A para ampliação de 10%. Dividiu a distância entre as imagens de um par de marcadores, representando a alteração entre as exposições, por sua separação direita-esquerda, para representar a mudança da posição da cabeça em componentes vertical e horizontal. A cabeça posicionada de forma errada numa vista lateral, mostrou significativa alteração da imagem de 1,7mm entre implantes bilaterais, com extensão de 0,5mm a 6,2mm, e média de alteração angular de 1,59°. Três pacientes não apresentaram diferença mensurável no posicionamento da cabeça entre sucessivas telerradiografias, em norma lateral, e quatro apresentaram mais de 2° de rotação da cabeça. Esse estudo demonstrou significativo erro de posicionamento da cabeça em 85% do levantamento cefalométrico seriado, com erro médio de 1,59°. Qualquer erro de posicionamento da cabeça acima de 5° é capaz introduzir erro significativo nas dimensões lineares. Técnicas precisas de traçados podem compensar a maioria da variabilidade de imagens encontrada em radiografias seriadas, porém, não compensa os erros de dimensões lineares.

AHLQVIST e colaboradores[2], em 1988, estudaram os efeitos do posicionamento incorreto do paciente na avaliação do ângulo de distorção e seu efeito nas grandezas angulares em cefalometria. Determinaram coordenadas tridimensionais para as estruturas anatômicas utilizadas pela localização de suas posições médias em dez crânios secos. Consideraram o ângulo SNA, representando estruturas no plano sagital, e o ângulo Ar.GoMe, representando estruturas bilateralmente simétricas. A quantidade de distorção foi estudada por meio de diagramas. Os autores observaram que a distorção do ângulo não excedeu 0,2° em rotações entre -5° e 5° ao redor do plano sagital do paciente. O desvio do valor original aumentou com rotações excedendo 5° e mostrou-se de 0,6° para rotações de 10°. Os autores citaram que a rotação de 10° do paciente é extrema e a rotação de 5° não é grande o suficiente para que as distorções sejam clinicamente

significantes. Assim, concluíram que os erros de projeção são pequenos quando comparados ao total que consiste no efeito combinado de erros devido à projeção do objeto no filme, mudanças dimensionais do filme, identificação e registro de pontos cefalométricos e técnicas de mensuração.

Figura 4- Exemplo de rotação da cabeça do paciente para baixo durante a obtenção da telerradiografia, obtida em norma lateral.

Figura 5 – Exemplo de rotação da cabeça do paciente para baixo durante a obtenção da telerradiografia, obtida em norma lateral.

SANDLER[35], em 1988, avaliou a contribuição do posicionamento do paciente no cefalostato para o erro de traçado cefalométrico, bem como, comparou as diferenças entre mensurações cefalométricas lineares e angulares de pares de

radiografias. Estudou 50 telerradiografias, obtidas em norma lateral, de 25 pessoas, sendo 2 radiografias de cada pessoa, na qual, uma em oclusão cêntrica e a outra em desoclusão. Utilizou o teste Wilcoxon para comparações intergrupos e o teste "t" para erro sistemático. Observou que as diferenças entre os desvios padrões dos dois grupos mostraram-se menores que 0,3mm para medidas lineares e menores que 0,6º para medidas angulares. O teste do erro Dahlberg indicou valores menores que 1,4mm para medidas lineares e menores que 2,3º para medidas angulares. De acordo com o teste Wilcoxon a distância linear S-N e o ângulo S-N com plano maxilar mostraram-se significativamente diferentes ao nível de 5%. O autor concluiu que o reposicionamento do paciente não consiste na maior fonte de erro, desde que seja realizado com alguns cuidados. Enfatizou que ao investigar alterações em grandezas lineares e angulares em telerradiografias, obtidas em norma lateral, torna-se necessário identificar as fontes de erro, visto que a proporção de erro atribuível ao reposicionamento do paciente no cefalostato apresentou-se mínima.

TNG e colaboradores[43], em 1993, investigaram a relação entre a localização dos pontos cefalométricos e alterações na postura da cabeça durante a obtenção da telerradiografia em norma lateral e, principalmente, quantificar os efeitos das mudanças da postura da cabeça nas medidas sagitais angulares de SNA, SNB e SNPg. Analisaram 30 crânios secos fixados em um segurador de crânio desenvolvido com o plano de Frankfurt a +10º, +20º, +30º, -10º, -20º, e -30º da horizontal. Fixaram duas pequenas esferas de aço no interior de cada crânio, servindo de ponto de referência para posterior superposição. Um operador experiente digitalizou os pontos de referência em cada radiografia. O método de erro total para o ângulo SNA apresentou média de 0,2º, e de –0,1º para SNB e para SNPg. A principal fonte de erro consistiu na localização dos pontos de referência. Rotações do crânio para baixo e para cima produziram diferenças significantes nas medidas dos ângulos SNA, SNB e SNPg. As diferenças para SNA variaram de –0,1º a –0,9º, para SNB variaram entre –0,2º e –1,7º e para SNPg entre –0,2º e –1,8º. Os ângulos analisados apresentaram diferenças maiores em inclinações de 10º e 20º da cabeça para cima. O desvio padrão dos ângulos apresentou-se maior à proporção que a rotação do crânio aumentou. O resultado do estudo apresentou significância estatística e não significância clínica. As diferenças anotadas para SNB e SNPg mostraram significância clínica apenas nas alterações de postura do crânio em torno

de 20º e 30º. As pequenas mudanças angulares registradas, à medida que o crânio girou, indicaram possíveis diferenças de localização de pontos de referência associadas com alterações de posição da cabeça. Os autores concluíram que mudanças na postura da cabeça afetaram a localização dos pontos de referência cefalométricos e a medida dos ângulos SNA, SNB e SNPg. Por isso a necessidade da padronização da postura da cabeça durante a obtenção da radiografia.

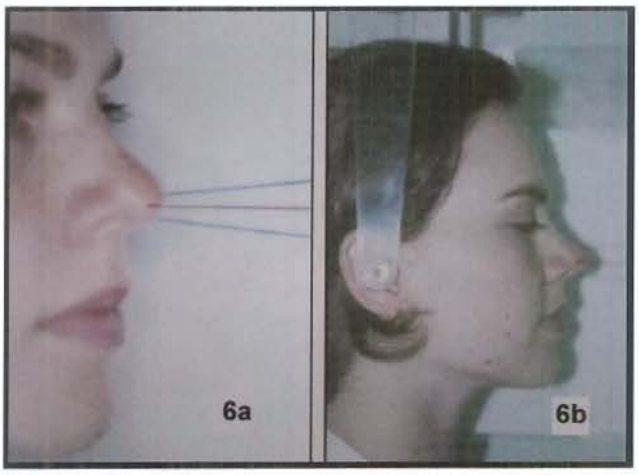
Erros de projeção, de acordo com GOLDREICH e colaboradores[16], em 1998, tornam-se maiores conforme mais próximo localizar-se o objeto da fonte de raios-X e mais distante do filme, e que, aumentar a distância entre o filme e o objeto além de 1,52m para reduzir a distorção por aumento de projeção, é inviável, devido ao acréscimo de radiação necessário para obter-se uma radiografia com qualidade. O posicionamento da cabeça do paciente no cefalostato, e/ou a distância do foco ao objeto, e/ou a distância do filme ao objeto influenciam, consideravelmente, a projeção do objeto no filme radiográfico. Os autores afirmaram, ainda, que a posição natural da cabeça na telerradiografia, obtidas em norma lateral, pode ser vantajosa na avaliação do perfil facial do paciente, em relação à posição padronizada, além de mostrar-se altamente reprodutível. Segundo eles, uma possível postura crânio-cervical atípica do paciente pode não ser registrada na posição padronizada da cabeça.

SAKIMA[34], em 2001, analisou os efeitos dos erros de projeção sobre os dados das análises cefalométricas de Steiner e de McNamara. Avaliou 20 telerradiografias, obtidas em norma lateral, de pacientes em tratamento ortodôntico, que não apresentavam problemas marcantes de assimetrias esqueléticas faciais, com idade média de 11 anos. Aplicou dois tratamentos: um para correção da ampliação da imagem radiográfica e outro para estimar as posições dos pontos médios de estruturas bilaterais e simétricas. Comparou esses valores com aqueles obtidos sem correção dos erros de projeção. O autor concluiu que as grandezas cefalométricas angulares não sofreram influência da correção da ampliação da imagem, enquanto que as imagens lineares foram influenciadas pela ampliação, exatamente na mesma proporção do grau de ampliação característico do aparelho radiográfico. Assim, as grandezas cefalométricas angulares obtidas a partir de

pontos localizados no plano sagital mediano do paciente não foram modificadas pela correção da ampliação da imagem radiográfica, já as grandezas cefalométricas lineares mostraram-se diferentes quando a correção da ampliação foi aplicada. As grandezas cefalométricas angulares formadas por algum ponto não pertencente ao plano sagital mediano não mostraram diferenças claras entre a utilização do ponto cefalométrico em estrutura de menor grau de ampliação e a do ponto médio para representar estruturas pares bilaterais simétricas. A correção da ampliação não provocou alterações nos resultados das grandezas cefalométricas angulares, quando se utilizou o ponto médio como representante de pontos bilaterais de estruturas pares simétricas. Para grandezas lineares, os valores encontrados para o tratamento sem correção mostraram-se sistematicamente 10% maiores que os valores encontrados no tratamento com correção. O estudo demonstrou que ocorreu diferença em se utilizar o ponto cefalométrico da estrutura com menor grau de ampliação e, portanto, mais próxima do filme, bem como, em utilizar a estimativa do ponto médio entre as estruturas pares bilaterais simétricas. Ao utilizar pontos bilaterais de estruturas pares simétricas, o autor recomendou considerar a estimativa do ponto médio entre essas estruturas, uma vez que seu grau de ampliação mostra-se muito próximo do grau de ampliação das estruturas contidas no plano sagital mediano do paciente.

NEGREIROS e SIQUEIRA[31], em 2004, avaliaram as alterações das grandezas cefalométricas comumente utilizadas em cefalometria decorrentes da modificação da posição natural da cabeça (PNC) durante a obtenção da telerradiografia, sua implicância no diagnóstico ortodôntico e o grau de precisão da PNC em sucessivas tomadas radiográficas. Utilizaram 180 telerradiografias, obtidas em norma lateral, empregando-se o mesmo aparelho de raios X, de 30 mulheres com oclusão normal ou má oclusão do tipo Classe I. Realizaram 2 séries de 3 telerradiografias com intervalo de 15 dias, sendo a 1ª telerradiografia em PNC, a 2ª com inclinação de +5° da cabeça, e a 3ª com inclinação de -5° da cabeça (figuras 7a, 7b e 7c). Registraram as posições da cabeça com auxílio de uma Unidade Orientadora de Posicionamento (figuras 6a e 6b). Os autores relataram que as grandezas lineares SN, ENA-ENP, Co-GN e Go-Gn não apresentaram diferenças significativas tanto para as variações de posição como entre as tomadas radiográficas. Assim como as grandezas angulares SNA, PP.GoGn, 1.PP, IMPA e

1.1 não diferiram entre si. O ângulo ANB não apresentou diferença significante, já as grandezas angulares SNB, SN.GoGn, FMA, SN.PP e ângulo Z apresentaram diferenças estatísticas significativas e insignificância clínica. A variação entre as grandezas SN.VER(S-N com a Vertical Verdadeira) e HF.VER (ângulo formado pela intersecção do Plano Horizontal de Frankfurt com a Vertical Verdadeira) demonstrou que a PNC não diferiu entre si. Os autores concluíram que as grandezas cefalométricas avaliadas não apresentaram alterações significativas quando a posição PNC modificou-se na ordem de 5º, e que a utilização da Unidade Orientadora de Posicionamento permitiu a obtenção da telerradiografia, em norma lateral, em PNC com grande precisão e confiabilidade.



