

**ANÁLISE DA MARCAÇÃO DE DEZ PONTOS CEFALOMÉTRICOS EM
TELERRADIOGRAFIA DIGITAL**

JULIANE GUIMARÃES TEBAR DE SOUZA

Dissertação apresentada ao Centro
Universitário do Maranhão – UniCEUMA,
como parte dos requisitos para obtenção do
Título de Mestre em Odontologia, Área de
Concentração em Ortodontia.

São Luís

2011

**ANÁLISE DA MARCAÇÃO DE DEZ PONTOS CEFALOMÉTRICOS EM
TELERRADIOGRAFIA DIGITAL**

JULIANE GUIMARÃES TEBAR DE SOUZA

Dissertação apresentada ao Centro
Universitário do Maranhão – UniCEUMA,
como parte dos requisitos para obtenção do
Título de Mestre em Odontologia, Área de
Concentração em Ortodontia.

**Orientador: Prof. Dr. Rudys Rodolfo de
Jesus Tavares**

São Luís

2011

Resumo

O presente estudo analisou a marcação de dez pontos cefalométricos em telerradiografia digital por trinta ortodontistas experientes. Para tanto foi utilizado um crânio seco onde se fixou dez esferas metálicas, com diâmetro de um milímetro cada, em dez pontos cefalométricos, a saber: Pório, Básio, Mentoniano, Pogônio, ponto B, ponto A, Násio, Orbital, Espinha Nasal Anterior e Espinha Nasal Posterior. Obtiveram-se duas telerradiografias digitais em norma lateral sendo a primeira com as esferas, considerada padrão ouro de referência, e a segunda sem as esferas foram impressas trinta cópias e enviadas aos ortodontistas. Os pontos marcados foram comparados com uma radiografia gabarito, impressa com as esferas e circunferências de um e cinco milímetros ao redor de cada ponto cefalométrico, com a finalidade de estabelecer a leitura dos acertos e dos erros tipo I e II. Os pontos coincidentes com as esferas de um milímetro foram considerados acertos, os pontos marcados dentro da circunferência de cinco milímetros erro tipo I e os marcados além deste limite foram considerados erro tipo II. Após a coleta dos dados e análises estatísticas os resultados mostraram que os pontos Násio, Espinha Nasal Anterior e o Ponto B foram os que tiveram maior índice de acertos, sendo que os pontos Espinha Nasal Posterior e Pório não obtiveram nenhum acerto. Os pontos Básio, Pogônio e Mentoniano foram mais incidentes ao erro do tipo I e os pontos Espinha Nasal Posterior, Pório e ponto A foram os pontos cefalométricos que apresentaram mais erros do tipo II. Sendo assim, foi lícito concluir que os pontos Espinha Nasal Posterior, Pório e Básio devem ser avaliados com cautela em análises cefalométrica digital, pois seus desvios podem apresentar significância clínica.

Palavras-chave: Ortodontia, Radiografia Dentária Digital, Circunferência Craniana

Orthodontics, Radiography Dental Digital, Cephalometry

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Crânio fixado ao aparelho radiográfico	38
Figura 2 -	Modelo de cefalometria enviada aos profissionais;	38
Figura 3 -	Radiografia com as esferas nos dez pontos cefalométricos: Padrão Ouro	39
Figura 4 -	Desenho anatômico das estruturas necessárias para o estudo com o dez pontos cefalométricos marcados	42
Figura 5 -	Esquema da circunferência confeccionada e impressa na radiografia padrão ouro	44
Figura 6 -	Cefalometria gabarito (padrão ouro com as circunferências).	45
Gráfico 1-	Distribuição das diferenças entre as medições do início e após três meses cometidas pelo pesquisador para os pontos cefalométricos.	47
Gráfico 2 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas para os dez pontos cefalométricos.	50
Gráfico 3 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Násio.	50
Gráfico 4 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Orbital.	51
Gráfico 5 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Espinha Nasal Anterior.	51
Gráfico 6 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Espinha Nasal Posterior.	52
Gráfico 7 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Ponto A.	52
Gráfico 8 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Ponto B.	53
Gráfico 9 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Pogônio.	53
Gráfico 10 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Mentoniano.	54

Gráfico 11 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Pório.	54
Gráfico 12 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Básio.	55
Gráfico 13 -	Distribuição dos desvios cometidos pelos ortodontistas para cada um dos dez pontos cefalométricos.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas para os dez pontos cefalométricos.	49
Tabela 2 -	Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas para os dez pontos cefalométricos.	55
Tabela 3 -	Medidas-resumo dos desvios cometidos pelos ortodontistas para cada um dos dez pontos cefalométricos.	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

mm	milímetro(s)
cm	centímetro(s)
Ø	diâmetro
18 x 24	x = por; lê-se: dezoito por vinte quatro
°	Grau(s)
kV	quilovolts, quilovoltagem
mA	miliAmpere
m	metro(s)
%	por cento, (10^{-2}), 1/100
<i>dpi</i>	<i>dot per inch</i> (português: pontos por polegada)
HP	Hewlett Packard
®	marca registrada
D	dimensão (ões), por exemplo, 3D – três dimensões
S	segundo (os)
1:1	escala proporcional um para um (mesma proporção)

SUMÁRIO

Resumo	3
<i>Abstract</i>	
Lista de Ilustrações	4
Lista de Tabelas	6
Lista de Abreviaturas e Siglas	7
Sumário	8
Introdução	9
Revisão da Literatura	12
Objetivo	35
Material e Método	36
Material	36
Método	37
Método manual	41
Tabulação dos dados	43
Metodologia Estatística	46
Resultados	47
Reprodutibilidade da técnica	47
Discussão	58
Conclusões	65
Referências Bibliográficas	66
Anexo	

INTRODUÇÃO

Com a padronização da técnica radiográfica cefalométrica por BROADBENT¹ em 1931 a odontologia, em especial, ganhou uma poderosa ferramenta de trabalho frente aos tratamentos ortodônticos e cirúrgicos, além de outras áreas como a antropologia, pediatria e cirurgias plásticas. No planejamento ortodôntico, em particular, a radiografia cefalométrica é um valioso instrumento, pois permite avaliar a relação dos dentes com suas bases apicais (problemas dentários), a relação das bases apicais entre si (problemas esqueléticos), a relação do conjunto dental com o perfil mole (anomalia dento-facial), a relação das estruturas faciais com o crânio, o vetor de crescimento facial, a relação entre os arcos dentários (superior e inferior)² (OKA & TRUSSEL, 1978).

Durante a confecção da cefalometria é necessário um desenho contendo as diversas estruturas anatômicas, consideradas, chaves (cefalograma). Nessas estruturas chaves são marcados os pontos cefalométricos de interesse. A união desses pontos permite a mensuração das grandezas lineares e angulares, que são comparadas com padrões de normalidade revelando o diagnóstico, prognóstico e, até mesmo, a evolução dos casos em tratamento³ (DÖLER et al., 1991).

Busca-se, com a cefalometria, que números matemáticos evidenciem a realidade biológica, sendo de fundamental importância localizar, com precisão, os pontos de referências anatômicas, normalmente, localizadas no esqueleto crânio-facial, regiões dento-alveolares e de tecidos moles, inclusive se pode somar o valor jurídico do ato.

Através da literatura, se observa muitas pesquisas científicas com intuito de ampliar a aplicação da cefalometria, deixando clara a importância da imagem

com qualidade^{4, 5} (GRAVELY & BENZIES, 1974; McWILLIAM & WELANDER, 1978), a localização e reprodutibilidade dos pontos cefalométricos⁶ (STABRUN & DANIELSEN, 1982), os métodos para obtenção dos pontos e medidas resultantes^{7,8} (BAUMRIND & MILLER, 1980; COOK & GRAVELY, 1988).

Todavia, a fim de diminuir os erros de projeção, distorção e ampliação da imagem radiográfica, hodiernamente, têm-se obtido progresso na padronização dos equipamentos e das técnicas, havendo a necessidade de controle dos erros envolvidos na identificação dos pontos de referência anatômica, pois, estes constituem uma das maiores fontes de erros em cefalometria. Lembrando que o conhecimento da anatomia radiográfica é *sine qua non* para correta interpretação das imagens encontradas nas telerradiografias e, possíveis, imprecisões durante a leitura, confecção do desenho anatômico e/ou no momento das marcações dos pontos cefalométricos podem induzir a uma cascata de erros, o qual, esta fadará ao fracasso o diagnóstico inicial e o plano de tratamento.

Vários autores afirmam que a localização dos pontos cefalométricos na radiografia é uma fonte de erros, de grande porcentagem, no traçado cefalométrico^{9, 10, 11} (SANDLER, 1988; ALBUQUERQUE JÚNIOR & ALMEIDA, 1998; TNG et al., 1994) inclusive influenciada pela qualidade radiográfica e o conhecimento anatômico.

Os avanços em tecnologia digital causaram um impacto significativo na Odontologia, com a introdução da radiografia digital. No ano de 1987, o primeiro sistema digital direto se tornou comercialmente disponível, o *Radiovisiography* (Trophy, Vincennes, França). É natural a evolução do sistema e, atualmente, o sistema radiográfico digital representa uma realidade em diversas clínicas e consultórios odontológicos. Comparados com a radiografia convencional, os

sistemas digitais eliminam processamento químico da película, espaço para arquivo, com imagens armazenadas na memória do computador, oferecendo menor tempo de trabalho, maior definição, melhor comunicação por vias eletrônicas^{12,13} (VISSER et al., 2001; KREICH et al., 2005), facilidade na manipulação de imagens, por exemplo, contraste e ajuste de brilho, grande redução na dose de raios X recebida pelo paciente, são exames ecologicamente corretos já que não utilizam o processamento radiográfico, eliminam a câmera escura e facilitam a mensuração de ângulos e distâncias¹⁴ (GIJBELS et al. 2001) sendo que essas vantagens tornam a radiografia digital cada vez mais almejada na prática cotidiana.

Logo, o objetivo deste estudo foi analisar os índices de acertos e erros das marcações de dez pontos cefalométricos nas telerradiografias digitais em norma lateral avaliadas por ortodontistas experientes e verificar qual o ponto cefalométrico apresentou maior desvio em suas marcações.

REVISÃO DA LITERATURA

Em 1924, após a publicação do trabalho científico na França pelo Prof. Carrera, da Faculdade de Medicina de Buenos Aires, a telerradiografia lateral é indicada como exame complementar para estudo do crânio e da face. Sendo posteriormente, usada e melhorada por Broadbent, o qual a partir de 1928, estipulou regras e introduziu o uso de um cefalostato. Além disto, estabeleceu parâmetros da distância foco-filme, entrada do raio central pelo meato acústico externo direito e colocação do filme, padronizando o lado esquerdo do paciente com o mesmo e respeitando o plano de Frankfurt paralelo ao plano horizontal com os dentes em oclusão¹⁵ (PEREIRA et al., 1998).

BROADBENT¹ (1931) após estudo do desenvolvimento e crescimento facial publicou a “nova técnica radiográfica e sua aplicação à Ortodontia”. O autor afirmou que os métodos anteriores utilizavam pontos craniométricos em seres vivos que, infelizmente tinham que ser identificados na pele e tecidos moles, sendo uma técnica incerta. Logo, esse motivo levou-o a buscar um método que registrasse pontos craniométricos em tecidos ósseos de seres vivos, tão precisamente quanto era feito com medições em crânios secos. Após várias pesquisas e observações, chegou a um ponto de aplicabilidade da técnica em seres vivos. Sendo deste ponto em diante, preconizado que para obter imagens com qualidade superior, as anteriores, deveria dirigir os raios X centrais, na tomada lateral do crânio, a uma linha que tocasse o topo dos dois suportes localizados no ouvido do paciente, e que o tubo de raios X deveria distar 5 pés (1,52 m) ou mais do centro do posicionador de cabeça. Descobriu que sucessivas tomadas poderiam ser realizadas, idênticas em dimensões àquelas, previamente, executadas e com inter-relação de pontos predeterminados. Cabe lembrar, que o autor, também, observou o fato de que

imagens subseqüentes em idades diferentes revelavam áreas de “não crescimento, na base do crânio, o que propiciou o relacionamento das imagens e o dimensionamento de mudanças em outras partes. Tudo somado, levou o autor a concluir que o método radiográfico apresentado em suas pesquisas, tinha a vantagem de constatar mudanças não somente nos dentes, mas mostrava claramente a razão da quantidade de crescimento, tornando-se desta forma, um método de estudo quantitativo.

A transição entre imagem radiográfica convencional e digital foi discutida por OKA & TRUSSELL² no ano de 1978. Estes autores relataram as possibilidades que o refinamento (melhora) da imagem digital possibilita ao profissional da área, inclusive sugerindo melhoria das imagens a partir da original, respeitando as proporções e traços, com intenção de superar as limitações. Por fim, os autores finalizam mencionando que, após estudo prático em cefalometrias laterais de pacientes do sexo feminino escaneadas, a técnica de melhoramento de imagem digital foi positiva e favorável ao diagnóstico facilitando a marcação de pontos cefalométricos, análise de estruturas e riqueza nos detalhes da imagem.