Figuras 6a e 6b – Marca efetuada no nariz da jovem coincidente com a linha horizontal (em vermelho) da Unidade Orientadora de Posicionamento

Fonte: Negreiros e Siqueira, 2004.

Figura 7a - Tomada da telerradiografia em Posicionamento Natural da Cabeça.

Figura 7b - Tomada da telerradiografia em Posicionamento Natural da Cabeça com acréscimo de cinco graus em sua inclinação.

Figura 7c - Tomada da telerradiografia em Posicionamento Natural da Cabeça com redução de cinco graus em sua inclinação.

Fonte: Negreiros e Siqueira, 2004.

MALKOC e colaboradores[26], em 2005, estudaram a margem dos erros de projeção em telerradiografias, obtidas em norma lateral, póstero-anterior (PA) e submentovertex (SMV), devido à rotação da cabeça do paciente no eixo vertical. Utilizaram 15 telerradiografias, obtidas em norma lateral, com 11 pontos anatômicos demarcados com esferas metálicas, 15 PA com 6 pontos demarcados e 15 SMV com sete pontos demarcados, todas obtidas de um mesmo crânio seco. O crânio sofreu rotações de 0 a 14° e um mesmo examinador realizou todas as mensurações (figura 8). Os autores obtiveram as medidas lineares diretamente das radiografias e as angulares, traçadas em papel de acetato. Nas telerradiografias, obtidas em norma lateral, os autores não encontraram diferenças significativas para as medidas ENA-Me e N-Me, apesar de encontrarem ampliações de 2,5mm para N-Me em rotações de +14°. O comprimento da base anterior do crânio reduziu conforme o ângulo de rotação aumentava e a rotação de +14° ocasionou uma redução de 3,5mm dessa grandeza. O comprimento do corpo mandibular (Go-Me) apresentou redução máxima de 12,5mm para rotações de -14° e ampliação de 10,5mm para rotações de +14°. A grandeza Go-Gn.SN demonstrou redução de 3° em rotações de +14° e ampliação de 6° em rotações de -14°. O ângulo ENA-ENP.Go-Gn reduziu 1°

em rotações de +14° e ampliou 8° em rotações de -14°. Para radiografias PA, grandezas lineares horizontais apresentaram erros de projeção superiores a 34,9% com a rotação da cabeça, e entre 3% e 4% para radiografias SMV. Os autores concluíram que a rotação da cabeça em telerradiografias, obtidas em norma lateral, afetou mais facilmente as grandezas lineares e ângulos envolvendo planos horizontais. Grandezas angulares variaram menos em radiografias PA e as radiografias SMV apresentaram menor alteração em virtude das rotações da cabeça. Grandezas lineares verticais em telerradiografias, em norma lateral, e grandezas angulares em radiografias PA mostraram-se confiáveis em minimizar os erros de projeção associados à rotação de cabeça.

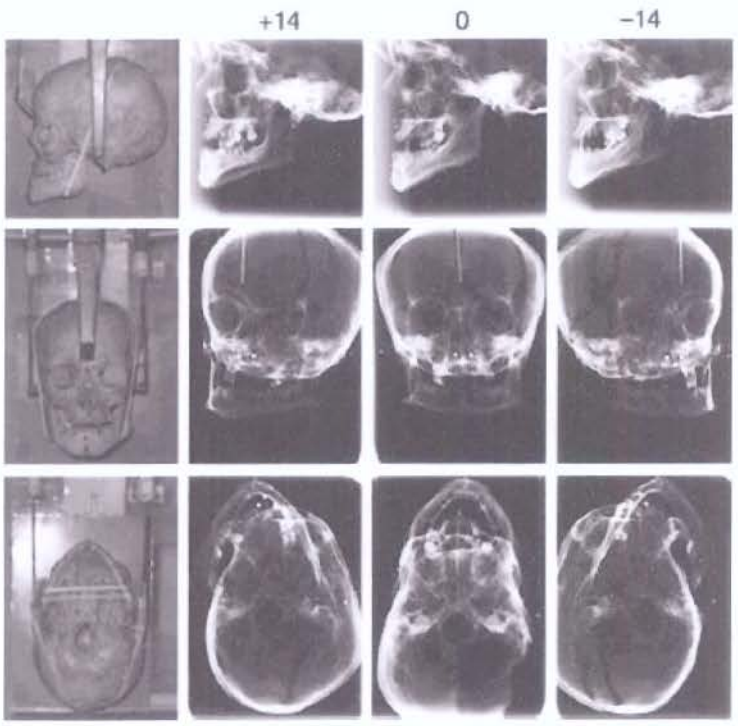


Figura 8 - Posicionamento do crânio seco em telerradiografias em norma lateral, PA e SMV para os ângulos rotacionais de +14°, 0 e -14°, de acordo com os estudos de Malkoc e colaboradores.

Fonte: Malkoc e colaboradores, 2005.

3.2 ERROS DECORRENTES DA ANÁLISE CEFALOMÉTRICA

SAVARA, TRACY e MILLER[37], em 1966, analisaram a credibilidade de cinco dimensões mandibulares – altura do ramo, extensão do corpo, extensão mandibular total, largura bigoníaca e largura bicondilar – de um conjunto de telerradiografias formado por uma telerradiografia, obtida em norma lateral com boca aberta, e uma frontal de 10 garotos aos 7 anos de idade, selecionados aleatoriamente. Os autores analisaram a variação da técnica por meio de análise dupla de cada telerradiografia, realizada por quatro profissionais devidamente treinados, sendo que dois traçaram e dois mensuraram. As estimativas de desvios padrões apresentaram as seguintes variações: 4,5mm a 1,34mm para cefalogramas; 1,1mm a 0,4mm para localizadores e traçados e 0,18mm a 0,06mm para medidores e mensurações. A divisão dos erros em efeitos de colocação de ponto e mensuração mostrou que a variabilidade de colocação de ponto era definitivamente maior do que a variabilidade de mensuração, além de ocorrer em diferentes dimensões, enquanto o erro de mensuração manteve-se quase constante (com média de 0,12mm).

RICHARDSON[33], em 1966, estimou a variabilidade na localização de pontos cefalométricos nas direções vertical e horizontal e mediu as dependentes variações angulares de linhas e planos. Utilizou dez telerradiografias, obtidas em norma lateral, que foram traçadas por dois observadores em duas ocasiões. Para cada ponto realizou quatro estimativas de cada 10 filmes. O autor constatou que a maioria das diferenças apresentou amplitude relativamente pequena. Um ponto envolvendo um contorno anatômico curvo possibilitou erro no sentido ântero-posterior sem alterar muito sua posição vertical, como o Me, por exemplo, que apresentou reprodutibilidade vertical alta, o que não ocorreu horizontalmente. Os pontos Na, ENA e ENP mostraram-se mais reprodutíveis horizontal do que verticalmente. Alguns pontos como S, Go, CI (Clinoidal) e a linha De Coster mostraram variações horizontais e verticais semelhantes. Assim, o autor concluiu que alguns pontos cefalométricos podem ser localizados com maior exatidão que outros; a reprodutibilidade vertical e horizontal dos pontos deve ser considerada ao avaliar a adequação de pontos, planos ou linhas, para uma particular investigação; e que a reprodutibilidade da linha De Coster ou Plano Ótico apresentou-se insatisfatória.

MILLER, SAVARA e SINGH[30], em 1966, investigaram as fontes e as grandezas dos erros inerentes às mensurações cefalométricas de 7 distâncias maxilares, através de análise de técnica de variação e testes F. Utilizaram telerradiografias, em norma frontal e lateral, de 10 garotos aos 7 anos de idade. Os avaliadores obtiveram valores de coordenadas de extensão e altura dos maxilares no filme lateral e de largura no filme frontal. Analisaram as distâncias: 1. SNM-PRO (suturas nasomaxilares e frontomaxilares a prostio); 2. SNM-ENA; 3. ENA-PRO; 4. MAD-MIO (margem alveolar distal do 2º molar superior ao ponto mais baixo na margem infraorbital); 5. PTM-ENA; 6. PTM esquerda à PTM direita; e 7. Sutura zigomaticomaxilar esquerda à direita. As variações de observadores e traçados de duas distâncias de largura maxilares apresentaram-se menores que as variações de altura e comprimento. Entre os cefalogramas, a variabilidade mostrou-se maior cerca de 2mm em 5 distâncias, e 1,1mm para ENA-PRO. Os autores afirmaram que a variabilidade de identificação de ponto é definitivamente maior que a de mensuração e que varia em distâncias diferentes, enquanto o erro de mensuração apresentou-se quase constante. A comparação da variabilidade do sistema de mensuração cefalométrica com a variabilidade de criança para criança mostrou que a variabilidade do sistema de mensuração ficou entre 15% e 35% da variabilidade entre as crianças para 6 das 7 distâncias estudadas. Os autores concluíram que a análise é confiável o suficiente para detectar diferenças entre crianças em uma amostra.

KVAM e KROGSTAD[24], em 1969, avaliaram a grandeza do erro metodológico de mensurações realizadas em telerradiografias, obtidas em norma lateral, bem como compararam operadores com diferentes níveis de competência em cefalometria. Utilizaram telerradiografias de 3 pacientes jovens. Treze estudantes de odontologia que participaram de um curso curto de traçado cefalométrico e 5 estudantes pós-graduados que participaram de um curso de 2 anos de treinamento ortodôntico traçaram as radiografias. De acordo com a pesquisa, a maioria dos erros encontrados referiu-se à variabilidade da posição dos pontos e das mensurações. Contudo, os autores concluíram que a variabilidade da posição de pontos foi responsável pela maior variabilidade observada. Nenhum dos estudantes obteve mais que 60% de observações aceitáveis e todos os ângulos empregados variaram demais quando medidos pelos estudantes. Portanto, pode-se

afirmar que mensurações exigem treinamento e experiência. Os relacionamentos dentofaciais mostraram maior variabilidade do que os demais ângulos, em ambos os grupos.

BAUMRIND e FRANTZ[7], em 1971, classificaram os erros decorrentes da técnica radiográfica em erros de projeção e erros de identificação de pontos. Esses autores estudaram a quantificação de erros em identificação de pontos utilizando uma amostra de 20 telerradiografias, obtidas em norma lateral. Cinco membros do 1º ano de pós-graduação em Ortodontia traçaram e identificaram 16 pontos cefalométricos em cada radiografia. Em uma análise cefalométrica convencional compreendendo 16 pontos, a probabilidade de que se localizem todos os 16 pontos com sucesso é de 0,95 ou 44%. Os autores concluíram que existem grandes diferenças de confiabilidade entre os diversos pontos e que tanto o Go como o ápice do incisivo inferior são os pontos menos confiáveis. Que os erros de identificação de pontos são demasiadamente grandes para serem desconsiderados mesmo na duplicação de avaliações da mesma radiografia; e a distribuição de erros, para a maioria dos pontos, ocorre sistematicamente, no sentido de que cada ponto apresentava um envelope de erro característico.

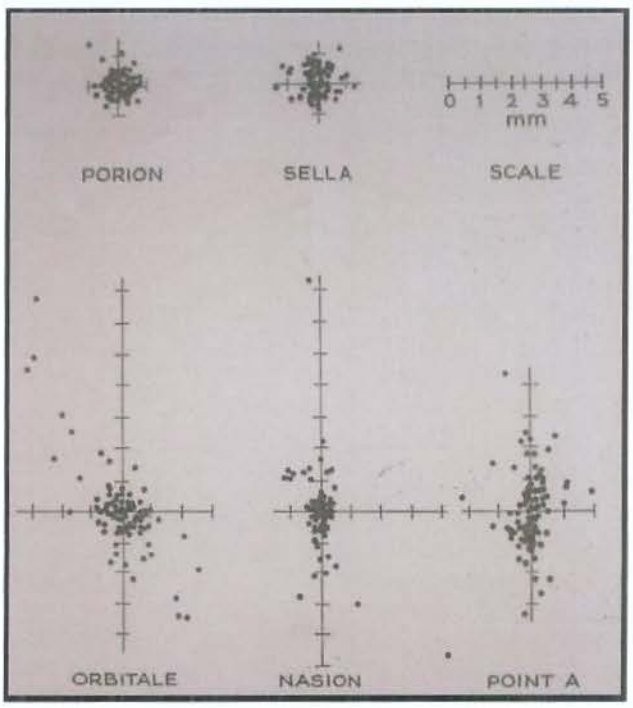


Figura 9 – Distribuição da estimativa de erros, pontos esqueléticos maxilares.
Fonte: Baumrind e Frantz, 1971.

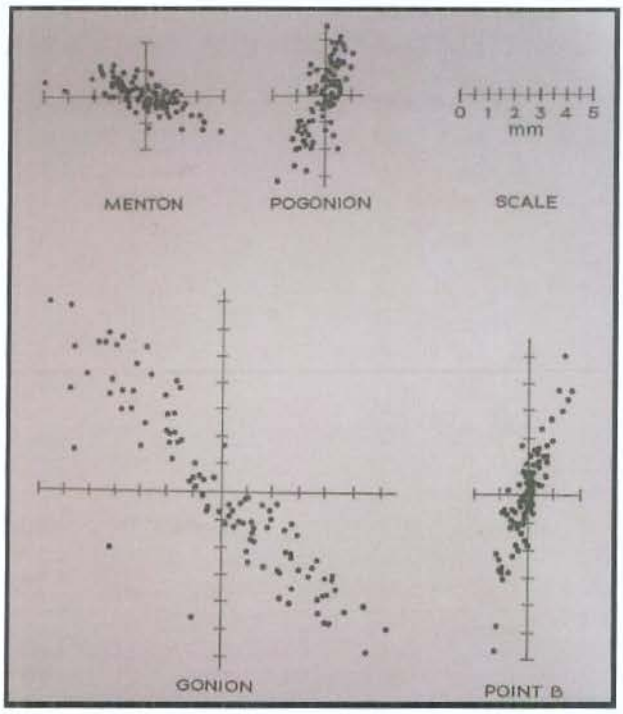


Figura 10 - Distribuição da estimativa de erros, pontos esqueléticos mandibulares.
Fonte: Baumrind e Frantz, 1971.

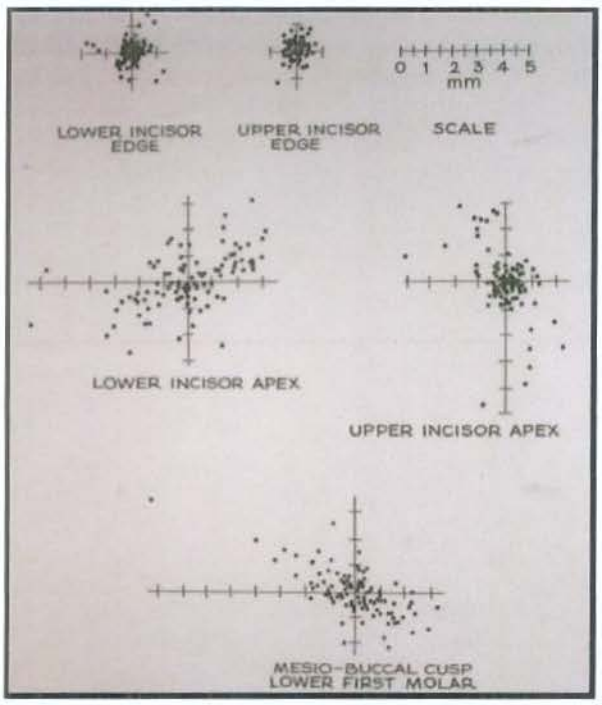


Figura 11 - Distribuição da estimativa de erros, pontos dentários.
Fonte: Baumrind e Frantz, 1971.

BAUMRIND e FRANTZ[8], em 1971, avaliaram os efeitos de erros na colocação dos pontos sobre os valores das medidas lineares e angulares de algumas análises cefalométricas, com o propósito de estabelecer algumas normas e limites de confiança para os erros de estimativa de medidas angulares e lineares específicas. Identificaram 16 pontos cefalométricos, em 20 telerradiografias traçadas independentemente por 5 observadores. Os autores observaram que a dispersão de estimativas para o ângulo interincisivos mostrou-se maior do que para a distância pogônio-NB. A grandeza de erros difere grandemente de medida a medida, de modo que todas as medidas angulares e lineares apresentaram confiabilidade distinta. O uso adequado da moderna tecnologia de computação permite ao ortodontista realizar quatro estimativas independentes de análises com menor esforço do que quando realiza um traçado completo manualmente. Assim, os autores demonstraram que o erro observado para uma medida compreende uma função de estimativas de erros para os pontos relacionados.

SEKIGUCHI e SAVARA[38], em 1972, discutiram sobre os problemas inerentes à localização de pontos cefalométricos utilizando 3 telerradiografias, obtidas em norma lateral, de crianças nas idades de 5, 10 e 15 anos. Afirmaram que as imagens das suturas frontonasal e frontomaxilar mostraram-se mais evidentes que a imagem da sutura nasomaxilar. O ponto Or mostrou-se um dos pontos mais variáveis e o ponto ENA de difícil localização ântero-posterior. A localização da sutura zigomaticomaxilar tornou-se difícil pela complexidade da imagem radiográfica e por encontrar-se sobreposta às imagens das raízes dos dentes e da parede inferior do seio maxilar. Consideraram o ponto Ptm bastante variável devido à difícil localização da fissura, e, a localização do ponto Pg dificultada pela ampla variação do contorno ósseo. A identificação do ponto Co em telerradiografias, em norma lateral, de boca fechada, sem um método auxiliar apresentou-se dificultada, uma vez que a imagem da cabeça condilar normalmente é encoberta pela imagem da parte basilar do osso occipital, parte da fossa craniana média e estruturas que circundam as cavidades glenóides. A obtenção de telerradiografias, em norma lateral, em posição de ampla abertura de boca do paciente, fornece uma imagem aceitável da cabeça condilar. Os autores concluíram que alguns critérios anatômicos podem ser utilizados com o intuito de reduzir a variabilidade de localização dos pontos estudados.

GRAVELY e BENZIES[17], em 1974, examinaram erros de traçados cefalométricos e seus efeitos na observação de pacientes. Dois ortodontistas e um técnico em estatística traçaram, independentemente, 103 radiografias em duas ocasiões diferentes. Constataram que os erros dos dois ortodontistas mostraram-se muito similares e, em geral, menores que aqueles do técnico, que não possuía conhecimento específico em pontos de referência anatômicos. Relataram que os erros de traçado cefalométrico são significativos e podem ocorrer na localização de pontos de referência no filme radiográfico e que a localização de tais pontos consiste num processo que não deve se realizar mecanicamente. A experiência e o conhecimento específico do operador são fundamentais para a menor incidência de erros de traçado.

MIDGARD, BJÖRK e LINDER-ARONSON[29], em 1974, estudaram a reprodutibilidade de 15 pontos cefalométricos e demonstraram a margem de erro em medições de 7 distâncias cranianas, utilizando 50 telerradiografias, obtidas em norma lateral, de 25 crianças. Esses autores verificaram que o ponto Or apresentou diferença maior que 2mm e diferença média de mais ou menos 1mm para os pontos B, Pg, ENA, ápice dos incisivos inferior e superior. O maior grau de certeza foi encontrado para os pontos S e Ar; a maior inexatidão observada nas distâncias N-A e N-B e a maior exatidão nas distâncias N-Me e Go-Me. Os autores relataram que os pontos utilizados na análise não se mostraram exatamente reprodutíveis, visto que as diferenças para todos diferiram significativamente de zero. Por outro lado, os baixos erros médios evidenciaram pequenos desvios entre as diferenças médias para os vários pontos. Concluíram que a reprodutibilidade dos pontos examinados apresentou-se aceitável para análise cefalométrica rotineira, quando usada como meio de diagnóstico, porém, duvidosa para análise de crescimento.

BROCH, SLAGSVOLD e ROSLER[9], em 1981, objetivaram quantificar a variação do erro na identificação de 15 pontos cefalométricos. Utilizaram 30 telerradiografias, obtidas em norma lateral, de crianças entre 9 e 10 anos de idade. Um operador experiente realizou o registro dos pontos por duas vezes, com intervalo de um mês, utilizando um digitalizador e do sistema de coordenadas X e Y. O método de erro variou de ponto para ponto, sendo 4 a 5 vezes maior tanto para o ponto básio quanto para incisivo inferior. Um equipamento de qualidade e um

método preciso de registro possibilitaram boa reprodutibilidade para a maioria dos pontos comumente usados em cefalometria. Alguns pontos apresentaram maior dificuldade de localização em determinada direção do que em outra, como ocorreu com os pontos A e B. Visto que utilizaram neste estudo filmes de alta qualidade e um método de registro com alto grau de precisão, os autores concluíram que as características das estruturas cranianas são responsáveis pela maioria das variações na reprodutibilidade dos pontos e também pelo modo como os registros apresentaram-se distribuídos ao longo dos dois eixos, X e Y.

STABRUN e DANIELSEN[42], em 1982, avaliaram a reprodutibilidade de 14 pontos cefalométricos e, com o emprego de um equipamento eletrônico digital, estudaram as diferenças inter e intraobservador na identificação desses pontos, sendo o ápice do incisivo inferior o ponto de interesse específico. Utilizaram 100 telerradiografias, obtidas em norma lateral, de 50 meninos e 50 meninas com idade média de 12 a 19 anos. Dois observadores previamente calibrados realizaram registros duplos em cada uma das radiografias, com intervalo de um mês. Registraram os pontos com equipamento digital eletrônico num sistema coordenado com o eixo X paralelo e a uma distância fixada a partir do Plano de Frankfurt. Os autores relataram que, em cerca de ¾ do material, pelo menos uma das localizações do ápice do incisivo inferior mostrou-se incerta, o que enfatizou o problema de sua localização exata. Os 14 pontos indicaram diferentes graus de reprodutibilidade. Os pontos A e B mostraram larga distribuição ao longo do eixo Y e o ponto ENA, ao longo do eixo X. Ocorreu variação estatisticamente significante na localização do ponto S entre os dois observadores, assim como para outros pontos, confirmando que cada observador apresenta uma opinião definida quanto à localização do ponto. A discrepância geralmente apresentou-se pequena e a posição do ápice do incisivo inferior incerta em 75% dos casos e essa incerteza se aplicou à maioria dos pontos usados. Os erros nem sempre acontecem ao acaso e podem ser dependentes da qualidade do filme e da variação da anatomia individual.