RICHARDSON¹⁶ (1981) comparou os resultados entre a análise cefalométrica tradicional e computadorizada. Para tanto o autor obteve 50 radiografias cefalométricas (25 homens e 25 mulheres), nas quais foram determinados 14 pontos cefalométricos, usando a técnica do gráfico cartesiano (horizontal (x) e vertical (y)). Frente à técnica convencional os pontos foram marcados pelo método de mensuração direta. Após obtenção das leituras de cada método as discrepâncias foram comparadas, tanto no eixo horizontal quanto no vertical. As discrepâncias foram menores para as análises digitais em ambos os eixos, no entanto, quando comparados os pontos cefalométricos da digital com o

padrão ouro as discrepâncias foram 9 de 14 na horizontal e 8 de 14 na vertical. Sendo assim, o autor relata que o método tradicional apresentou resultados inferiores, entretanto, não é alarmante, uma vez que o método tradicional em outros trabalhos, também, mostrou resultados precisos. O autor conclui que a facilidade de manejo, arquivamento de dados, possibilidade de melhoria nas imagens e isenção de grandes espaços para estocagem colocam as radiografias digitais em destaque.

SANDLER⁹ (1988) realizaram um estudo cefalométrico comparando e contrastando os erros envolvendo as mensurações linear e angular usando três diferentes métodos a saber: traçado cefalométrico manual, traçado digital e digitalização direta da radiografia para realização do traçado no computador. Após análises dos resultados os autores puderam concluir que há diferenças consideráveis entre os métodos de marcação cefalométrica. O método linear mostrou maior índice de erro dentro dos três utilizados, indicando a importância do conhecimento prévio e seleção do caso específico, a análise angular mostrou erros consideráveis frente a análise dos incisivos e o método de traçado manual quando realizado cuidadosamente é válido mostrando resultados semelhantes ao digital.

DÖLER et al.³ (1991) realizaram um estudo com o método de processamento digital de imagens em análise cefalométrica visando aprimorar os resultados da técnica. Após a captura das radiografias pela câmera as imagens foram digitalizadas e processadas por um programa de análise específico para a função. Ainda que haja muitas discussões sobre a manipulação de imagens digitais por programas específicos, os autores observaram vantagens como: melhoria na qualidade do contraste, melhoria no contorno das estruturas favorecendo a identificação dos pontos cefalométricos e possibilidade de ampliação da imagem, contudo, sem alterar a fidelidade da imagem inicial.

Uma vez que as medidas cefalométricas são tarefas difíceis e imprecisas BATTAGEL¹⁷ (1993) realizou um estudo com o objetivo de avaliar o potencial de erros da técnica e seus resultados. Para tanto, três técnicas foram examinadas: dados atribuídos a única leitura, seus limites de confiança aplicados e coeficientes utilizados na técnica. Dados de dois estudos de erros foram reunidos e utilizados para comparar a precisão das 12 medições esqueléticas, dentárias e de tecido mole, utilizando várias avaliações de cada uma das três técnicas. Dentro de cada grupo, a utilização de diferentes critérios matemáticos levou a variação dos resultados, sendo que um método foi totalmente inadequado. Tal como acontece com todos os procedimentos estatísticos, o conhecimento da técnica facilita a interpretação dos resultados. Logo, os autores concluem que a seleção da técnica de cefalometria empregada, qualidade da imagem e experiência do profissional são fatores fundamentais ao sucesso da prática clínica diária.

FORSYTH & DAVIS¹⁸ (1996) realizaram um estudo com o intuito de avaliar a análise cefalométrica automatizada. Para tanto, utilizaram dez radiografias cefalométricas digitais obtidas do departamento de radiologia do hospital de Manchester. As radiografias foram selecionadas ao acaso entre as que mostravam maloclusão. Sendo que as que possuíam erros de técnica (cabeça mal posicionada no cefalostato, ausência de incisivos e sobreposição de imagem nos ápices dos incisivos levando a confusão visual), foram dispensadas. Cinco experientes ortodontistas realizaram as marcações manuais de dezenove pontos cefalométricos, sendo posteriormente realizadas as marcações digitais (pontos marcados na tela do computador com um programa específico para a função). Após os resultados os autores puderam concluir que o método de análise digital dos pontos cefalométricos é inferior ao método manual. Os pontos que mais apresentaram dificuldade de

identificação foram o do mento e da glabella devido a grande sobreposição de estruturas, bem como na região orbital. Sendo assim, finalizam mencionando que quando comparados os métodos de identificação manual e automático digital, o digital é menos preciso do que manual.

Curiosos em observar a qualidade do diagnóstico entre as telerradiografias convencional e digital FORSYTH et al.¹⁹ (1996) realizaram um estudo comparativo entre as duas técnicas. Erros associados com as medidas lineares e angulares foram menores na radiografia digital, sendo verificado um erro sistemático que causou uma diferença, estatisticamente significativa, entre os métodos radiográficos. Sendo assim, os autores destacaram que os erros que ocorreram nas medidas estiveram ligados à magnificação da imagem final, o qual representa um fator clínico significativo, concluindo que a telerradiografia cefalométrica digital possibilitou uma qualidade de diagnóstico melhor que o método convencional.

GOLDREICH et al.²⁰ (1998) pesquisaram sobre alguns principais erros em cefalometria, destacando que o erro é uma constante inerente nos dados advindos dos traçados cefalométricos, sendo considerado impossível de se evitar totalmente. Dentro do conjunto de erros pertinentes destacaram: erro de mensuração e o efeito combinado da projeção do objeto no filme, mudanças dimensionais do filme, identificação e leitura dos pontos cefalométricos e técnicas incorretas de mensuração. Logo, concluíram que alguns erros são relacionados ao equipamento e outros são cometidos pelo operador, profissional ou clínico interpretando a radiografia. A cefalometria deve ser utilizada no auxílio do diagnóstico e comparação ortodôntica, mas não exclusivamente para obtenção de valores de uma forma precisa e única.

GEELLEN et al.²¹ (1998) realizaram um estudo com o intuito de avaliar e comparar a reprodutibilidade dos pontos cefalométricos em radiografias convencionais e digitais na tela do monitor. Foram selecionados vinte pacientes do departamento de ortodontia da Universidade de Lund com idade entre 10 e 17 anos. Após obtenção das radiografias cefalométricas vinte e um pontos cefalométricos foram selecionados em cada grupo a ser analisado. Seis observadores realizaram a leitura dos pontos cefalométricos nos grupos, sendo os resultados obtidos submetidos a análise estatística. Após a leitura dos resultados os autores puderam concluir que a reprodutibilidade dos pontos cefalométricos é significativamente diferente entre os grupos, no entanto, não há tendência entre uma ser mais reprodutível que outra, que o método da leitura na tela do monitor apresentou resultados inferiores, no entanto, sem diferença estatística dos pontos entre si e, finalizam, relatando que a imagem digital apresenta características promissoras.

HAGEMANN et al.²² (2000) realizaram um estudo comparando a reprodutibilidade dos pontos craniométricos nos exames cefalométricos laterais realizados de modo convencional e digital. Para tanto, foram utilizados cem exames radiográficos de cada, selecionados aleatoriamente. As radiografias digitais foram obtidas por meio do uso de sensores de placa de fósforo em chassis convencionais. Os traçados cefalométricos se deram por dois ortodontistas, sendo utilizados 21 pontos de referência com intervalo de uma semana. Os traçados foram sobrepostos e a distância entre eles avaliada posteriormente, verificaram que a reprodutibilidade dos pontos cefalométricos mostrou ser significativamente maior nas imagens digitais, ainda não sendo o objetivo do trabalho, os autores finalizam mencionando a redução, considerável, da exposição aos raios X em 23,7% sobre as tomadas convencionais.

HUTTON et al.²³ (2000) estudaram a eficiência de se ter um modelo automático para identificação de pontos cefalométricos. Sessenta e oito radiografias cefalométricas foram selecionadas ao acaso, sendo inclusive separadas em três grupos: idade, raça e maloclusão. As radiografias foram escaneadas utilizando um escâner específico (Microtek Lab. Inc., Redodonto Beach, CA, USA) e armazenadas no computador. Cinco imagens não apresentaram qualidade suficiente para a realização do traçado, quer seja manual ou digital, e foram descartadas. As demais, sessenta e três cefalometrias, foram analisadas por um experiente ortodontista e, este, marcou os pontos cefalométricos no computador estabelecendo a radiografia “padrão ouro”, sobrando, então, sessenta e duas, as quais foram analisadas com auxílio de programa específico (ASM). Uma razão de 13% dos 16 pontos cefalométricos apresentaram erros na margem de 1 mm, 35% na margem de 2 mm e 74% na margem dos 5 mm. Após a análise estatística dos resultados os autores relatam que o ASM não possibilitou uma análise precisa, entretanto, o programa mostrou ser promissor, desde que haja mais estudos e facilidade de manuseio. Finaliza mencionando que as imagens digitais têm um futuro promissor no quadro da saúde.

CHEN et al.²⁴ (2000) realizaram um estudo cujo objetivo foi avaliar e comparar a identificação de pontos cefalométricos em imagens digitais (analisadas diretamente na tela do monitor) com as imagens radiográficas tradicionais. Dez radiografias cefalométricas foram selecionadas ao acaso. Sete experientes ortodontistas identificaram e marcaram dezenove pontos cefalométricos em ambas as radiografias, digital e convencional. Para análise e comparação dos pontos cefalométricos marcados foi utilizado um gráfico cartesiano (x, y) sendo que a diferença entre os dois métodos foi calculada no componente horizontal e vertical e,

posteriormente, analisados. Os resultados mostraram haver diferença entre os métodos. Os pontos que apresentaram diferenças estatísticas no sentido horizontal foram: Me, Gn, ENA, ENP, All - ápice do incisivo inferior. As diferenças foram, geralmente, inferior a 1 mm com exceção dos pontos: Or, Me, ENP, All. No sentido vertical foram: Po, Or, Gn. Sendo que entre os observadores a radiografia digital apresentou maiores erros, todavia, somente quatro dos dezenove pontos foram estatisticamente significantes (Po, Ba, ENA e cúspide méso-bucal do primeiro molar superior).

GIJBELS et al.²⁵ (2001) realizaram um importante estudo com a finalidade de comparar a eficiência clínica das radiografias cefalométricas convencionais e digitais. Para isso, foram utilizados três cadáveres humanos em nove diferentes tempos de exposição. Verificaram que esta comparação foi altamente subjetiva, mas a radiografia digital apresentou a melhor qualidade de imagem para todas as exposições frente às convencionais. Entretanto, alertaram que obtiveram as menores doses efetivas com uma alta quilovoltagem (kV) associada a uma baixa miliAmperagem (mA).

Analisando os erros das marcações dos pontos cefalométricos e suas consequências no curso do tratamento pertinente KAMOEN et al.²⁶ (2001) realizaram um estudo com cinquenta cefalometrias, num total de dois mil, o qual foram selecionadas do departamento de ortodontia da Universidade de Ghent na Bélgica. As radiografias foram digitalizadas (DIGI-PAD GTCO corporação, USA) e então iniciaram os procedimentos do estudo. Trinta e cinco pontos foram marcados e analisados de diferentes formas, com um e quatro observadores. Com isso os autores observaram se houve diferenças entre os observadores e entre um mesmo observador, se houve erros de digitalização, nos traçados e suas repercussões.

Após análise dos resultados os autores concluíram que houve erro de marcações dos pontos em torno de 0,1 mm, os erros de digitalizações não influenciaram nos resultados entre os observadores, a marcação dos pontos cefalométricos é passível de erros em digitalizações precárias e falhas, não houve erros significantes entre os observadores e, por fim, que o tratamento clínico não seria penalizado frente aos erros observados.

A dose de exposição em radiografias digitais, quando comparadas as convencionais, foi analisada por VISSER et al.¹² (2001); para tanto, um dispositivo específico para dosagem radiográfica foi acoplado no lado esquerdo do paciente. A técnica de radiografia convencional foi realizada com o aparelho radiográfico da Siemens Orthophos C Unit (77 kV, 14 mA, 0.5 s) e o filme de velocidade 400. A técnica de radiografia digital foi com o aparelho Siemens Orthophos DS Ceph (73 kV, 15 mA, 15.8 s). Cento e oito detectores foram utilizados para a mensuração da dose, sendo que oitenta e quatro foram distribuídos na região do crânio e pescoço e os demais utilizados para calibrações e controle de qualidade. Os resultados mostraram altas doses de radiação, para as radiografias convencionais, nas regiões da pele, próximo a parótida esquerda, seguida pela glândula parótida e região ocular; sendo que para as radiografias digitais a dose de absorção foi duas vezes menor. Após análise dos resultados os autores concluíram que a radiografia digital é superior a radiografia convencional frente às doses de radiação.