HOUSTON[19], em 1983, relatou sobre as fontes de erros em mensurações cefalométricas e suas análises, enfatizando a importância de se distinguir erros sistemáticos e aleatórios, bem como de avaliar métodos de controle. Afirmou que a reprodutibilidade das mensurações varia de acordo com a qualidade dos registros,

as condições sob as quais são medidas e a habilidade do operador. Os erros de mensuração sistemáticos ocorrem quando da variação na obtenção de radiografias, ou aleatórios, quando da variação no posicionamento do paciente no cefalostato, da densidade e nitidez do filme e/ou do conceito do observador sobre a exata localização do ponto cefalométrico. O autor concluiu que o controle dos erros pode ocorrer na realização radiográfica, cuidando para que as relações de foco dos raios-X, suporte de cabeça e filme estejam fixas e os marcadores metálicos nas hastes do ouvido bem alinhados; na identificação de pontos, utilizando papel de boa qualidade e ambiente com iluminação adequada, além da experiência e calibração do observador; na conferência dos dados coletados, através de um esquema experimental; no uso de radiografias duplicadas; e na duplicação das medidas de um mesmo filme. Afirmou, ainda, que os erros aleatórios podem ser reduzidos por meio da reprodução das medidas e dos traçados e da realização de uma média entre as mensurações, e que, realizar os registros em ordem aleatória auxilia na redução dos erros sistemáticos.

COHEN[14], em 1984, avaliou e comparou a reprodutibilidade das técnicas de digitalização na análise de 20 telerradiografias, obtidas em norma lateral, traçadas convencionalmente, com o uso de um digitalizador de pontos. Erros médios dos diversos pontos examinados diferiram entre as coordenadas X e Y. O autor afirmou que certos pontos apresentaram-se igualmente confiáveis em ambos os eixos, como o ponto S, por exemplo. Alguns pontos mostraram-se mais confiáveis no eixo vertical, como o ENA e ENP; e outros, no eixo horizontal, como os pontos A e B. Os erros coordenados mostraram menor valor quando as medições realizaram-se diretamente nas telerradiografias, sem o auxílio de qualquer digitalizador. A principal fonte de erro cefalométrico consistiu na incerteza de identificação dos pontos, o que pode ser parcialmente compensado pela habilidade do observador. O autor concluiu que o uso do digitalizador não tornou a localização dos pontos cefalométricos mais confiável e que a observação direta da radiografia proporciona maior precisão. Evitar a subjetividade com o uso de técnicas de computação e aperfeiçoar a resolução da radiografia são formas de aprimorar a reprodutibilidade cefalométrica.

HOUSTON e colaboradores[20], em 1986, avaliaram erros em vários estágios da obtenção das grandezas cefalométricas, não considerando os erros para cada ponto de referência nem a exatidão de um grande número de diferentes mensurações. Os autores utilizaram telerradiografias, obtidas em norma lateral, e duplicadas de 24 jovens, as quais foram traçadas em duas ocasiões e os pontos digitalizados. Os autores demonstraram que a maior contribuição para a discrepância de erro ocorreu nos traçados, refletindo a dificuldade de identificação dos pontos de referência. A diferença da linha S-N mostrou-se relativamente menor que S-Me, em virtude da maior reprodutibilidade de N em relação a Me. O ângulo SNA possuiu maior discrepância de traçado do que SNB, em função da maior dificuldade de localização do ponto A que do ponto B. A discrepância entre as radiografias apresentou-se relativamente menor que as referentes ao traçado. Os autores concluíram, portanto, que definições precisas de pontos de referência e habilidade dos operadores são requisitos importantes nesse contexto, e, que os erros oriundos da obtenção de radiografias podem ser minimizados de acordo com o posicionamento do paciente no cefalostato.

BUSCHANG, TANGUAY e DEMIRJIAN[11], em 1987, descreveram a aplicação de um modelo completo ANOVA para avaliação da confiabilidade cefalométrica. Para tal, avaliaram a confiabilidade técnica intra-observadores de 18 pontos cefalométricos padrões derivados de telerradiografias, obtidas em norma lateral, de um total de 80 traçados. Utilizaram os seguintes pontos: Bolton (bo), Go, Po, B, A, Or, ponto incisivo central inferior (LI) e incisivo central superior (UI). Compararam o modelo completo a um modelo mínimo, que incluiu apenas efeitos de traçados e aleatórios. A confiabilidade global que reflete os efeitos combinados dos erros sistemáticos e de traçados aleatórios apresentou-se consistentemente alta. A idade e o sexo, na amostra, contribuíram para a variação de dados cefalométricos e podem interferir nas estimativas da variação real, e às vezes, na confiabilidade, visto que a confiabilidade pode definir-se pela relação das variações encontradas. Assim sendo, o ponto Bo apresentou-se mais confiável que Or. Para o clínico, o coeficiente de confiabilidade permite comparação de exatidão na identificação de diferentes pontos cefalométricos. Os autores concluíram que a metodologia ANOVA consiste numa ferramenta flexível para a investigação de

muitos fatores que influenciam a confiabilidade cefalométrica, e oferece um meio de monitorar o desempenho dos profissionais em cefalometria.

SANDLER[36], em 1988, comparou os erros envolvidos em grandezas cefalométricas lineares e angulares através da utilização de 3 diferentes métodos de cefalometria: traçado manual, digitalização de traçados e digitalização direta das radiografias. Utilizou telerradiografias, obtidas em norma lateral, de 25 pacientes, traçadas em quatro ocasiões: duas para mensurações manuais e duas para digitalização do traçado. Relatou que os erros de mensurações manuais mostraram-se levemente menores do que aqueles com o uso de traçados digitalizados, porém, ligeiramente maiores do que quando diretamente digitalizados. O desvio padrão na digitalização de traçados mostrou-se maior em 7 das 11 grandezas lineares e em 9 das 10 grandezas angulares, quando comparado com a digitalização direta das radiografias. O autor concluiu que a obtenção de medidas cefalométricas de radiografias pode causar uma quantidade considerável de erros, e que algumas grandezas lineares apresentaram erros com os 3 métodos de mensuração, ressaltando a importância da seleção e identificação precisas dos pontos cefalométricos utilizados. Grandezas angulares envolvendo os dentes incisivos tiveram erros consistentemente altos. O método manual, quando realizado com cautela, mostrou-se confiável na comparação com os métodos que envolvem digitalizadores. A digitalização direta da radiografia apresentou-se pouco mais reprodutível para a maioria das medidas angulares, contudo, menos confiável em grandezas lineares que envolviam estruturas bilaterais.

COOKE e WEI[15], em 1991, compararam os erros de localização de pontos referenciais em telerradiografias obtidas em norma lateral e os erros em repetição de radiografias. Utilizaram 32 radiografias e mais uma série de 22 radiografias repetidas da mesma amostra de crianças chinesas aos 12 anos de idade. Realizaram dois estudos, sendo que a porcentagem de erro foi maior no estudo B, de repetição de radiografias, que no estudo A, de repetição de medidas das mesmas radiografias. Relataram que para repetição de radiografia os erros apresentaram-se maiores que 1° ou 1mm no comprimento da maxila e nas variáveis envolvendo o Plano de Frankfurt. O erro geral na reprodutibilidade para os ângulos dento-esqueléticos atingiu média de 1,9. Para as medidas do tecido tegumentar a

porcentagem de erro foi maior para as distâncias que para os ângulos. Os autores concluíram que expressar erros cefalométricos em porcentagem de erro é um índice mais significativo que o método de erro. A porcentagem de erro para as medidas do perfil dento-esquelético e tegumentar mostrou-se o dobro, geralmente, nas repetições de radiografias, comparada com as medições repetidas das mesmas radiografias. Os pontos de referência Go, plano de Frankfurt, plano oclusal funcional e longo eixo dos incisivos mostraram reprodutibilidade pobre.

BATTAGEL[6], em 1993, revisou e comparou os seguintes métodos comumente usados para investigar erros de medidas cefalométricas: Estatística de Dahlberg, Método de Chedib e Burdick, Análise de Houston, Critério de Bjork, e Estimativa de erros sistemáticos de Houston. O autor utilizou 246 telerradiografias, obtidas em norma lateral. Os erros calculados pelo método de Chedib e Burdick apresentaram-se menores que os de Dahlberg, e o erro padrão de Chedib e Burdick em aproximadamente metade do descrito por Dahlberg. A amplitude dos erros computados pela equação de Houston mostrou-se similar à de Dahlberg. Bjork avaliou duas estatísticas: média das diferenças entre medidas replicadas e o erro padrão das diferenças médias. Assim, da técnica de Bjork extraiu-se que a homogeneidade dos dados afeta o resultado adversamente. Houston salientou a necessidade de incluir um número adequado de casos na investigação dos erros sistemáticos (25 ao menos), senão, desvios padrões amplos e erro padrão associados poderiam produzir, artificialmente, menores valores de "t". Logo, um conjunto de dados não homogêneos produziria artificialmente bons resultados e isto contribuiria para a ausência de erros relatados. Os métodos de Houton, Buschang e Midgard mostraram ampla variação, com o ângulo nasolabial e o arco mandibular mostrando pouca confiança. O método de Dahlberg não considera o tamanho do erro em relação à magnitude da própria variável. Aconselha-se interpretar os resultados de um estudo cefalométrico em relação ao seu erro de medida associado, e nenhum método de avaliação é capaz de fornecer uma visão completa. A Estimativa de Dahlberg consistiu no método matemático mais preciso para avaliação de erros de medida, mas, por não considerar o tamanho proporcional do erro em relação à própria medida, um cálculo alternativo pode ser indicado. O coeficiente de confiança como proposto por Midgard parece adequado. O autor sugeriu que a

estimativa de Dahlberg seja suplementada pelo coeficiente de confiança descrito por Midgard.

CHAN e colaboradores[13], em 1994, avaliaram a precisão na localização de 8 pontos cefalométricos e seus subseqüentes ângulos sobre os incisivos superiores e inferiores. Utilizaram 30 crânios secos marcados em dois pontos sagitais com esferas de aço para sobrepor à série de cefalogramas de forma padronizada. A 1ª série de telerradiografias, em norma lateral, realizou-se com as esferas em posição e na 2ª série, as esferas foram removidas e reposicionadas. O desvio padrão do ponto ENA ao longo do eixo vertical apresentou-se duas vezes maior que no eixo horizontal e não afetou a angulação do incisivo. A diferença média e o desvio padrão do ponto ENP ao longo do eixo horizontal apresentaram-se maiores que do eixo vertical, estimados em 1,2 mm, sem influenciar na angulação do incisivo maxilar. A identificação do ponto Me ocorreu 0,7mm mais baixo do que sua verdadeira posição e o desvio padrão mostrou-se grande (+ ou - 2,4mm). O erro ao longo do eixo Y afetou significativamente a angulação do incisivo inferior (+ ou – 1º). A diferença média do ponto Go ao longo do eixo vertical mostrou-se pequena, mas o desvio padrão de mais ou menos 2,1mm, provocando a inclinação do incisivo inferior para trás em 0,3º. As diferenças médias dos incisivos superiores e inferiores e seus respectivos ápices, ao longo do eixo horizontal, apresentaram-se pequenas, e grandes desvios padrões. O erro na identificação dos pontos dentários apresentou maior efeito na angulação dos incisivos do que o erro na identificação de pontos esqueléticos.

TNG e colaboradores[44], em 1994, investigaram a validade na identificação de 15 pontos cefalométricos esqueléticos e dentários comumente utilizados em análises cefalométricas e seus subseqüentes ângulos e distâncias. Utilizaram 30 crânios secos com dentição completa e ausência de danos significantes nos ossos e com esferas metálicas fixadas para representar os quinze pontos cefalométricos verdadeiros. Os autores obtiveram telerradiografias com e sem as esferas metálicas em posição e expressaram a validade como a diferença entre as duas séries subseqüentes de mensurações. Os pontos S e N não apresentaram diferenças estatisticamente significante no eixo X e os desvios padrões mostraram-se pequenos. Encontraram pequenas diferenças e desvios padrões estatisticamente

significantes no eixo Y para o ponto ENA. Para o ponto ENP os desvios padrões mostraram-se maiores no eixo X e para o ponto A, no eixo Y. Na mandíbula, os pontos B e Pg apresentaram grandes desvios padrões no eixo Y. Grandes desvios padrões ocorreram ao longo dos dois eixos para os pontos Go, Co e Me. Os ápices dos incisivos superiores e inferiores apresentaram diferenças estatisticamente significantes e grandes desvios padrões nos dois eixos. A diferença para os ângulos cefalométricos envolvendo pontos esqueléticos mostrou-se de –0,5° a 1,1°; para os ângulos que envolviam pontos esqueléticos e dentários variaram de –1,6° a 0,5°. Os desvios padrões para ângulos esqueléticos somente, apresentaram-se duas a dez vezes menores do que para os ângulos esqueléticos e dentários. A validade dos pontos depende da visibilidade do ponto na radiografia, a qual é dificultada em casos de contraste pobre, imagens sobrepostas e pontos localizados numa curva gradual. Os ângulos e distâncias cefalométricas que envolviam dois ou três pontos ósseos apresentaram menores erros do que aqueles com quatro pontos. Vários pontos mostraram-se diferentes dos verdadeiros pontos anatômicos e inválidos ao longo de um ou dois eixos, X e/ou Y.

BURGER, ROSSOW e STANDER[10], em 1994, investigaram a reprodutibilidade de 2 pontos cefalométricos, que representam o tecido tegumentar facial e 2 pontos esqueléticos, visando determinar a técnica cefalométrica mais eficaz na reprodutibilidade do perfil tegumentar e de pontos esqueléticos anteriores para pessoas com perfil convexo. Avaliaram as técnicas de: 1- controle da exposição padrão; 2- uso de anteparo manual de metal cobrindo o perfil e 3- uso de cunha de latão no colimador, utilizando 20 telerradiografias em norma lateral de pessoas com convexidade de perfil maior que + 4mm. Relataram que a identificação dos pontos SNA, A e V não mostrou diferenças significativas entre as três técnicas. Entretanto, a identificação dos pontos SNA e SN mostrou-se mais consistente nas técnicas um e três. Clinicamente, as discrepâncias das técnicas não diferiram significativamente. Entretanto, a técnica do uso do anteparo manual de metal cobrindo o perfil mostrou-se mais discrepante do que as outras duas. Os autores concluíram que radiografias de boa qualidade facilitam a identificação de pontos, mas não, necessariamente, melhoram a exatidão da identificação, e, que a habilidade do clínico em reconhecer o ponto predomina sobre a qualidade da radiografia.

MARTINS e colaboradores[27], em 1995, questionaram se a utilização do computador diminui os erros de reprodutibilidade de mensurações nas análises cefalométricas de Steiner e de Ricketts; se a experiência do operador influencia significativamente nesses erros; e, se as reprodutibilidades das medidas que compõem essas análises diferem entre si. Um professor de ortodontia e um aluno do curso de pós-graduação realizaram as análises pelos métodos convencional e computadorizado em 30 telerradiografias, com intervalo de um mês. Considerando-se os dados estatísticos para as diferenças entre as primeiras e as segundas mensurações da análise de Steiner, os pesquisadores notaram que os erros aleatórios se igualaram para os dois traçadores e que os valores que apresentaram os maiores erros de Dahlberg foram para as medidas 1.1, 1-NA e 1.NB. As altas variâncias dessas medidas e de SN.PIO e SN.GoGn evidenciaram críticas reprodutibilidades na utilização do método computadorizado. Nos traçados computadorizados pelo menos uma medida envolvendo os incisivos inferiores mostrou erro sistemático. Constataram que não ocorreram diferenças de reprodutibilidade de mensurações entre os traçadores, nas análises de Ricketts e de Steiner pelo método computadorizado. Com o método convencional, ocorreu relativa diminuição do erro sistemático de ambos os traçadores. Os autores concluíram que ocorreram erros significantes na repetição de mensurações cefalométricas, tanto pelo método convencional como pelo método computadorizado, bem como, os erros casuais mostraram-se semelhantes nos dois métodos. A experiência do operador não reduziu os erros sistemáticos ou casuais. As medidas cefalométricas envolvendo os incisivos apresentaram grande freqüência de erros casuais.

TRPKOVA e colaboradores[45], em 1997, realizaram uma revisão sistemática com o propósito de avaliar a grandeza dos erros na identificação de 15 pontos cefalométricos. Avaliaram os pontos N, S, Or, Ba, Po, ENA, ENP, A, Ptm, Go, Co, Ar, Pog, Me, e B. Os valores relatados para os desvios médios e padrões ao longo das coordenadas X e Y para cada ponto foram usados para examinar a exatidão das medições. Os pontos Me, ENA, ENP, S, B, Po, Ptm e A mostraram erro médio distribuído a aproximadamente zero, enquanto os pontos Ar e Ba apresentaram pronunciada inclinação na coordenada X. Para a coordenada Y, os pontos Ptm, S, A, B, Go e N mostraram erro médio insignificante, enquanto Ar, Ba, Me, Or, Co e Pog apresentaram medições significativamente diferentes de zero. O

ponto B apresentou alto grau de precisão e o ENA não mostrou-se confiável para medições horizontais. Os autores concluíram que um erro total de 0,59mm para a coordenada X e 0,56mm para a coordenada Y são níveis aceitáveis de exatidão. Os pontos B, A, Ptm, S e Go na coordenada X e Ptm, A e S na coordenada Y apresentaram erro médio insignificante. Portanto, esses pontos podem ser considerados confiáveis para a análise cefalométrica. Enfatizaram, ainda, a importância da interpretação crítica das medições cefalométricas, bem como, uma cuidadosa seleção de pontos para a análise cefalométrica.

LAU, COOKE e HÄGG[25], em 1997, quantificaram e compararam os erros de medições cefalométricas interexaminadores entre dois residentes em ortodontia e dois residentes em cirurgia oral e maxilofacial. Selecionaram e digitalizaram 30 telerradiografias em norma lateral de pacientes com vários desequilíbrios esqueléticos, que receberam tratamento cirúrgico ortodôntico e ortognático combinados. Ocorreu grande discrepância nas diferenças médias interexaminadores nas 26 medições, sendo que as maiores diferenças ocorreram para o longo eixo dos incisivos superior e inferior (-4,2° a 0°). Poucas variáveis de erros intraexaminadores excederam 0,5mm ou 0,5°. Na identificação dos pontos de referência, S, N, e Me observaram as menores diferenças médias e desvios padrões, enquanto os pontos A, Básio, Go e os ápices dos incisivos, os maiores. Os autores relataram que, para as medidas angulares e lineares, todas as variáveis mostraram um nível similar e alto de erro para cada ponto de referência entre os examinadores. Os grandes erros interexaminadores encontrados entre medições cefalométricas poderiam resultar em discrepâncias significativas entre ortodontistas e cirurgiões maxilofaciais na avaliação de pacientes. Nenhuma relação consistente encontrada entre os erros observados e o tipo de treinamento ou tempo de experiência, sugeriram que os erros provavelmente dependam da definição e concepção particulares sobre do ponto de referência.

ANTONIAZZI[5], em 2001, realizou um estudo observando a validade na localização dos pontos de referência anatômicos em dez telerradiografias, obtidas em norma lateral, de crânios secos. Avaliou comparativamente a localização de pontos cefalométricos pelos métodos manual e computadorizado. Utilizou como gabarito uma radiografia com pequenos marcadores de chumbo fixados no crânio,

diretamente na localização anatômica dos pontos. Dez profissionais de clínicas radiológicas localizaram os pontos cefalométricos utilizando o método manual e o método auxiliado por computador, em duas ocasiões, com intervalo de uma semana. A autora concluiu que não existiu diferença estatisticamente significante entre os métodos manual e computadorizado para a localização de pontos de referência cefalométricos. Relatou, também, que não ocorreu diferença estatisticamente significante entre os pontos cefalométricos estudados. O ponto Na indicou a maior validade, com desvio de 0,92mm do ponto real no método manual e 0,89mm no método computadorizado. Já o ponto Ptm, com desvio de 8,16mm do ponto real no método manual e 8,51mm no método computadorizado, o de menor validade. Ainda que este valor não indicasse significância estatística, este ponto deve ser utilizado com cautela nas análises cefalométricas.

MÉDICI FILHO e colaboradores[28], em 2002, verificaram o erro de mensuração estimado nas grandezas cefalométricas SNA, SNB, SNGoM, FMA, 1.NA, 1-NA, 1.NB e 1-NB em traçados cefalométricos manuais quando realizados por diferentes profissionais. Selecionaram 20 radiografias obtidas de um mesmo aparelho e distribuíram-nas para 12 profissionais. Os autores avaliaram os resultados pela análise de variância ANOVA e cálculo de erro. Após análise estatística, os índices de erros encontrados foram: 4,3% SNA; 3,7% SNB; 10,5% SNGoM; 21,8% FMA; 30,4% 1.NA; 75,6% 1-NA; 21,4% 1.NB e 50,9% 1-NB. O cálculo do erro para SNB apresentou-se menor que para SNA. A identificação do pório anatômico e da órbita também dificultou a determinação do ângulo FMA. A identificação radiográfica dos incisivos requereu rigorosa atenção devido à sobreposição dos dentes dos dois lados. Os autores concluíram que os índices de erro mostraram-se altos para as grandezas que envolveram estruturas dentárias, destacando que o diagnóstico ortodôntico baseado em grandezas que possuem o padrão de normalidade de 4 mm, como o 1-NA e 1-NB por exemplo, encontram-se bastante vulneráveis à somatória de erros em uma análise cefalométrica.

SILVEIRA[39], em 2003, verificou a reprodutibilidade das medidas cefalométricas apresentadas nas análises realizadas por três clínicas de radiologia odontológica, sendo um examinador para cada clínica. O autor selecionou e enviou 40 telerradiografias, obtidas em norma lateral, para as 3 clínicas realizarem a análise

cefalométrica digitalizada, totalizando 120 análises em Padrão USP. Observou que as diferenças máximas entre as clínicas apresentaram de um modo geral, valores altos. Encontrou diferenças lineares de até 11,33 mm para a grandeza 1-NA e de até 20,13° para o ângulo FMIA. As medidas SND, SN, Go.Me, 1/SN, 1/NA, FMIA, FMA, A-VT e DC apresentaram menor reprodutibilidade entre as três clínicas. Segundo o ANOVA, as medidas SNA, SNOcl, /1-NPog e HNB apresentaram reprodutibilidade entre as clínicas. O autor concluiu que os valores das medidas cefalométricas demonstradas nas análises realizada pelas clínicas de radiologia, por meio de digitalização, apresentaram pobre reprodutibilidade, evidenciando a necessidade de desenvolvimento de um sistema que permita identificar os pontos com maior exatidão e padronização.