YOON et al.²⁷ (2001) realizaram um estudo analisando o potencial de erros em radiografias cefalométricas em norma lateral quando há movimentação. Para tanto, foram selecionados 17 crânios humanos secos com dentição permanente do Departamento de Anatomia da Universidade de Chosun. Foram obtidas 527 cefalometrias. Após análise dos resultados os autores puderam concluir

que: as mensurações angulares têm menos projeções de erros que as mensurações lineares; a maioria dos pontos cefalométricos localizados no plano sagital são incluídos nas mensurações angulares e com menor projeção de erros; as mensurações lineares diminuem gradualmente no comprimento quando a movimentação angular se aproxima do filme; mensurações lineares horizontais apresentam maior projeção de erros que as mensurações lineares verticais de acordo com a rotação do crânio e finalizam resumindo que as mensurações angulares da cefalometria em norma lateral são mais utilizadas que as lineares e apresentam o mínimo de erros associados à movimentação do crânio.

A fidelidade de reprodutibilidade das mensurações cefalométricas digitalizadas quando comparadas as convencionais foi estudada por ONGKOSUWITO et al.²⁸ (2002). Para tanto, foram utilizadas 20 radiografias cefalométricas (11 homens e 9 mulheres). Para cada paciente foram utilizadas duas radiografias, uma inicial e outra final, do tratamento. Em cada radiografia foram marcados 17 pontos cefalométricos e mais 24 outros pontos combinados. Dois observadores experientes analisaram os exames em questão (método de análise 1: mensuração manual em radiografia convencional; método de análise 2: mensuração digital com 300 *dpi* e método de análise 3: mensuração digital com 600 *dpi*). Após análise dos resultados e observações estatísticas os autores puderam concluir que o método de escaneamento da cefalometria convencional para o computador na resolução de 300 *dpi* foi suficiente para os propósitos clínicos quando comparado ao método convencional manual. Entretanto, todos os métodos são pobres frente as mensurações ósseas mandibulares na relação longitudinal.

Levando em consideração a utilização do computador como instrumento de auxílio na avaliação de casos e procedimentos na área da saúde FERREIRA &

TELLES²⁹ (2002) realizaram um estudo com o intuito de avaliar a confiabilidade entre dois métodos utilizados na elaboração do cefalograma de perfil, o manual e o computadorizado. Para tanto, foram utilizados 50 radiografias de cefalometria em norma lateral, sendo escaneadas com o auxílio de escâner HP Scanjet 4c sendo que cinco operadores realizaram os traçados cefalométricos, manualmente e na tela do computador com aumento ou não da imagem em questão, marcando dezoito pontos cefalométricos, estruturas ósseas e tecidos moles. Os resultados foram submetidos ao coeficiente de correlação intraclasse e semelhança confiável foi observada entre os dados cefalométricos obtidos a partir dos métodos empregados. Entretanto, os autores finalizam relatando que não é possível recomendar a utilização da cefalometria computadorizada com margem de segurança confiável na prática clínica.

CHEN et al.³⁰ (2004) realizaram um estudo com diferentes marcações cefalométricas em cefalometrias tradicionais e digitais. Para tanto, dez cefalometrias foram selecionadas e, posteriormente, identificados dezenove pontos cefalométricos, nas radiografias originais manuais e digitalizadas, por sete ortodontistas experientes formando um conjunto de vinte e sete mensurações, sendo treze lineares e quatorze angulares. As imagens foram escaneadas com o auxílio de um escâner (VXR-12, Sistema Vydar Corp. Herndon, Va) e lançadas a um monitor monocromático (Hopkins, Minn) com resolução de 150 *dpi* e com 256 escalas de cinza. Após análise dos resultados os autores puderam concluir que a análise computadorizada das cefalometrias digitalizadas mostrou diferenças estatísticas das mensurações derivadas dos pontos identificados nas cefalometrias originais (padrão ouro), entretanto, sem relevância clínica, frente a análise entre os observadores não houve

diferenças significantes, e finalizam relatando que as cefalometrias digitalizadas têm sua importância clínica.

CHEN et al.³¹ (2004) realizaram um estudo interessado em avaliar a eficiência, manuseio, facilidade e a confiabilidade do programa de assistência em análise cefalométrica (CADACS – Sistema de Análise Cefalométrica Digital Computadorizado). Os autores, para tanto, escolheram dezenove pontos cefalométricos e vinte e seis mensurações, lineares e angulares. A radiografia padrão ouro foi estabelecida com o traçado manual por um experiente ortodontista. Após análise dos resultados os autores observaram que o traçado cefalométrico manual exigiu mais tempo que o computadorizado, discrepâncias entre os pontos marcados entre o método manual e computadorizado foram observados, destacando uma atenção especial para os pontos mandibulares onde o método computadorizado apresentou dificuldades de leitura e marcação, todavia, não houve diferenças estatísticas entre dos dois métodos de vinte e três pontos, do total de vinte e seis. Sendo assim, finalizam que o método de análise cefalométrica computadorizado, no caso o CADCAS, reduziu o tempo requerido para análise cefalométrica e se mostrou um poderoso aliado humano durante a marcação de pontos cefalométricos.

McCLURE et al.³² (2005) realizaram um estudo com o propósito de verificar a confiabilidade das cefalometrias digitais e convencionais frente a marcação dos pontos cefalométricos. Os erros de precisão da identificação e marcação dos pontos cefalométricos em cada radiografia (digital e convencional) foram avaliados. Para tanto, dez observadores ortodontistas, pós-graduados e residentes do departamento de Ortodontia da Faculdade de Odontologia, do Alabama; identificaram e marcaram dezenove pontos cefalométricos em ambos os

exames radiográficos, digital e convencional. Os resultados foram analisados no gráfico de coordenadas cartesianas e após cálculos estatísticos os autores observaram que houve diferenças estatísticas no plano de coordenadas x para o ponto A e ao longo do plano de coordenadas y para a Espinha Nasal Anterior – ENA e Condilar (Co). A diferença existente entre os dois métodos avaliados não acarretam diferenças nos procedimentos clínicos, relatam os autores, que as diferenças foram em torno de 1 mm entre os pontos cefalométricos marcados nos dois exames, não verificando diferenças estatísticas entre os dois métodos analisados. Finalizam que ambos os métodos apresentaram resultados similares frente a precisão e reprodutibilidade dos pontos cefalométricos marcados em questão.

Interessados no resultado que as diferentes aberturas bucais possam, eventualmente, produzir na marcação dos pontos cefalométricos LAM et al.³³ (2006) realizaram um estudo em trinta e um crânios secos onde foram criados cinco diferentes guias de desocclusão entre 0 a 5 mm. Seis radiografias laterais dos crânios foram realizadas para cada incremento de abertura (guia de desocclusão). Os traçados cefalométricos foram realizados com auxílio de um programa específico, o qual calculava medidas angulares e lineares. Após análise dos resultados e cálculos estatísticos os autores concluíram que a abertura acima de 5 mm produz variações significantes nas mensurações SNB, ANB e SN, as relações lineares não foram afetadas com as diferentes aberturas e que a morfologia do crânio seco não influenciou nos resultados obtidos.

GONÇALVES et al.³⁴ (2006) avaliaram os valores de algumas grandezas cefalométricas obtidas em três clínicas radiológicas, utilizando-se trinta telerradiografias da cabeça em norma lateral, escolhidas ao acaso, do arquivo do

Departamento de Clínica Infantil (Disciplina de Ortodontia) da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP. Esses valores foram comparados com os das grandezas obtidas manualmente (grupo controle), utilizando-se a análise de variância e os testes de Tukey e Friedman. Os resultados demonstraram que das 14 medidas cefalométricas avaliadas, apenas 4 apresentaram diferenças estatisticamente significantes. Sendo assim, após leitura dos resultados, os autores concluíram que apesar de a maioria dos valores médios das grandezas cefalométricas não apresentarem diferenças estatisticamente significantes, ao comparar todos os valores obtidos em cada uma das radiografias, foi encontrada grande variabilidade nos resultados, o que pode interferir na interpretação das grandezas cefalométricas. Assim, finalizam sugerindo ao ortodontista quando receber a documentação ortodôntica, realizar novamente as análises cefalométricas para comparar os valores das grandezas, e utilizar outros elementos para diagnóstico, planejamento e controle do tratamento ortodôntico.

Lembrando que a precisão no diagnóstico ortodôntico pode aumentar a chance de êxito terapêutico, BARRETO et al.³⁵ (2006) realizaram um estudo com o objetivo de descrever o desenvolvimento de um sistema computadorizado (protótipo), criado a partir de uma tabela impressa da Análise Craniofacial e Análise do Espaço Total com o Índice de Dificuldade – Análise de Tweed Merrifield, que visa auxiliar o diagnóstico ortodôntico. Sendo assim, foi aplicada a transposição da análise do formato manual para o digital. Buscou-se uma interface lógica e simples para o desenvolvimento do protótipo, composta por tabelas e gráficos, incluindo a realização de cálculos automáticos rápidos e precisos. O resultado foi a visualização imediata da resolução da análise após o preenchimento dos campos no computador. Os autores observaram que essa inovação tecnológica pode ser um instrumento de

auxílio ao ortodontista, favorecendo a obtenção de um diagnóstico dento-crânio-facial mais acurado, aumentando a segurança do paciente, orientando a conduta e podendo contribuir para o ensino e a pesquisa.

SILVEIRA & SILVEIRA³⁶ (2006) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a reprodutibilidade de radiografias cefalométricas obtidas de três distintas clínicas radiográficas. Quarenta cefalometrias em norma lateral de excelente qualidade foram selecionadas, sendo todas realizadas no mesmo aparelho. Para cada cefalometria foram marcados trinta e dois pontos cefalométricos, totalizando 3.840 pontos mensurados no trabalho. As radiografias foram escaneadas em transparências específicas para digitalização resultando em imagem, final, de qualidade 150 *dpi* e 8 *bits*. Os pontos foram localizados diretamente na tela do computador com auxílio do *mouse*. Após coleta dos resultados e análise estatística os autores observaram que houve baixa reprodutibilidade na marcação de pontos cefalométricos e ângulos na grande maioria dos pontos investigados, alguns pontos apresentaram índice elevado de erros, sendo que a calibração profissional é fator fundamental neste tipo de estudo e, por fim, que a análise cefalométrica deve ser observada e realizada, cuidadosamente, pelo profissional.

SANTORO et al.³⁷ (2006) avaliaram a precisão das marcações cefalométricas com o auxílio do traçado digital, através de um programa específico, comparando com a realizada manualmente. Neste estudo, os autores sugerem o uso da técnica sanduíche para obtenção das radiografias cefalométricas, ou seja, simultaneamente, se coloca o filme radiográfico convencional e a placa de fósforo para sensibilização digital, em única tomada radiográfica (6 mA; 76 kV; 0,8 s) no mesmo cassete radiográfico. Segundo os autores esta técnica controla a posição da cabeça do paciente, evitando movimentações entre as tomadas radiográficas, e

elimina exposições radiográficas desnecessárias. Para tanto, foram selecionados cinquenta pacientes da clínica de atendimento ortodôntico da Universidade de Columbia em Nova Iorque, com idade entre 18 anos, mais ou menos 6 meses, sendo igualmente distribuídos entre os sexos masculino e feminino. Três radiografias foram excluídas devido a baixa qualidade. O traçado cefalométrico foi realizado por um único examinador e nove pontos e treze mensurações cefalométricas foram marcadas. Para as radiografias convencionais os traçados foram manuais e para as radiografias digitais computadorizado com o auxílio de programa específico (VixWin 2000, versão 1.8, Dentsply-Gendex). Após leitura dos resultados e análise estatística os autores puderem relatar que os dois métodos de traçados mostraram ser eficientes para a prática clínica diária, entretanto, o traçado computadorizado foi mais rápido e com mais possibilidades de ferramentas e, finalizam, concluindo que a técnica do sanduíche é viável para comunicação entre profissionais, devido a duplicidade de imagem.

GRYBAUSKAS et al.³⁸ (2007) verificaram a validade e a reprodutibilidade das mensurações cefalométricas digitais frente as cefalometrias convencionais. Foram selecionados quinze crânios os quais foram submetidos ao exame radiográfico cefalométrico convencional. Os traçados foram realizados manualmente em folhas de acetato. O traçado em acetato e as imagens digitais foram escaneadas e enviadas ao computador para análise cefalométrica via programa de cefalometria específico. Os resultados mostraram que ambos os exames mostraram ser reproduzíveis de forma adequada na prática clínica e que houve alguns pontos com dificuldade de reprodução, porém estavam associados a qualidade da imagem avaliada.