AMAD NETO[4], em 2004, avaliou, de forma qualitativa, as variáveis e as implicações clínicas oriundas da determinação de 7 pontos cefalométricos e analisou o quanto esses erros influenciam no planejamento e progressão da terapêutica ortodôntica. Utilizou 14 crânios secos radiografados em duas ocasiões: com e sem as esferas metálicas demarcando os pontos cefalométricos. Os dados obtidos demonstraram que diferenças na identificação dos pontos maiores que 2mm da localização real, alteraram a medida em até 4mm, devido à possibilidade de o desvio ocorrer tanto para um lado como para outro, em relação à correta posição do ponto cefalométrico. As variáveis ocorreram desde o posicionamento do paciente até o conhecimento das estruturas anatômicas envolvidas, pois, a reprodutibilidade consistiu um fator crítico na análise. A determinação dos pontos cefalométricos com a maior precisão possível exigiu radiografia de boa qualidade, uma vez que existem distorções radiográficas inerentes ao processo laboratorial e à própria morfologia das estruturas ósseas faciais. Pontos localizados em estruturas planas apresentaram melhor localização do que em estruturas curvas ou arredondadas. O autor concluiu que o método de traçado cefalométrico normalmente utilizado apresentou variação média de 57,5% na localização anatômica dos pontos cefalométricos, o que gera equívocos de planejamento e compromete o resultado do tratamento ortodôntico, com desvios em algumas medidas de até 4mm. A dificuldade de localização no ponto A, da ordem de 4,3mm, implicou alteração na determinação da posição da maxila. Os pontos Pg, Gn e Go não apresentaram diferenças estatisticamente significantes em suas localizações. Na determinação do ponto Co

UNICAMP / FOP
BIBLIOTECA

ocorreu alteração em torno de 2,8mm, e, sua localização dependeu da identificação do contorno do côndilo na radiografia. O ponto ENA mostrou maior reprodutibilidade.

KOHATSU[22], em 2004, verificou a influência da marcação do ponto S por dois métodos e comparou os resultados das medidas angulares SNA, SNB e SNGn, utilizando o ponto S com os ângulos StNA, StNB e StNGn sobre o traçado cefalométrico padrão USP. Utilizou 135 telerradiografias, obtidas em norma lateral. O autor relatou que a inconsistência na identificação do ponto de referência cefalométrico consiste numa relevante fonte de erro em cefalometria. Os fatores que contribuem para as variações individuais nas imagens dos pontos de referência sobre os cefalogramas são: a técnica radiográfica, a complexidade anatômica da região, a localização do ponto de referência sobre o cefalograma durante o traçado, a qualidade da radiografia, a variação de anatomia dos pacientes, a experiência do observador e a diferença entre observadores. O autor concluiu que não ocorreu diferença estatisticamente significante na comparação da reprodutibilidade do ponto St e do ponto S. Na comparação dos resultados das medidas angulares, utilizando o ponto S e o ponto St sobre o traçado cefalométrico padrão USP, não ocorreu diferença estatisticamente significante, demonstrando grande reprodutibilidade dos métodos, quando realizado por um observador experiente.

Discussão

4 DISCUSSÃO

Os erros decorrentes da técnica radiográfica e da análise cefalométrica observados na revisão da literatura apresentam grande variabilidade de razões que possam justificá-los.

4.1 ERROS DECORRENTES DA TÉCNICA RADIOGRÁFICA

Na obtenção da radiografia alguns erros podem ocorrer como o efeito combinado de problemas na projeção do objeto no filme radiográfico[16,34], alterações dimensionais do filme[2], posicionamento do paciente no cefalostato[2,12,16,27,35,41,43], nível de conhecimento da técnica radiográfica pelo técnico, da rotação e translação do objeto e/ou filme[3].

Em relação aos problemas relativos à distorção, ADAMS[1], em 1940, e SAKIMA[34], em 2001, afirmaram que a ampliação radiográfica afeta mais os ângulos que se localizam longe do plano sagital mediano do paciente e do feixe central de raios-X, bem como os ângulos que envolvem pontos mandibulares, e que os ângulos localizados na base craniana são menos afetados. SLAGSVOLD e PEDERSEN[40], em 1977, demonstraram que a ampliação do ângulo goníaco ocorre como resultado da distorção radiográfica.

A ampliação da imagem radiográfica atinge em maior proporção o lado da estrutura anatômica mais distante do filme radiográfico[23], o que enfatiza a necessidade de obtenção de uma média entre as medidas cefalométricas de estruturas anatômicas bilaterais[34].

Apesar de CARLSSON[12], em 1967, e AHLQVIST e colaboradores[2], em 1988, afirmarem que vários erros ocorridos durante a técnica radiográfica apresentam-se exímios quando comparados aos demais erros incorridos na realização da análise cefalométrica, alguns autores relataram que efeitos mínimos de distorção radiográfica exercem significativa influência sobre a precisão e

acuidade das grandezas cefalométricas, dada à importância da análise para o tratamento ortodôntico[3].

SPOLYAR[41], em 1987, relatou que a ocorrência de erro de posicionamento da cabeça do paciente mostra-se grande e enfatizou que a alteração da posição da cabeça acima de 5º afeta significativamente as dimensões lineares. Para AHLQVIST e colaboradores[2], em 1988, e NEGREIROS e SIQUEIRA[31], em 2004, a rotação da cabeça do paciente ao nível de 5º não resulta em distorções clinicamente significativas das grandezas cefalométricas. Nesse contexto, SANDLER[35], em 1988, concluiu que a proporção do erro de traçado cefalométrico devido ao posicionamento do paciente no cefalostato ocorre muito pouco. No entanto, para HOUSTON[19], em 1983, o correto posicionamento do paciente reduz os erros ocorrentes durante a obtenção da radiografia.

A rotação da cabeça do paciente durante a obtenção da telerradiografia em norma lateral, de acordo com MALKOC e colaboradores[26], em 2005, atinge com maior facilidade as grandezas lineares e angulares que envolvem planos horizontais, e as grandezas lineares verticais apresentam-se mais confiáveis quanto aos problemas de projeção associados à rotação da cabeça, nesse tipo de radiografia.

Para TNG e colaboradores[43], em 1993, alterações da postura da cabeça do paciente afetam a localização dos pontos de referência cefalométricos, e, conseqüentemente, o valor das grandezas. Esses autores ressaltaram, portanto, a importância da padronização da postura da cabeça do paciente durante a obtenção da radiografia. Em contrapartida, GOLDREICH e colaboradores[16], em 1998, frisaram que a posição natural da cabeça durante a obtenção da telerradiografia, em norma lateral, apresenta-se vantajosa na avaliação do paciente, e altamente reprodutível, quando comparada com a posição padronizada da cabeça. NEGREIROS e SIQUEIRA[31], em 2004, também atribuem precisão e confiabilidade à posição natural da cabeça na obtenção da telerradiografia, obtida em norma lateral.

HILLESUND, FJELD e ZACHRISSON[18], em 1978, afirmaram, ainda, que a telerradiografia, em norma lateral, deve ser realizada com os dentes em oclusão e os lábios relaxados, para uma melhor avaliação do perfil do paciente.

4.2 ERROS OCORRENTES DURANTE A ANÁLISE CEFALOMÉTRICA

Os principais erros decorrentes da análise cefalométrica consistem em erros de identificação de pontos cefalométricos[7] e em erros de mensuração[37].

A incerteza e os erros durante a identificação dos pontos cefalométricos ocorrem com enorme freqüência na análise cefalométrica[7,14,17,22], e apresentam-se maiores que a variabilidade e os erros de mensuração[24]. Os erros de mensuração ocorrem de forma quase constante, enquanto que os erros de identificação de pontos cefalométricos variam em diferentes amplitudes[30,37] e de ponto para ponto. No entanto, MIDTGARD, BJÖRK e LINDER-ARONSON[29], em 1974, afirmaram que os pontos comumente utilizados em cefalometria, como meio de diagnóstico, apresentam níveis aceitáveis de reprodutibilidade para as análises cefalométricas rotineiras.

COHEN[14], em 1984, ressaltou que a localização dos pontos cefalométricos ocorre com maior precisão na observação direta da radiografia, quando comparada com o uso de digitalizador de pontos. Para SANDLER[36], em 1988, a reprodutibilidade de grandezas angulares mostrou-se maior na digitalização direta da radiografia, com exceção apenas das grandezas lineares envolvendo estruturas bilaterais. No entanto, para MARTINS e colaboradores[27], em 1995, e ANTONIAZZI[5], em 2001, os erros de mensurações nas análises cefalométricas assemelharam-se tanto no método convencional como no método computadorizado, não existindo diferenças estatisticamente significantes.

As características das estruturas anatômicas são responsáveis por grande parte das variações na reprodutibilidade dos pontos cefalométricos[9], bem como a qualidade da radiografia[4,22,42,45], embora BURGER, ROSSOUW e STANDER[10], em 1994, afirmem que a habilidade do clínico em identificar o ponto predomina sobre a qualidade da radiografia.

Para BAUMRIND e FRANTZ[7], em 1971, a identificação de pontos localizados em estruturas anatômicas curvas torna-se dificultada e possibilita erros no sentido ântero-posterior.

RICHARDSON[33], em 1966, afirmou que os pontos cefalométricos apresentam diferentes níveis de exatidão na localização, e reprodutibilidade vertical e horizontal distintas[9,42], assim como as medidas lineares e angulares apresentam diferentes níveis de erros e confiabilidade característica[8].

MÉDICI FILHO e colaboradores[28], em 2002, encontraram altos índices de erros para grandezas que envolvem estruturas dentárias, concordando com a afirmação de KVAM e KROGSTAD[24], em 1969, de que ângulos envolvendo estruturas dentárias apresentam maior variabilidade que os demais.

Segundo HOUSTON[19], em 1983, os erros de mensuração classificam-se em sistemático, quando ocorre alteração durante a obtenção das radiografias, e aleatórios, quando ocorre variação no posicionamento do paciente no cefalostato e/ ou na localização e identificação dos pontos cefalométricos. Os erros aleatórios podem ser minimizados por meio da duplicação dos traçados e das medidas, e da utilização de uma média entre as mensurações.

O conhecimento das estruturas anatômicas contribui para a redução de erros na localização e identificação dos pontos cefalométricos[39], assim como a experiência e o treinamento são fundamentais para minimizar a incidência de erros durante a análise cefalométrica[10,14,17,19,20,22,24]. MARTINS e colaboradores[27], em 1995, discordaram da afirmação, uma vez que alegaram a não interferência da experiência do operador nos erros sistemáticos ou casuais em suas pesquisas. LAU, COOKE e HÄGG[25], em 1997, não encontraram relação entre a experiência e o treinamento dos observadores com os erros ocorridos em seus estudos, sugerindo, dessa forma, que os erros dependem da definição particular que o observador possui sobre a localização exata dos pontos cefalométricos.

A qualidade do equipamento e o método de registro dos pontos também colaboram positivamente na reprodutibilidade dos pontos cefalométricos[9]. Pode-se considerar, outrossim, como fatores de controle dos erros em cefalometria, o alinhamento e a fixação do aparelho de raio-X, do suporte da cabeça e do filme radiográfico, a utilização de papel de boa qualidade e de ambiente com iluminação

adequada para a identificação dos pontos cefalométricos, a utilização de radiografias duplicadas e a duplicação das mensurações de uma mesma radiografia[19].