SAYINSU et al.³⁹ (2007) investigaram o modelo clássico de traçado cefalométrico manual como o método computadorizado em cefalometrias laterais o qual foram escaneadas com 300 *dpi* e digitalizadas na tela do computador. Possíveis erros intra e entre os observadores também foram avaliados. Sessenta cefalometrias na norma lateral foram selecionadas para o estudo, sendo trinta de cada grupo. Dois operadores realizaram os traçados manuais nas radiografias convencionais e os traçados digitais nas digitalizadas. Sendo que cada traçado foi realizado duas vezes no intervalo de tempo de três semanas. Após análises estatísticas os autores observaram que não houve diferenças entre os operadores, bem como não houve diferenças nas marcações intraobservadores, no espaço de tempo avaliado e que o método de cefalometria realizado pelo programa cefalométrico, quando bem utilizado, não apresentou diferenças significantes frente ao manual.

A reprodutibilidade da identificação da marcação de pontos anatômicos na técnica cefalométrica convencional comparada com a cefalométrica computadorizada *cone beam* foi comparada por CHIEN et al.⁴⁰ (2009). Dez radiografias cefalométricas digitais e seus correspondentes cefalométricos tomográficos foram obtidos e vinte e sete observadores identificaram vinte e sete pontos cefalométricos em ambos os exames. Com o auxílio de coordenadas cartesianas (x e y) os pontos foram distribuídos no eixo horizontal e vertical para leitura dos resultados. Após obtenção dos resultados os autores observaram que houve pontos com maior dificuldade de identificação para ambos os exames, contudo, que os exames tomográficos (3D) apresentaram mais fidedignidade nas marcações dos pontos cefalométricos que os digitais (2D), inclusive entre os observadores. Entretanto, a técnica 3D exige treinamentos específicos.

VARGHESE et al.⁴¹ (2010) estudaram a precisão de mensurações lineares obtidas de tomografia de reconstrução espiral em crânios secos quando comparada a radiografia digital em placas de fósforo. Foram utilizados seis crânios humanos os quais não foram identificados pela idade, etnia ou sexo, mas sim, pela qualidade de conservação dos mesmos. Dez pontos cefalométricos foram marcados para o estudo com o auxílio de esferas metálicas de diâmetro igual a 2 mm. O côndilo foi posicionado na fossa glenóide, dentes estabilizados e colados com fita adesiva. As leituras das imagens em 3D foram feitas em três planos (x, y e z) e comparadas diretamente com a medida real e direta com o auxílio de um paquímetro digital. As mensurações lineares, no total de quinze, foram obtidas e submetidas à análise estatística pareada do teste t-Student. Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre as mensurações da tomografia e a real nos três planos analisados, exceto para duas medidas, as mensurações cefalométricas digitais mostraram diferença no plano bilateral, mas quando analisadas em planos únicos (no eixo x, y e z) não houve diferenças. Por fim, os autores terminam elucidando que ambos os exames são viáveis à prática clínica diária, desde que haja conhecimento prévio das limitações das técnicas.

DELAMARE et al.⁴² (2010) realizaram um estudo com o intuito de verificar a influência do programa de calibração profissional perante a confiabilidade de identificação de pontos cefalométricos em radiografias convencionais e em tomografias computadorizadas *cone beam*. Cinco estudantes da pós-graduação em Radiologia, com no mínimo 2 anos de experiência em radiografias, foram selecionados para identificarem vinte pontos cefalométricos, em trinta imagens em radiografias convencionais e em tomografias de dez diferentes pacientes. Após análise dos resultados os autores puderam concluir que o programa de calibração

profissional mostrou-se eficiente para a identificação dos pontos cefalométricos, desde que as radiografias estejam com excelente qualidade, reduzindo a variação da marcação dos mesmos pontos e que não houve diferenças estatisticamente significante frente as radiografias convencionais e tomografias no estudo em questão.

Interessados em analisar os resultados da identificação de estruturas anatômicas entre radiografias convencionais e digitais em placas de fósforo BAKSI et al.⁴³ (2010) realizaram um estudo com quarenta e dois pacientes (22 mulheres e 20 homens) os quais foram submetidos aos dois exames em questão. Quatro radiologistas com idade média de trinta e cinco anos e experiência clínica média de 12 anos foram selecionados para identificar as estruturas, previamente, estabelecidas. As imagens foram melhoradas no computador antes de serem avaliadas (filtros de sombra, brilho, contraste e escala de cinza). Os resultados mostraram que não houve diferença estatística entre os dois métodos analisados (radiografia convencional e digital) frente aos filtros utilizados, entretanto, melhores imagens foram obtidas com baixa alteração no contraste e brilho e não houve diferenças entre os observadores. Sendo assim, finalizam que tanto as imagens radiográficas convencionais e digitais, para panorâmicas e dentro das limitações do estudo, mostraram resultados semelhantes sem diferenças para a prática clínica.

RODRIGUES et al.⁴⁴ (2010) levando em consideração que a literatura revela a utilização de diferentes métodos para obtenção de imagem radiográfica digital, na tela do computador, após sensibilização do filme radiográfico convencional; sendo mais frequente com o auxílio do escâner ou máquina fotográfica digital; propuseram um estudo com o objetivo de avaliar métodos de digitalização indireta de radiografias cefalométricas em comparação ao método

digital direto. Sendo assim, coletaram uma amostra de dez radiografias cefalométricas adquiridas pelo Orthopnatomograph OP100/Orthocef OC100 (GE – Instrumentarium) digital direto. As imagens foram inseridas no programa Adobe Photoshop® e cinco pontos cefalométricos foram marcados, procedendo-se a impressão em transparência e realizando a digitalização indireta das imagens impressas, por meio das câmeras fotográficas digitais Sony® DSC-W5 e Canon® Rebel XT/EOS 350D, fixas em estativa, nas distâncias de 25 cm e 60 cm e com o scanner ScanJet 4C Hewlett Packard®. As imagens diretas e indiretas foram inseridas e calibradas no programa Radiocef Studio (Radiomemory®, Brasil), marcando-se o centros dos pontos previamente assinalados. A análise cefalométrica computadorizada gerou três grandezas angulares e quatro lineares, as quais foram submetidas a tratamento estatístico. Após obtenção dos resultados os autores observaram que as imagens escaneadas demonstraram pequenas alterações significativas, porém, sem relevância clínica. Quando da digitalização a 60 cm da radiografia, as duas câmeras causaram distorções que foram significativas, mas clinicamente aceitáveis; e, a 25 cm, causaram as maiores distorções, com importância clínica, na Canon® Rebel XT. Tudo somado permitiu que os autores concluíssem que o scanner Scanjet 4C HP® com leitor de transparências foi o melhor método e as câmeras operando a 60 cm mostraram-se adequadas para digitalização de radiografias. As câmeras na distância de 25 cm causaram distorções na imagem que alteraram as medidas lineares, podendo a Canon® Rebel XT comprometer o diagnóstico ortodôntico.

GRAUER et al.⁴⁵ (2010) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar as possíveis diferenças de mensurações de pontos cefalométricos entre a técnica de cefalometria digital com a realizada em tomografia computadorizada *cone beam* e o

quanto há de variações, caso haja diferenças. Para tanto, foram analisados quarenta e seis cefalometrias. Após análise dos resultados e análises estatísticas os autores puderam concluir que não houve diferenças, estatisticamente significante, entre os dois métodos analisados quanto a marcação, posição dos pontos cefalométricos. Apenas três pontos mostraram diferenças estatísticas, ponto B, ponto da Espinha Nasal Anterior e a Linha Maxilar – união do ponto da Espinha Nasal Anterior com o ponto da Espinha Nasal Posterior, todavia sem consequências clínicas, há possibilidade de erros entre os dois métodos analisados quando levado em consideração o tempo transcorrido e o crescimento individual.

LEONARDI et al.⁴⁶ (2010) realizaram uma pesquisa com o intuito de avaliar a precisão de duas opções de análise cefalométrica na tela do computador, a primeira no modo convencional, ou seja, escala monocromática de cinza e a segunda no modo relevo, equivalente a 3D. Para tanto, quarenta radiografias cefalométricas convencionais foram selecionadas, escaneadas (*scanner* Epson Expression 1690 Twain 2.10 Pro; Epson Itália S.p.A, Cinisello Balsamo, Itália) 300 *dpi* com escala de cinza 256 e enviadas ao computador. Com o auxílio de um programa específico (Borland C ++ Borland Software Corporation, Austn Texas, USA) as imagens foram processadas e submetidas ao estudo. Vinte e dois pontos cefalométricos foram marcados por cinco ortodontistas com experiência, de acordo com as duas técnicas em questão, na tela do computador. Após coletas dos resultados e análises estatísticas os autores concluíram que houve diferenças estatisticamente significantes com relevância clínica das distâncias nos pontos cefalométricos marcados na opção 3D, logo, concluíram que a opção de análise cefalométrica neste modo não tem indicação para a análise em questão, devendo ser descartada.

Interessados em conhecer a precisão e fidedignidade das mensurações de pontos cefalométricos na cefalometria em norma lateral digital e em tomografia computadorizada 3D *cone beam* GRIBEL et al.¹⁴ (2011) realizaram um estudo com vinte e cinco crânios secos, sendo critério de seleção o bom estado de conservação e estabilidade de oclusão. O crânio e a mandíbula foram estabilizados em oclusão cêntrica com o máximo de contato dentário, onde os pontos de referência foram obtidos com o auxílio de esferas plásticas com diâmetro de 0,5 mm e colocados em pontos cefalométricos comumente estabelecidos. Após análise dos resultados os autores puderam observar que estatisticamente não houve diferenças entre os resultados tomográficos das marcações diretas nos crânios (diferenças entre 1 mm) e todas as marcações cefalométricas nas radiografias digitais apresentaram diferenças significantes frente as marcações diretas (diferenças entre 5 mm). Por fim, os autores concluem que as análises cefalométricas em tomografias são promissoras com resultados fidedignos, já as cefalometrias digitais 2D não devem ser utilizadas quando a precisão clínica é desejada, no entanto, são poderosas aliadas na prática clínica, desde que lembrado as limitações da técnica.

YITSCHAKY et al.⁴⁷ (2011) realizaram um estudo objetivando comparar os resultados de marcações cefalométricas entre a técnica convencional e a tomográfica *cone beam*. Para tanto, dez crânios secos em perfeito estado de conservação e estabilidade oclusal foram selecionados para o estudo. Cada crânio foi submetido a técnica de cefalometria convencional e a técnica tomográfica. A nulidade da hipótese foi assumida e os procedimentos pertinentes executados, com suas repetições e distribuições. Após análise estatística, dentro das limitações do estudo, os autores finalizam concluindo que não houve diferenças entre o método 2D e 3D para medidas lineares, quanto as medidas angulares somente houve

diferença para o ponto sela túrcica e terminam relatando que mais estudo deverão ser realizados com visão de reduzir a radiação dos exames clínicos.

LEE et al.⁴⁸ (2011) realizaram um estudo comparando as três técnicas cefalométricas disponíveis no mercado: convencional, digital e tomográfica. Para tanto, foram selecionados vinte crânios de adultos em perfeito estado de conservação. Cada crânio foi estabilizado em máxima intercuspidação dentária e estabilizado em caixas, individuais, de acrílico. Todos os sessenta exames cefalométricos foram digitalizados com auxílio de um digitalizador (Numonics, A43BL, Montgomeryville, Pa) com 1000 *dpi*. Após a obtenção das imagens na tela dezoito pontos foram marcados. A magnificação observada para as cefalometrias convencionais foi de 7,8% e das digitais de 12,5%. Após os procedimentos técnicos pertinentes ao estudo iniciou-se a coleta dos dados. Os resultados mostraram que a tomografia foi superior as técnicas convencional e digital em determinados pontos e que a digitalização da tomografia não é uma alternativa viável, pois há perda de fidelidade.

OBJETIVO

O presente estudo teve por objetivo analisar os índices de acertos e erros, tipo I e II, nas marcações de dez pontos cefalométricos nas telerradiografias digitais em norma lateral realizadas por trinta ortodontistas experientes e verificar qual o ponto cefalométrico apresentou maior desvio em suas marcações.

MATERIAL E MÉTODO

Material:

- a) 01 - Crânio humano (fornecido pela disciplina de Anatomia do curso de odontologia da Faculdade de Imperatriz/MA),
- b) 01 - Crânio em Resina (tamanho real) – Piloto,
- c) 10 - Fragmentos metálicos de 1 mm (marcadores metálicos esféricos),
- d) 01 - Lâmina de cera utilidade Newwax (Technew, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) para fixação dos fragmentos metálicos,
- e) 33 - Filmes radiográficos 20 x 25 cm DVB Kodak Dryview™ (USA Carestream Health, Inc Rochester, NY),
- f) 01 - Aparelho Kodak 8000C-*digital system*,
- g) 01 - Pinça clínica #317, ref. 11905 (Duflex, SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil),
- h) 01 - Impressora Kodak Dry View 5800 Laser Imagem,
- i) 30 - Pastas de plástico com elástico,
- j) 30 - Papel Ulthaphan (papel de acetato transparente do fabricante 3M Unitek ref. 701.204, Monrovia, Califórnia,USA),
- k) 01 - Papel milimetrado (fabricante Chamex, Memphis, Tennessee, USA),
- l) 01 - Fita adesiva Mágica® Scotch® (fabricante 3M, Minnesota, Grandes Lagos, USA),
- m) 01 - Negatoscópio (VH, Araraquara, São Paulo, Brasil),

- n) 01 - Paquímetro Digital 150 mm / 6" 0,01 mm (Messen, China),
- o) 30 - Lápis Max Redondo (Faber Castell, São Carlos, SP, Brasil),
- p) 30 - Borracha Tk plast (Faber Castell, São Carlos, SP, Brasil).

Método:

Foram considerados como pontos craniométricos os pontos marcados sobre o crânio e pontos cefalométricos os marcados nas telerradiografias.

Com a finalidade de estabilização e posicionamento do crânio foi fixado em suas regiões laterais e frontal um papel milimetrado onde foram marcadas as posições do suporte das olivas e do suporte de apoio nasal. Este papel serviu de referência, garantido sempre o correto posicionamento do crânio durante as duas tomadas radiográficas, inclusive durante o teste de reprodutibilidade da técnica, no primeiro e terceiro mês. O crânio foi imobilizado no cefalostato do aparelho com o plano de Frankfurt paralelo ao solo e plano sagital mediano perpendicular ao plano horizontal. A incidência dos raios x foi na altura do meato acústico externo do lado oposto ao radiografado, sendo a direção do feixe de radiação 0° de ângulo vertical e 90° de ângulo horizontal. O aparelho utilizado foi o Kodak 8000C-*digital system* com protocolo estabelecido em 4,0 mA, 60 kV e 0,5 s tempo de exposição (Figura 1).

Foram feitas duas telerradiografias digitais em norma lateral do mesmo crânio, sem qualquer deslocamento do mesmo durante os procedimentos; assim divididas, sendo realizada uma tomada radiográfica, dentro dos padrões acima estabelecidos, com o posicionamento e fixação, através do uso de cera utilidade Newwax (Technew, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), dos marcadores metálicos referenciais em seus respectivos pontos anatômicos, considerando-o como radiografia padrão ouro de referência. Foram marcados os seguintes pontos: Pório

(Po), Orbital (Or), Básio (Ba), Násio (Na), Ponto A, Pogônio (Pg), Espinha Nasal Anterior (ENA), Espinha Nasal Posterior (ENP), Mentoniano (Me) e Ponto B; após esta tomada radiográfica com os pontos em posição, com o auxílio de uma pinça clínica, os marcadores metálicos foram removidos, sendo então realizada a segunda tomada radiográfica, a qual foi impressa trinta cópias (impressora Kodak Dry View 5800 Laser Imagem em filme Kodak tamanho 20 x 25 cm na proporção 1:1) e distribuídas aos profissionais envolvidos na pesquisa (Figura 2).

A localização dos pontos cefalométricos foi realizada por trinta ortodontistas experientes utilizando, somente, o método manual.



Figura 1 – Crânio fixado ao aparelho radiográfico.



Figura 2 – Modelo de cefalometria enviada aos profissionais;



Figura 3 - Radiografia com as esferas nos dez pontos cefalométricos: Padrão Ouro

Método manual:

Cada profissional recebeu uma pasta contendo uma telerradiografia em norma lateral do crânio com uma folha de papel ulthaphan (papel de acetato transparente do fabricante 3M Unitek ref. 701.204, Monrovia, Califórnia, USA), colada sobre a mesma, um lápis (Faber Castell, São Carlos, SP, Brasil), uma borracha (Faber Castell, São Carlos, SP, Brasil), as instruções e o desenho anatômico das estruturas necessárias para o estudo (Figura 3). Os profissionais foram instruídos para que realizassem os desenhos das estruturas chaves de acordo com o desenho enviado e, em seguida, realizassem a marcação, em sala escura, sobre o negatoscópio (VH, Araraquara, São Paulo, Brasil), dos dez pontos solicitados:

- 1) Po (Pório): ponto mais superior da imagem do meato auditivo externo,
- 2) Ba (Básio): ponto mais posterior e inferior do osso occipital na margem anterior do forame occipital,
- 3) Me (Mentoniano): ponto mediano mais inferior situado sobre a curvatura inferior da sínfise mentoniana,
- 4) Pog (Pogônio): ponto mais anterior e proeminente do mento ósseo,
- 5) Ponto B (Supramentoniano): ponto mais profundo da concavidade anterior da mandíbula, entre os pontos pogônio e infradentário.
- 6) A (Subespinhal): ponto mais posterior da concavidade anterior da maxila, entre a Espinha Nasal Anterior e os processos alveolares,
- 7) Na (Násio): ponto mais anterior da sutura frontonasal,
- 8) Or (Orbital): ponto mais inferior do contorno das órbitas na radiografia de perfil,

9) ENA (Espinha Nasal Anterior): ponto mais anterior do assoalho das fossas nasais,

10) ENP (Espinha Nasal Posterior): ponto mais posterior do assoalho das fossas nasais.

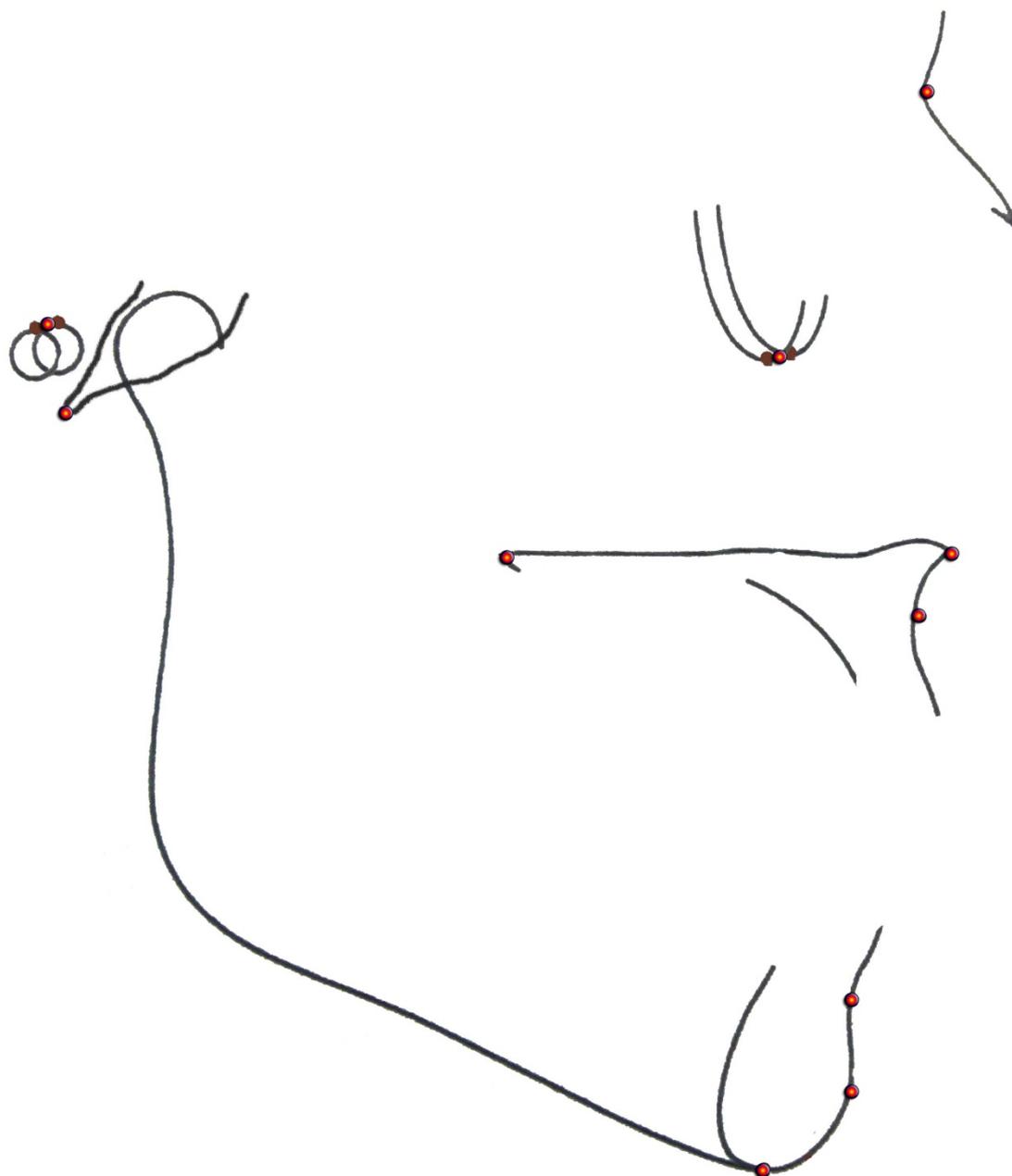


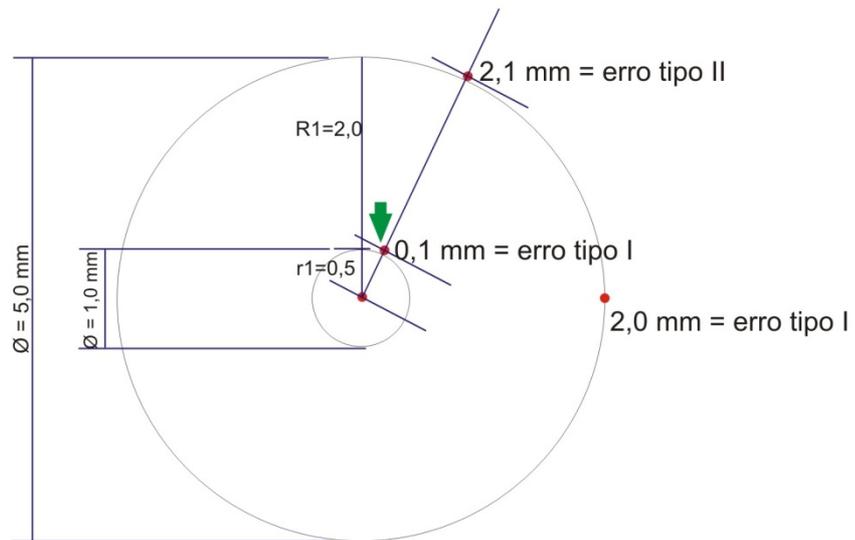
Figura 3 – Desenho anatômico das estruturas necessárias para o estudo

Após o recolhimento das telerradiografias, contento os pontos cefalométricos identificados e marcados pelos profissionais, os dados foram lidos verificando-se os acertos e erros, tipo I e II, através da telerradiografia em norma lateral, previamente realizada e padronizada, considerada gabarito.

Tabulação dos dados:

Na radiografia padrão ouro digital foi confeccionado duas circunferências concêntricas com raios de 0,5 e 2,5 mm, totalizando 1 e 5 mm de circunferência respectivamente, com o auxílio do programa de computador Corel Draw X4 Graphics Suite (Corel Corporation, 1600 Carling Ave., Ottawa, Ontário, Canadá), uma vez que, por se tratar de um programa de manipulação gráfica vetorial, pode-se especificar, com exatidão a espessura das linhas, no caso espessura igual a 0,1 mm; e pontos utilizados no traçado em questão, sendo em branco a espessura da linha e em vermelho, os pontos marcados no gabarito para evitar que houvesse confusão com os marcados pelos profissionais, o qual o realizaram na cor preta. As circunferências foram colocadas sobre os pontos cefalométricos, identificados pela esfera metálica, para facilitar a visualização dos desvios na localização dos pontos, que foram considerados como erros, delimitando com isso, as distâncias de 1 e 5 mm. Após as confecções destas circunferências, a radiografia padrão ouro foi impressa, preservando a proporção 1:1 e com o auxílio de um paquímetro digital 150 mm / 6" 0,01 mm (Messen, China) quantificamos o desvio, em milímetros, dos pontos analisados segundo a metodologia empregada. Os desvios inferiores ou iguais a 1 mm, foram considerados como acerto, os desvios de 0,1 a 2,0 mm foram denominados erro tipo I e os maiores que 2,1 mm foram denominados erro tipo II e representaram os totalmente fora dos padrões, com capacidade de causar alterações no diagnóstico (Figuras 4 e 5).

O marco zero, para início das medidas para os erros tipo I e II, foi estabelecido, imediatamente, após a circunferência de 1 mm, ou seja, ponto 0,1 mm no desenho (seta).



- Acerto = dentro da circunferência de 1 mm
- Erro tipo I = 0,1 a 2,0 mm
- Erro tipo II = acima de 2,1 mm

Figura 4 – Esquema da circunferência confeccionada e impressa na radiografia padrão ouro.