Em relação à análise cefalométrica realizada por clínicas de radiologia odontológica diferentes, SILVEIRA[39], em 2003, relatou que os resultados das análises cefalométricas demonstraram pobre reprodutibilidade, ressaltando a necessidade de maior padronização dos meios de identificação dos pontos cefalométricos.

O método mais confiável para avaliar erros ocorrentes em mensurações cefalométricas, em trabalhos científicos, consiste na utilização da estimativa de Dahlberg associada ao método descrito por Midgard[6].

Tabelas

Apresentam-se a seguir tabelas demonstrando relevantes considerações sobre a localização de alguns pontos, planos, linhas e ângulos cefalométricos, de acordo com a pesquisa de diversos autores.

Tabela 1

Relativa aos pontos cefalométricos

Pontos	Considerações sobre a localização na análise cefalométrica	Autores
A	- difícil identificação (maior erro de identificação)	Baumrind e Frantz[7], Houston e colaboradores[20], Lau, Cooke e Hägg[25]
	- maior dificuldade de identificação em determinada direção	Broch, Slagsvold e Rosler[9]
	- maior variação de localização no eixo Y	Stabrun e Danielsen[42] Tng e colaboradores[44]
	- maior reprodutibilidade no eixo horizontal	Cohen[14]
	- pequeno erro de identificação - erro insignificante nos eixos X e Y	Trpkova e colaboradores[45]
	- alteração de 4,3mm na localização	Amad Neto[4]
Ar	- maior reprodutibilidade	Midtgard, Björk e Linder-Aronson[29]
	- maior variação no eixo X - variação significante no eixo Y	Trpkova e colaboradores[45]
B	- difícil identificação	Baumrind e Frantz[7]
	- variação média de 1 mm	Midtgard, Björk e Linder-Aronson[29]
	- maior dificuldade de identificação em determinada direção	Broch, Slagsvold e Rosler[9]
	- maior variação de localização no eixo Y	Stabrun e Danielsen[42] Tng e colaboradores[44]
	- maior reprodutibilidade no eixo horizontal	Cohen[14]
	- menor dificuldade de localização	Houston e colaboradores[20], Trpkova e colaboradores[45]
	- erro insignificante nos eixos X e Y - alto grau de precisão	Trpkova e colaboradores[45]
Ba	- maior variação no eixo X - variação significante no eixo Y	Trpkova e colaboradores[45]
	- maior erro de identificação	Lau, Cooke e Hägg[25]
Bo (Bolton)	- confiável	Buschang, Tanguay e Demirjen[11]
Cl (clinoi-dal)	- reprodutibilidade horizontal e vertical semelhantes	Richardson[33]

"continua"

Pontos	Considerações sobre a localização na análise cefalométrica	Autores
Co	- identificação difícil	Sekiguchi e Savara[38]
	- grande diferença de localização nos dois eixos, X e Y	Tng e colaboradores[44]
	- variação significante no eixo Y	Trpkova e colaboradores[45]
	- alteração de localização insignificante	Amad Neto[4]
ENA	- reprodutibilidade horizontal alta - reprodutibilidade vertical baixa	Richardson[33] Chan e colaboradores[13]
	- localização ântero-posterior difícil	Sekiguchi e Savara[38]
	- variação média de 1 mm	Midtgard, Björk e Linder-Aronson[29]
	- maior variação de localização no eixo X (vertical)	Stabrun e Danielsen[42] Cohen[14]
	- maior reprodutibilidade	Amad Neto[4]
	- pequeno desvio padrão - diferença de localização significante no eixo Y	Tng e colaboradores[44]
	- pequeno erro de identificação - maior variação horizontal	Trpkova e colaboradores[45]
ENP	- reprodutibilidade horizontal alta - reprodutibilidade vertical baixa	Richardson[33]
	- maior reprodutibilidade no eixo vertical	Cohen[14] Chan e colaboradores[13]
	- maior diferença de localização no eixo X	Tng e colaboradores[44]
	- pequeno erro de identificação	Trpkova e colaboradores[45]
Gn	- alteração de localização insignificante	Amad Neto[4]
Go	- reprodutibilidade horizontal e vertical semelhantes	Richardson[33]
	- difícil identificação - menos confiável - reprodutibilidade pobre	Baumrind e Frantz[7] Lau, Cooke e Hägg[25] Cooke e Wei[15]
	- alteração de localização insignificante	Amad Neto[4]
	- pequena diferença de localização no eixo vertical	Chan e colaboradores[13]
	- grande diferença de localização nos dois eixos, X e Y	Tng e colaboradores[44]
	- erro insignificante nos eixos X e Y	Trpkova e colaboradores[45]
Me	- reprodutibilidade horizontal alta - reprodutibilidade vertical baixa	Richardson[32]
	- identificação difícil	Baumrind e Frantz[7]
	- menor reprodutibilidade	Houston e colaboradores[20]
	- pequeno erro de identificação - variação significante no eixo Y	Trpkova e colaboradores[45]
	- localização vertical imprecisa	Chan e colaboradores[13]

"continuação"

Pontos	Considerações sobre a localização na análise cefalométrica	Autores
Me	- grande diferença de localização nos dois eixos, X e Y	Tng e colaboradores[44]
	- menor erro de identificação	Lau, Cooke e Hägg[25]
N	- reprodutibilidade horizontal alta - reprodutibilidade vertical baixa	Richardson[33]
	- maior reprodutibilidade (menor erro de identificação)	Houston e colaboradores[20] Lau, Cooke e Hägg[25] Antoniazzi[5]
	- pequeno desvio padrão - diferença de localização insignificante no eixo X	Tng e colaboradores[44]
	- erro insignificante no eixo Y	Trpkova e colaboradores[45]
Or	- maior variação	Sekiguchi e Savara[38]
	- variação média de 2 mm	Midtgard, Björk e Linder-Aronson[29]
	- menos confiável	Buschang, Tanguay e Demirjen[11]
	- variação significante no eixo Y	Trpkova e colaboradores[45]
Pg	- identificação difícil	Baumrind e Frantz[7], Sekiguchi e Savara[38]
	- variação média de 1 mm	Midtgard, Björk e Linder-Aronson[29]
	- grande variação de localização no eixo Y	Tng e colaboradores[44] Trpkova e colaboradores[45]
	- alteração de localização insignificante	Amad Neto[4]
Po	- pequeno erro de identificação	Trpkova e colaboradores[45]
Ptm	- bastante variável	Sekiguchi e Savara[38] Antoniazzi[5]
	- pequeno erro de identificação - erro insignificante nos eixos X e Y	Trpkova e colaboradores[45]
S	- reprodutibilidade horizontal e vertical semelhantes	Richardson[33] Cohen[14]
	- maior reprodutibilidade (menor erro de identificação)	Midtgard, Björk e Linder-Aronson[29], Lau, Cooke e Hägg[25]
	- variação significativa entre dois observadores	Stabrun e Danielsen[42]
	- pequeno erro de identificação - erro insignificante nos eixos X e Y	Trpkova e colaboradores[45]
	- pequeno desvio padrão - diferença de localização insignificante no eixo X	Tng e colaboradores[44]

"continuação"

Pontos	Considerações sobre a localização na análise cefalométrica	Autores
Ápice do incisivo inferior	- identificação difícil - menos confiável	Baumrind e Frantz[7] Lau, Cooke e Hägg[25]
	- variação média de 1 mm	Midtgard, Björk e Linder-Aronson[29]
	- localização incerta em 75% dos casos	Stabrun e Danielsen[42]
	- pequena diferença de localização no eixo horizontal	Chan e colaboradores[13]
	- grande diferença de localização nos dois eixos, X e Y	Tng e colaboradores[44]
Ápice do incisivo superior	- variação média de 1 mm	Midtgard, Björk e Linder-Aronson[29]
	- pequena diferença de localização no eixo horizontal	Chan e colaboradores[13]
	- grande diferença de localização nos dois eixos, X e Y	Tng e colaboradores[44]
	- maior erro de identificação	Lau, Cooke e Hägg[25]

"conclusão"

Tabela 2

Relativa aos planos e linhas cefalométricos

Planos e Linhas cefalométricas	Considerações sobre a localização na análise cefalométrica	Autores
Go-Me	- maior reprodutibilidade	Midtgard, Björk e Linder-Aronson[29]
	- menor reprodutibilidade	Silveira[39]
1-NA	- maior erro de identificação	Martins e colaboradores[27]
	- índice de erro 75,6%	Médici Filho e colaboradores[28]
	- diferenças de até 11,33mm	Silveira[39]
NA	- menor reprodutibilidade	Midtgard, Björk e Linder-Aronson[29]
1-NB	- índice de erro 50,9%	Médici Filho e colaboradores[28]
NB	- menor reprodutibilidade	Midtgard, Björk e Linder-Aronson[29]
N-Me	- maior reprodutibilidade	Midtgard, Björk e Linder-Aronson[29]
Pg-NB	- menor dispersão de erro	Baumrind e Frantz[8]
SN	-menor incidência de erro	Houston e colaboradores[20]
	- menor reprodutibilidade	Silveira[39]
S-Me	-maior incidência de erro	Houston e colaboradores[20]
/1-NPg	- maior reprodutibilidade	Silveira[39]
Plano de Frankfurt	- reprodutibilidade pobre	Cooke e Wei[15]
Plano oclusal funcional	- reprodutibilidade pobre	Cooke e Wei[15]
Longo eixo dos incisivos	- reprodutibilidade pobre	Cooke e Wei[15]
	- maior erro de identificação	Lau, Cooke e Hägg[24]

Tabela 3

Relativa aos ângulos cefalométricos

Ângulos cefalométricos	Considerações sobre a localização na análise cefalométrica	Autores
1.1	- maior dispersão de erro	Baumrind e Frantz[8]
	- maior erro de identificação	Martins e colaboradores[27]
1.NA	- índice de erro 30,4%	Médici Filho e colaboradores[28]
	- menor reprodutibilidade	Silveira[39]
1.NB	- maior erro de identificação	Martins e colaboradores[27]
	- índice de erro 21,4%	Médici Filho e colaboradores[28]
1/.SN	- menor reprodutibilidade	Silveira[39]
FMA	- índice de erro 21,8%	Médici Filho e colaboradores[28]
	- menor reprodutibilidade	Silveira[39]
FMIA	- diferença de até 20,13°	Silveira[39]
	- menor reprodutibilidade	Silveira[39]
SNA	- maior discrepância de traçado	Houston e colaboradores[20]
	- índice de erro 4,3%	Médici Filho e colaboradores[28]
	- maior reprodutibilidade	Silveira[39]
SNB	- menor discrepância de traçado	Houston e colaboradores[20]
	- índice de erro 3,7%	Médici Filho e colaboradores[28]
SND	- menor reprodutibilidade	Silveira[39]
H.NB	- maior reprodutibilidade	Silveira[39]
SN.PIO	- grande variação	Martins e colaboradores[27]
	- maior reprodutibilidade	Silveira[39]
SN.GoGn	- grande variação	Martins e colaboradores[27]
SN.GoM	- índice de erro 10,5%	Médici Filho e colaboradores[28]

Conclusão

5 CONCLUSÃO

Realizada a análise da revisão da literatura e da discussão, apresentam-se as conclusões obtidas em relação aos erros verificáveis em cefalometria: erros decorrentes da técnica radiográfica e erros ocorrentes durante a análise cefalométrica.