Figura 5 – Cefalometria gabarito (padrão ouro com as circunferências).

METODOLOGIA ESTATÍSTICA

A análise estatística de todas as informações coletadas nesta pesquisa foi inicialmente feita de forma descritiva.

Para as variáveis de natureza quantitativa (numérica) foram calculadas algumas medidas-resumo, como média, mediana, valor mínimo, valor máximo, desvio-padrão, e confeccionados gráficos do tipo diagrama de dispersão unidimensional.

As variáveis de natureza qualitativa (categorizada) foram analisadas através do cálculo de frequência absoluta e relativa (porcentagem), além da construção de gráficos de barras e setor circular (pizza).

As análises inferenciais empregadas com o intuito de confirmar ou refutar evidências encontradas na análise descritiva foram:

- Construção do intervalo com 95% de confiança⁴⁹ (BUSSAB & MORETTIN, 2006) para as diferenças produzidas pelo pesquisador nos dez pontos cefalométricos;
- Teste de hipóteses de uma média⁴⁹ (BUSSAB & MORETTIN, 2006) para verificar se a diferença média produzida pelo pesquisador nos dez pontos cefalométricos é igual a zero. Em todas as conclusões obtidas através das análises inferenciais foi utilizado o nível de significância α igual a 5%.

Os dados foram digitados em planilhas do *Microsoft Excel 2007 for Windows* (*Microsoft Corporation*® USA) para o adequado armazenamento das informações. As análises estatísticas foram realizadas com o *software R-Program* versão 2.11.1.

RESULTADOS

REPRODUTIBILIDADE DA TÉCNICA

A reprodutibilidade da técnica foi avaliada através da diferença entre as medições do início e após três meses. Notamos que, independente do ponto cefalométrico, o pesquisador apresentou diferença média de 0,04 mm, variando de 0 a 0,22 mm, com desvio padrão de 0,07 mm. A maior diferença foi observada no ponto Orbital (0,22 mm) e nenhuma diferença foi observada em seis pontos: Násio, Espinha Nasal Anterior, Espinha Nasal Posterior, Ponto A, Ponto B e Mentoniano (ver Gráfico 1).

O intervalo com 95% de confiança para a média das diferenças foi de - 0,005 mm a 0,087 mm. Apesar da amostra nessa situação ser de tamanho 10, temos que, em média, a diferença foi estatisticamente igual a zero ($p = 0,116$), sugerindo uma boa reprodutibilidade por parte do pesquisador.

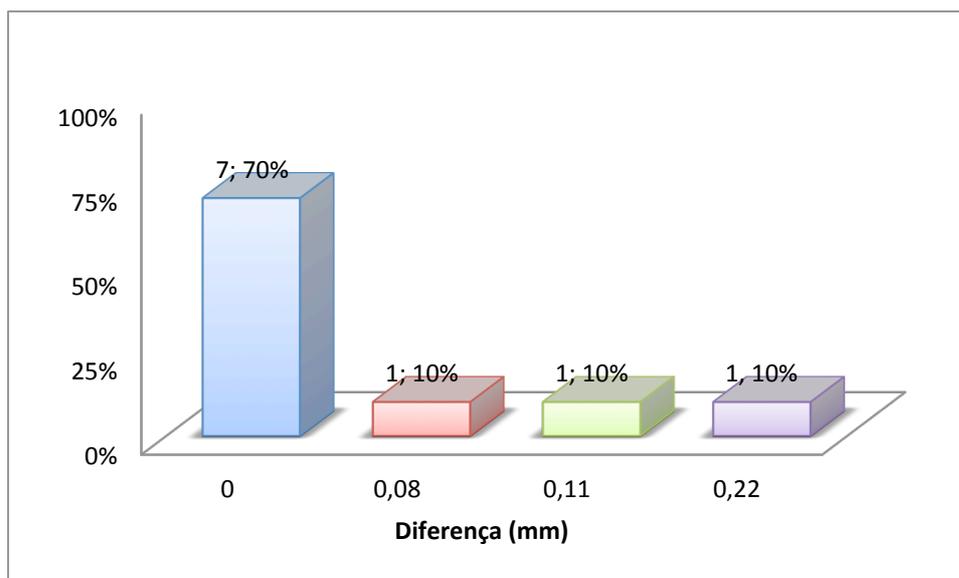


Gráfico 1: Distribuição das diferenças entre as medições do início e após três meses cometidas pelo pesquisador para os pontos cefalométricos.

A amostra selecionada nessa pesquisa foi composta por 30 ortodontistas que realizaram marcações dos pontos cefalométricos Násio, Orbital, Espinha Nasal Anterior, Espinha Nasal Posterior, Ponto A, Ponto B, Pogônio, Mentoniano, Pório e Básio. As distribuições dos acertos, erros do tipo I e II, para cada um dos dez pontos cefalométricos, estão descritas na Tabela 1 e nos Gráfico 2 a 12.

Os pontos cefalométricos que apresentaram mais acertos, em ordem decrescente, foram: o Násio (76,7%), Espinha Nasal Anterior (50,0%), Ponto B (46,7%), Orbital (30,0%), Ponto A (26,7%), Pogônio (23,3%), Mentoniano (23,3%) e Básio (13,3%). Os pontos Espinha Nasal Posterior e Pório não obtiveram nenhum acerto.

Com relação ao erro do tipo I os pontos cefalométricos que apresentaram com mais frequência esse tipo de erro, em ordem decrescente, foram o Básio (66,7%), Pogônio (60,0%), Mentoniano (56,7%), Orbital (50,0%), Ponto B (43,3%), Ponto A (30,0%), Pório (30,0%), Espinha Nasal Posterior (23,3%), Násio (20,0%) e Espinha Nasal Anterior (13,3%).

Os pontos cefalométricos que apresentaram mais erros do tipo II em ordem decrescente foram Espinha Nasal Posterior (76,7%), Pório (70,0%), Ponto A (43,3%), Espinha Nasal Anterior (36,7%), Orbital (20,0%), Mentoniano (20,0%), Básio (20,0%), Pogônio (16,7%), Ponto B (10,0%) e Násio (3,3%).

Tabela 1: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas para os dez pontos cefalométricos.

Ponto cefalométrico		frequência	porcentagem
Násio	acerto	23	76,7%
	erro tipo I	6	20,0%
	erro tipo II	1	3,3%
	Total	30	100,0%
Orbital	acerto	9	30,0%
	erro tipo I	15	50,0%
	erro tipo II	6	20,0%
	Total	30	100,0%
Espinha Nasal Anterior	acerto	15	50,0%
	erro tipo I	4	13,3%
	erro tipo II	11	36,7%
	Total	30	100,0%
Espinha Nasal Posterior	acerto	-	-
	erro tipo I	7	23,3%
	erro tipo II	23	76,7%
	Total	30	100,0%
Ponto A	acerto	8	26,7%
	erro tipo I	9	30,0%
	erro tipo II	13	43,3%
	Total	30	100,0%
Ponto B	acerto	14	46,7%
	erro tipo I	13	43,3%
	erro tipo II	3	10,0%
	Total	30	100,0%
Pogônio	acerto	7	23,3%
	erro tipo I	18	60,0%
	erro tipo II	5	16,7%
	Total	30	100,0%
Mentoniano	acerto	7	23,3%
	erro tipo I	17	56,7%
	erro tipo II	6	20,0%
	Total	30	100,0%
Pório	acerto	-	-
	erro tipo I	9	30,0%
	erro tipo II	21	70,0%
	Total	30	100,0%
Básio	acerto	4	13,3%
	erro tipo I	20	66,7%
	erro tipo II	6	20,0%
	Total	30	100,0%

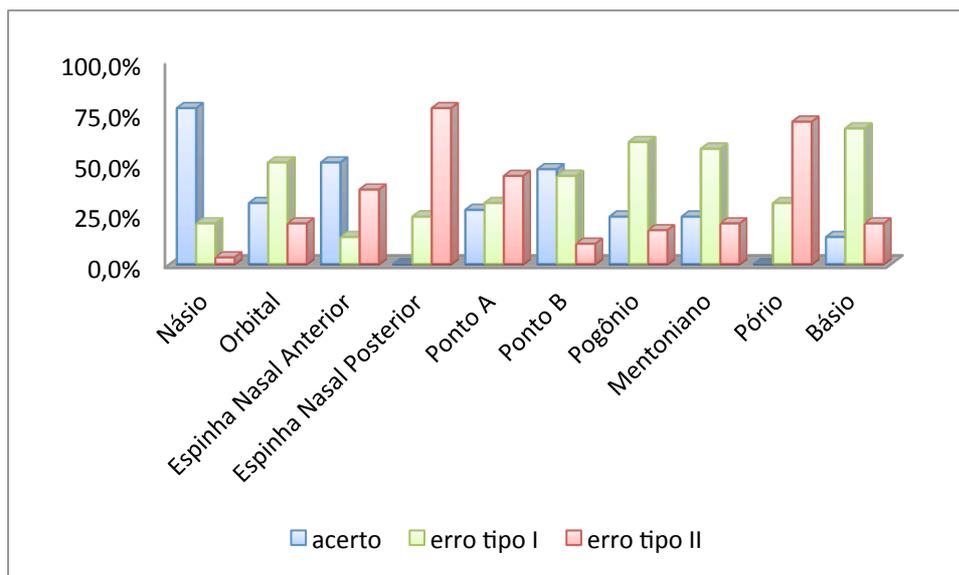


Gráfico 2: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas para os dez pontos cefalométricos.

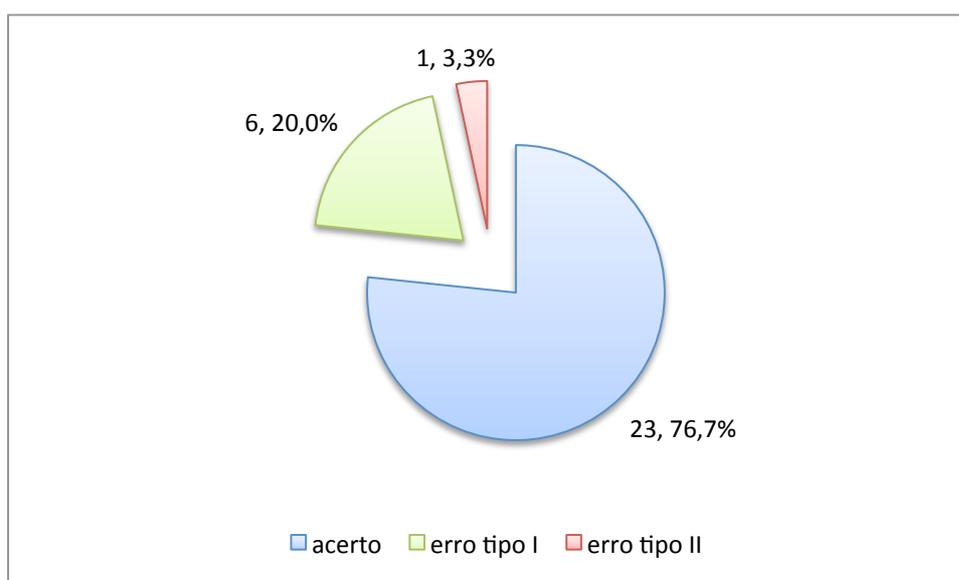


Gráfico 3: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Násio.

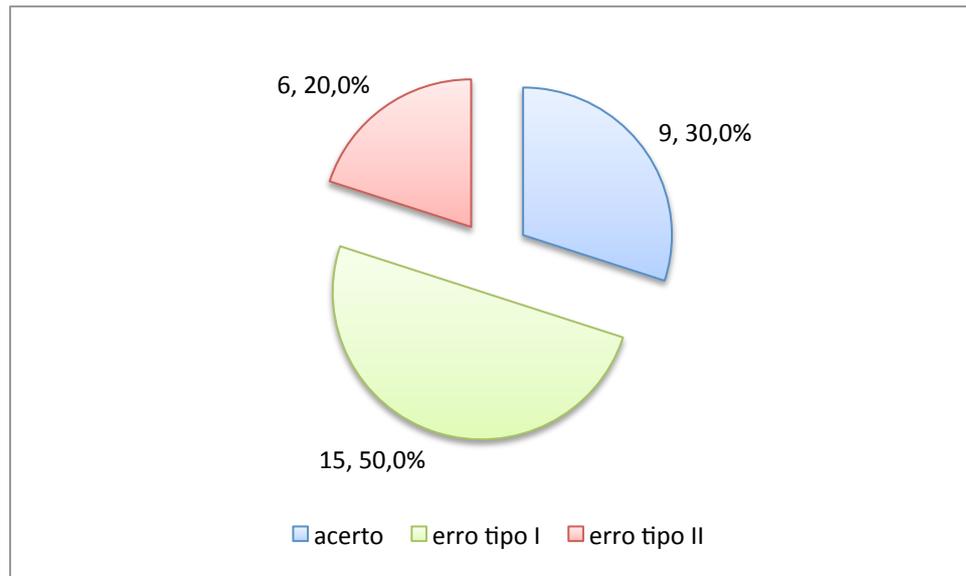


Gráfico 4: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Orbital.

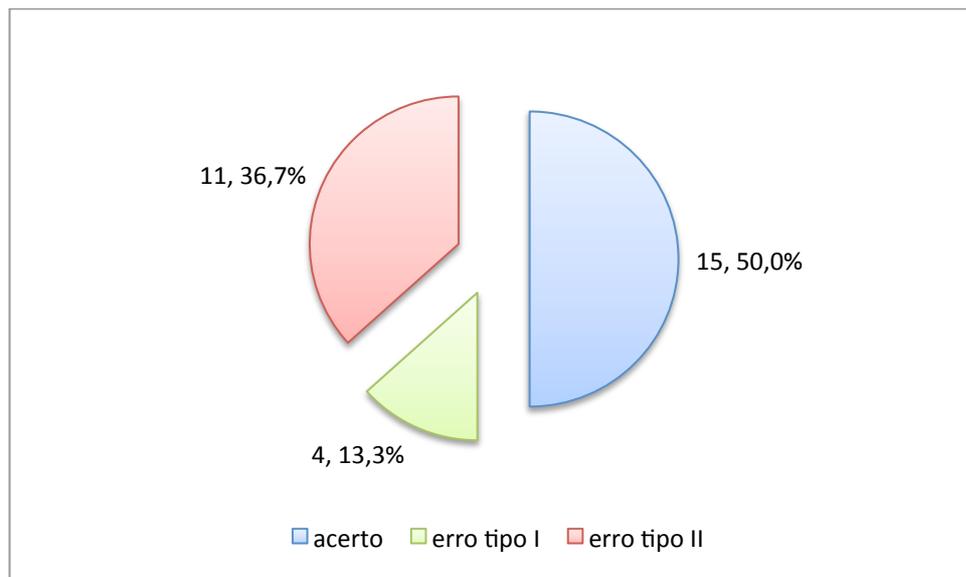


Gráfico 5: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Espinha Nasal Anterior.

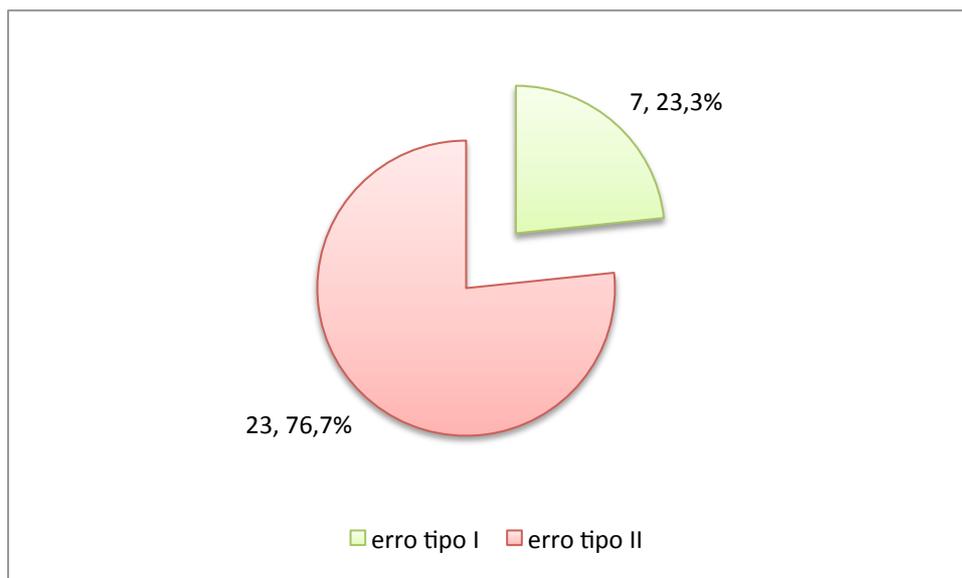


Gráfico 6: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Espinha Nasal Posterior.

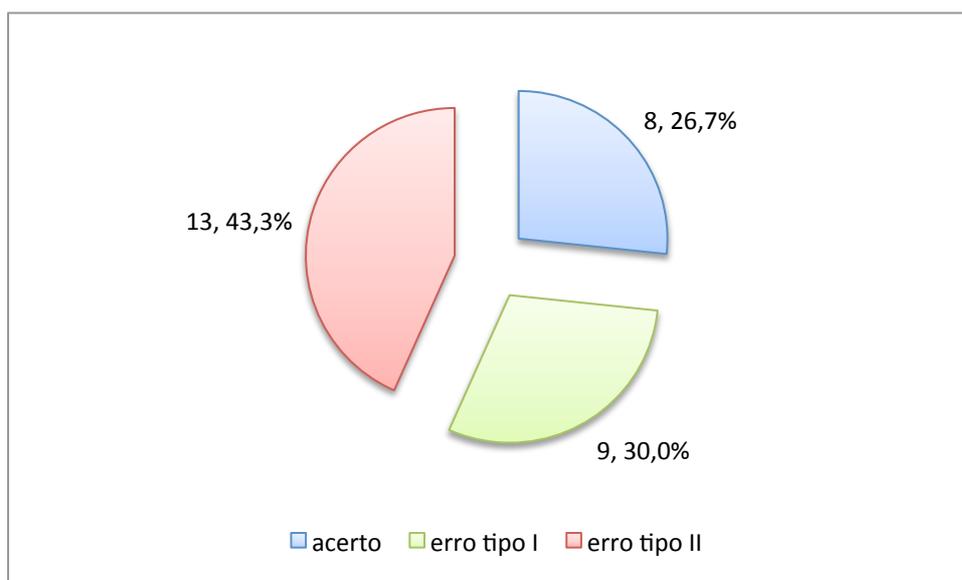


Gráfico 7: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Ponto A.

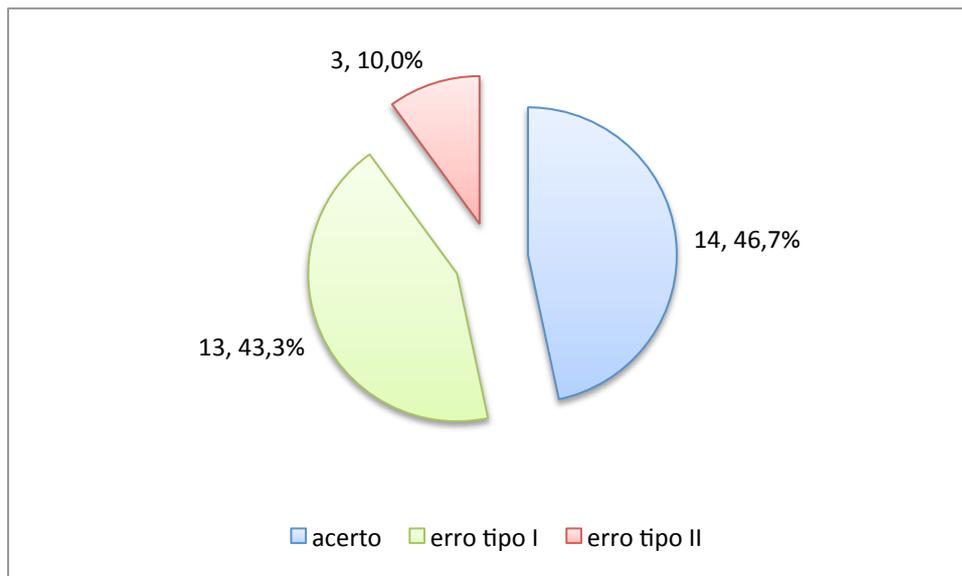


Gráfico 8: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Ponto B.

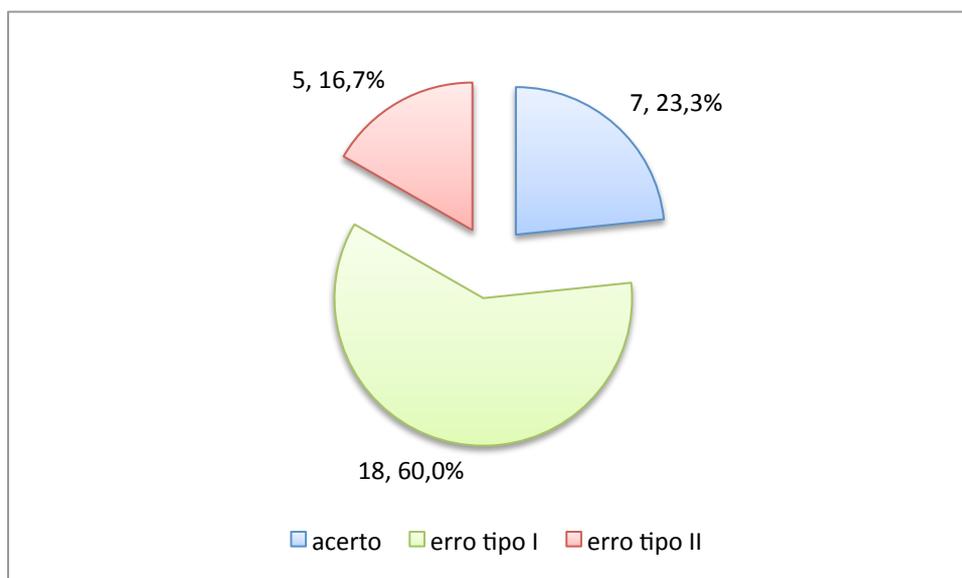


Gráfico 9: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Pogônio.

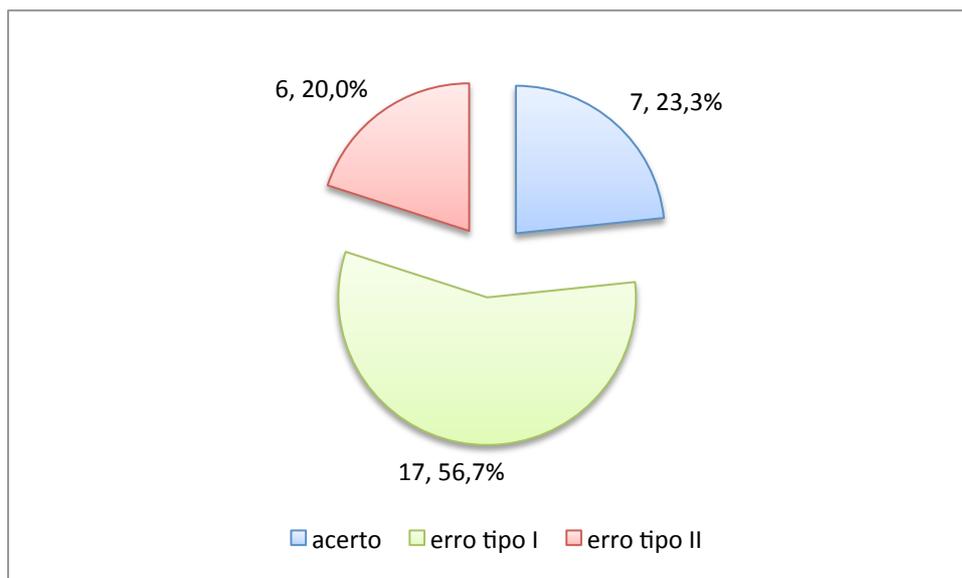


Gráfico 10: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Mentoniano.

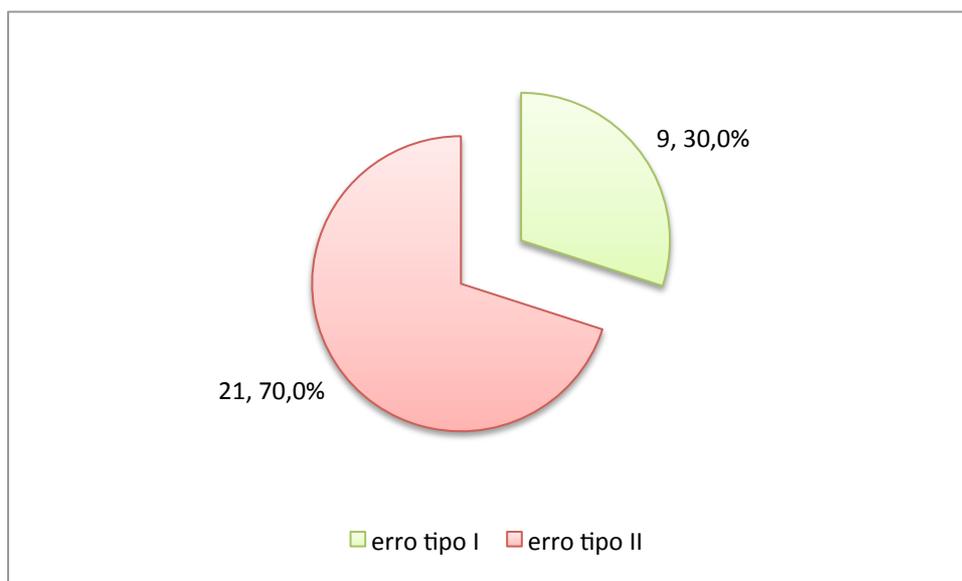


Gráfico 11: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Pório.