5.1 ERROS DECORRENTES DA TÉCNICA RADIOGRÁFICA

1. Em relação à técnica radiográfica concluímos que os erros de projeção resultam em ampliação da imagem radiográfica e atingem em maior intensidade as grandezas cefalométricas localizadas distantes do plano sagital mediano do paciente e do feixe central dos raios-X, bem como as estruturas anatômicas mais distantes do filme radiográfico.

2. Alterações no posicionamento da cabeça do paciente no cefalostato durante a obtenção da radiografia constituem o principal problema inerente à técnica radiográfica. As rotações da cabeça do paciente apresentam significância sobre as grandezas cefalométricas quando acima de 5°.

3. A padronização da cabeça do paciente durante a obtenção da radiografia, em cefalometria, consiste num procedimento imprescindível para minimizar os problemas relativos à técnica radiográfica, associada à qualidade e ao correto posicionamento do aparelho de raios-X. Nesse sentido, deve-se considerar a utilização da posição natural da cabeça como uma posição confiável na avaliação do paciente e reprodutível.

4. Os erros passíveis de ocorrer na técnica radiográfica apresentam significativa relevância quando comparados aos demais erros presentes na análise cefalométrica.

5.2 ERROS OCORRENTES DURANTE A ANÁLISE CEFALOMÉTRICA

1. Dentre os erros verificáveis na análise cefalométrica, concluímos que a incerteza na identificação dos pontos cefalométricos constitui-se a principal fonte de erro em cefalometria, seguida pelo erro de mensuração.

2. Os pontos cefalométricos apresentam reprodutibilidade vertical e horizontal particulares.

3. A experiência, o conhecimento específico e o treinamento do operador diminuem a incidência de erros.

4. A localização dos pontos cefalométricos pode ser mais precisa na observação direta da radiografia, em relação ao uso de digitalizadores.

Referências

REFERÊNCIAS *

1. ADAMS, J. W. Correction of error in cephalometric roentgenograms. Angle Orthodont., v.X, n.1, p.3-13, Jan., 1940.

2. AHLQVIST, J., ELIASSON, S., WELANDER, U. The effect of projection errors on angular measurements in cephalometry. Europ. J. Orthod., v.10, n.4, p.353-61, Nov., 1988.

3. AHLQVIST, J., ELIASSON, S., WELANDER, U. The cephalometric projection. Part II. Principles of image distortion in cephalography. Dentomaxillofac. Radiol., v.12, n.2, p.101-8, 1983.

4. AMAD NETO, M. Estudo da padronização para a determinação de pontos cefalométricos utilizados na cefalometria radiológica. São Paulo, 2004, 65p., Dissertação (Doutorado) – Universidade de São Paulo.

5. ANTONIAZZI, M. C. C. Validade na localização de pontos de referência anatômicos em radiografias cefalométricas em norma lateral. São José dos Campos, 2001, 95p. Dissertação (Doutorado) – Faculdade de Odontologia – Universidade Estadual Paulista.

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

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

8. BAUMRIND, S.; FRANTZ, R. C. The reliability of head film measurements. 2. Conventional angular and linear measures. Am. J. Orthodont., v.60, n.5, p.505-17, Nov., 1971.

---

* ABNT 2000

9. BROCH, J.; SLAGSVOLD, O.; ROSLER, M. Error in landmark identification in lateral radiographic headplates. Europ. J Orthod., v.3, n.1, p.9-13, jan., 1981.

10. BURGER, H. J.; ROSSOW, P. E.; STANDER, I. Profile enhancemente and cephalometric landmark identification. Am. J. Orthodont. Dentofac. Orthop., v.105, n.3, p.250-256, Mar., 1994.

11. BUSCHANG, P. H.; TANGUAY, R.; DEMIRJIAN, A. Cephalometric reliability – a full ANOVA model for the estimation of true and error variance. Angle Orthodont., v.57, n.2, p.168-75, apr., 1987.

12. CARLSSON, G. E. Error in x-ray cephalometry – A method study and a longitudinal investigation of the facial skeleton on series with and without natural teeth over a 5-year period. Odontol. Tidskr., v.75, n.2, p.99-129, Apr., 1967.

13. CHAN, C. K.; TNG, T. H.; HÄGG, U.; COOKE, M. S. Effects of cephalometric landmark validity on incisor angulation. Am. J. Orthodont. Dentofac. Orthop., v.106, n.5, p.487-95, Nov., 1994.

14. COHEN, A. M. Uncertainty in cephalometrics. Brit. J. Orthodont., v.11, n.1, p.44-8, Jan., 1984.

15. COOKE, M. S.; WEI, S. H. Y. Cephalometric errors: A comparison between repeat measurements and retaken radiographs. Aust. Dent. J., v.36, n.1, p.38-43, Feb., 1991.

16. GOLDREICH, H. N.; MARTINS, J. C. R.; MARTINS, L. P.; SAKIMA, P. R. Considerações sobre os erros em cefalometria. Rev. Dent. Press de Ortodont. e Ortop. Max., v.3, n.1, p.81-90, Jan./Fev., 1998.

17. GRAVELY, J. F; BENZIES, P. M. The clinical significance of tracing error in cephalometry. Brit. J. Orthodont., v.1, n.3, p.95-101, Apr., 1974.

18. HILLESUND, E.; FJELD, D; ZACHRISSON, B.U. Reliability of soft-tissue profile in cephalometrics. Am. J. Orthodont., v.74, n.5, p.537-50, Nov., 1978.

19. HOUSTON, W.J.B. The analysis of errors in orthodontic measurements. Amer. J. Orthodont., v.83, n.5, p.382-90, May, 1983.

20. HOUSTON, W.J.B.; MAHER, R. E.; MCELROY, D.; SHERRIFF, M. Sources of error in measurements from cephalometric radiographs. Europ. J Orthod., v.8, n.3, p.149-51, Aug., 1986.

21. JACOBSON, A.; CAUFIELD, P. W. Introduction to radiographic cephalometry. In: ÁGUILA, F. H. Manual de cefalometria. 1ª. Ed., Livraria Santos Editora Com. Imp. Ltda., 1997, Cap.2, p.3-4.

22. KOHATSU, L. I. Verificação da influência da marcação do ponto S por dois métodos, sobre o traçado cefalométrico Padrão USP. São José dos Campos, 2004, 96p., Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – Universidade Estadual de São Paulo.

23. KROGSTAD, O.; KVAM, E. Geometric errors in measurements on x-ray films – A methodologic study on lateral model exposures. Acta Odontol. Scand., v.29, n.2, p.185-96, Jun., 1971.

24. KVAM, E.; KROGSTAD, O. Variability in tracings of lateral head plates for diagnostic orthodontic purposes – A methodologic study. Acta Odontol. Scand., v27, n.4, p.359-69, Aug., 1969.

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

26. MALKOC, S.; SARI, Z.; USUMEZ, S.; KOYUTURK, E. The effect of head rotation on cephalometric radiographs. Europ. J Orthod., v.27, n.3, p.315-21, 2005.

27. MARTINS, L. P.; PINTO, A. S.; MARTINS, J. C. R.; MENDES, A. J. D. Erro de reprodutibilidade das medidas cefalométricas das análises de Steiner e de Ricketts, pelo método convencional e pelo método computadorizado. Ortodontia, v.28, n.1, Jan./Fev./Mar./Abr., 1995.

28. MÉDICI FILHO, E.; CUNHA, T. C. R. da; MORAES, M. E. L. de; MORAIS, L. C. de. Avaliação do erro de medição estimado em grandezas cefalométricas obtidas pelo traçado manual. J Bras. Ortodon. Ortop. Facial, Curitiba, v.7, n.37, p.34-43, jan./fev. 2002.

29. MIDTGARD, J.; BJÖRK G.; LINDER-ARONSON, S. Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurements of cephalometric cranial distances. Angle Orthodont., V.44, n.1, p.56-61, jan., 1974.

30. MILLER, P. A.; SAVARA, B. S.; SINGH, I. J. Analysis of errors in cephalometric measurement of three-dimensional distances on the maxilla. Angle Orthodont., v.36, n.2, p.169-75, Apr., 1966.

31. NEGREIROS, P. E.; SIQUEIRA, V. C. V. O efeito da alteração da posição natural da cabeça (PNC) sobre as medidas cefalométricas. Rev. Dent. Press de Ortodont. e Ortop. Max., v.9, n.3, p.59-76, mai./jun., 2004.

32. PACCINI, A. J.; Roentgen ray anthropometry of the skull. In: VILELLA, O. DE V.; Manual de cefalometria., 2. ed., Rio de janeiro, Guanabara Koogan, 2001, Cap. 1, p.4.

33. RICHARDSON, A. An investigation into the reproducibility of some points, planes, and lines used in cephalometric analysis. Am. J. Orthodont., v.52, n.9, p.637-51, Sep., 1966.

34. SAKIMA, P. R. T. Efeitos dos erros de projeção sobre as grandezas cefalométricas das análises de Steiner e Mc Namara. Araraquara, 2001, 138p., Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia – Universidade Estadual Paulista.

35. SANDLER, P. J.; Effect of patient repositioning on cephalometric measurements. Brit. J. Orthodont., v.15, n.1, p.17-21, Feb., 1988.

36. SANDLER, P. J.; Reproducibility of cephalometric measurements. Brit. J. Orthodont., v.15, n.2, p.105-10, May, 1988.

37. SAVARA, B. S.; TRACY, W. E.; MILLER, P. A. Analysis of errors in cephalometric measurements of three-dimensional distances on the human mandible. Arch. Oral Biol., v.11, n.2, p.209-17, Feb., 1966.

38. SEKIGUCHI, T.; SAVARA, B. S. Variability of cephalometric landmarkas used for face growth studies. Amer. J. Orthodont., v.61, n.6, p.603-18, Jun., 1972.

39. SILVEIRA, H. L. D. da; Avaliação da reprodutibilidade de medidas cefalométricas realizadas por diferentes clínicas de radiologia odontológica. Porto Alegre, 2003, 75p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Faculdade de Odontologia.

40. SLAGSVOLD, O.; PEDERSEN, K. Gonial angle distortion in lateral head films: A methodologic study. Amer. J. Orthodont., v.71, n.5, p.554-64, May, 1977.

41. SPOLYAR, J. L. Head positioning error in cephalometric radiography – an implant study. Angle Orthodont., v.57, n.1, p.77-88, jan., 1987.

42. STABRUN, A. E.; DANIELSEN, K. Precision in cephalometric landmark identification. Europ. J Orthod., v.4, n.3, p.185-96, Aug., 1982.

43. TNG, T. T. H., CHAN, T. C. K., COOKE, M. S., HÄGG, U. Effect of head posture on cephalometric sagittal angular measures. Amer. J. Orthodont. Dentofac. Orthop., v.104, n.4, p.337-41, Oct., 1993.

44. TNG, T. T. H., CHAN, T. C. K., COOKE, M. S., HÄGG, U. Validity of cephalometric landmarks. An experimental study on human skulls. Europ. J Orthod., v.16, n.2, p.110-20, Apr., 1994.

45. TRPKOVA, B.; MAJOR, P.; PRASAD, N.;NEBBE, B. Cephalometric landmarks identification and reproducibility: A meta analysis. Amer. J. Orthodont. Dentofac. Orthop., v.112, n.2, p.165-70, Aug., 1997.

UNICAMP / FOP
BIBLIOTECA