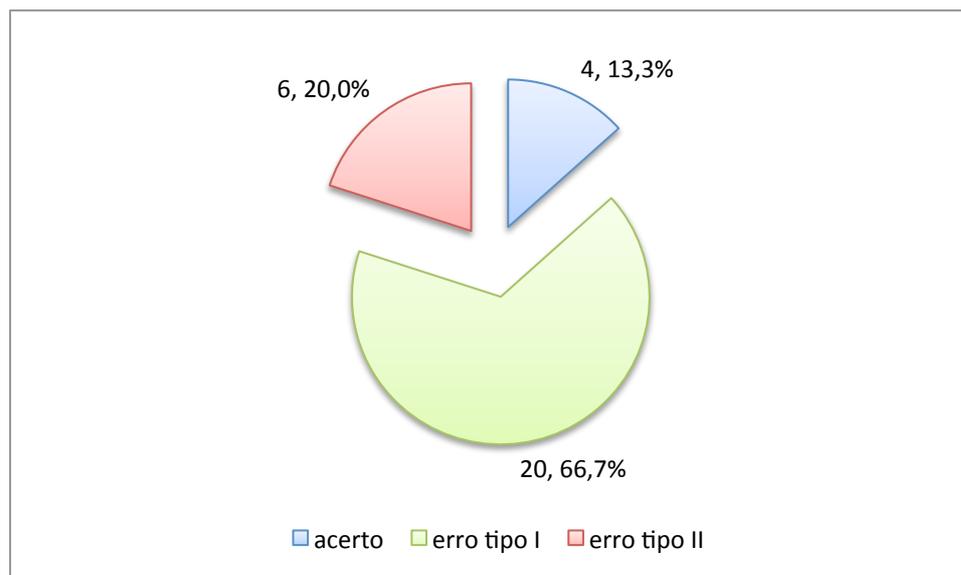


Gráfico 12: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas no ponto cefalométrico Básio.

De maneira resumida, podemos dizer que o Násio foi o ponto com mais acertos e com menos erros do tipo II. Pório e Espinha Nasal Posterior foram os pontos com menos acertos e com mais erros do tipo II (ver Tabela 2).

Tabela 2: Distribuição dos acertos, erros do tipo I e II cometidos pelos ortodontistas para os dez pontos cefalométricos.

Ponto cefalométrico	acerto	erro tipo I	erro tipo II
Násio	76,7%	20,0%	3,3%
Espinha Nasal Anterior	50,0%	13,3%	36,7%
Ponto B	46,7%	43,3%	10,0%
Orbital	30,0%	50,0%	20,0%
Ponto A	26,7%	30,0%	43,3%
Pogônio	23,3%	60,0%	16,7%
Mentoniano	23,3%	56,7%	20,0%
Básio	13,3%	66,7%	20,0%
Pório	0,0%	30,0%	70,0%
Espinha Nasal Posterior	0,0%	23,3%	76,7%

A descrição dos valores quantitativos dos desvios (erros do tipo I e II) também foi objeto de estudo dessa pesquisa. A Tabela 3 e o Gráfico 12 resumem o comportamento desses desvios para os pontos cefalométricos investigados. O ponto com maior desvio médio foi Espinha Nasal Anterior, seguido por Espinha Nasal Posterior, Básio e Pório.

Com base na análise qualitativa (ver Tabela 2) e quantitativa (ver Tabela 3) dos desvios, concluímos que:

- Espinha Nasal Posterior e Pório foram os que tiveram maior ocorrência de erro do tipo II;
- Espinha Nasal Anterior foi o que apresentou maior desvio médio.

Tabela 3: Medidas-resumo dos desvios cometidos pelos ortodontistas para cada um dos dez pontos cefalométricos.

Ponto cefalométrico	N*	média	mediana	mínimo	máximo	desvio padrão
Násio	7	1,27	0,25	0,19	6,63	2,38
Orbital	21	1,44	1,13	0,20	4,62	1,21
Espinha Nasal Anterior	15	5,09	6,09	0,24	8,07	2,82
Espinha Nasal Posterior	30	3,09	2,69	0,12	6,89	1,56
Ponto A	22	2,94	4,40	0,10	6,32	2,29
Ponto B	16	1,15	0,89	0,18	2,56	0,79
Pogônio	23	1,31	1,23	0,10	3,37	0,98
Mentoniano	23	1,42	0,90	0,24	4,11	1,23
Pório	30	3,01	2,29	0,20	6,67	1,97
Básio	26	3,06	0,66	0,05	40,29	7,90

*número de ortodontistas que cometeram algum desvio

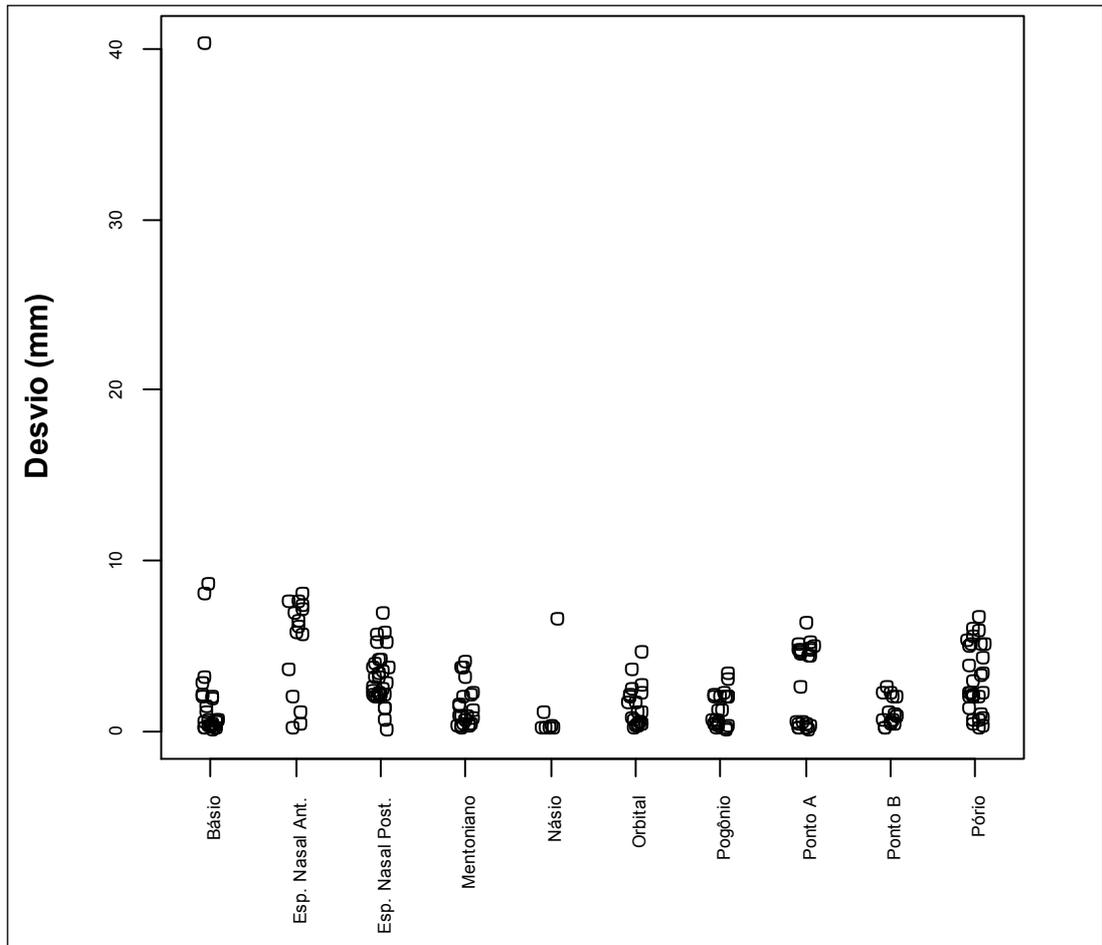


Gráfico 13: Distribuição dos desvios cometidos pelos ortodontistas para cada um dos dez pontos cefalométricos.

DISCUSSÃO

A radiografia digital tem seu uso difundido há tempos na medicina, mas na odontologia seu emprego é recente^{25, 50} (GIJBELS et al., 2001; MASTORIS et al., 2004). Várias são as aplicações das radiografias digitais nas diversas especialidades odontológicas. Em particular, na ortodontia seu uso ganhou atenção frente aos exames cefalométricos com promessas de facilitar a visualização e localização de estruturas anatômicas pertinentes. O exame cefalométrico é largamente aceito como padrão de diagnóstico ortodôntico com influência direta sobre o diagnóstico, planejamento e prognóstico do caso^{39, 42} (SAYINSU et al., 2007; DELAMARE et al., 2010.) É fato relatado na literatura científica, desde de meados do século passado, onde vários autores, em seus estudos, evidenciaram que a principal fonte de erros em cefalometria está relacionada a localização dos pontos cefalométricos pertinentes a técnica^{51, 52, 53, 54, 9, 17, 55, 10, 56} (SAVARA et al. 1966; MIDTGARD et al., 1974; BERGIN et al., 1978; HOUSTON, 1983; SANDLER, 1988; BATTAGEL, 1993; KRAGSKOV et al., 1997; ALBUQUERQUE JÚNIOR & ALMEIDA, 1998; ATHANASIOU, 1999) e como consequência, não tardou para que os pesquisadores sugerissem que um dos requisitos básicos para melhorar a precisão, na localização dos pontos cefalométricos, seria melhorar a qualidade da imagem^{5, 56, 57, 19} (McWILLIAM & WELANDER, 1978; EPPLEY & SADOVE, 1991; ORTENDAHL et al., 1994; FORSYTH et al. 1996).

A utilização da imagem digital em cefalometria data de 1969⁵⁸ (SOLOW, 1970), desde então, a técnica veio evoluindo com grandes mudanças. A imagem digital permite o manuseio do contraste, brilho, escala de cinza, aumento (*zoom*) com intuito de melhorar a visualização e localização de estruturas anatômicas, entre outras tantas ferramentas, por exemplo, a possibilidade de compartilhamento de

informações entre distintos usuários, independente da distância por meio de redes de comunicação e trocas de informações bem como a redução da radiação frente ao paciente^{21, 22, 12, 25, 13, 59} (GEELEN et al., 1998; HAGEMANN et al., 2000; VISSER et al., 2001; GIJBELS et al. 2001; KREICH et al., 2005; DUARTE et al., 2009).

Lembrando que em radiografias convencionais, a qualidade da imagem é determinada durante a exposição e processamento da imagem, uma vez que o filme foi exposto e processado, pouco se pode fazer para melhorar a qualidade dessa imagem. Entretanto, o tratamento das imagens pode ser realizado repetidamente, em imagens digitalizadas, para obter otimização da versão final⁶⁰ (ANTONIAZZI, 2001).

Tudo somado nos levou, no presente trabalho, a avaliar a marcação de dez pontos cefalométricos, em radiografias digitais em norma lateral de crânio seco por trinta ortodontistas experientes. Para tanto, consideramos que possíveis erros observados com o uso de crânios podem servir como suporte e referência para a interpretação de valores cefalométricos clínicos, de acordo com a literatura científica já publicada^{61, 27, 60, 33, 38, 41, 47, 14, 48} (HAGG et al, 1998; YOON et al., 2001; ANTONIAZZI, 2001; LAM et al., 2006; GRYBAUSKAS et al., 2007; VARGHESE et al., 2010; YITSCHAKY et al., 2011; GRIBEL et al., 2011; LEE et al., 2011).

Podemos mencionar que a ausência dos dentes, anteriores superiores e inferiores, no crânio seco utilizado neste estudo não foi motivo para anular os resultados uma vez que os pontos analisados não estavam localizados sobre os mesmos e que, apesar da ausência, as estruturas ósseas anatômicas estavam preservadas, visto que os mesmos foram perdidos pós-vida.

Quanto a validade do método utilizado o estudo foi conduzido amparado em trabalhos, anteriormente, publicado pela literatura^{62, 60}, (GIL, 1995, ANTONIAZZI, 2001) com alterações pertinentes ao caso^{65, 18, 23} (PARTHASARATHY et al., 1989; TONG et al., 1990; DAVIS & TAYLOR, 1991; FORSYTH & DAVIS, 1996;; HUTTON et al., 2000).

No presente estudo os resultados obtidos, após leitura cefalométrica dos trinta ortodontistas em radiografias cefalométricas em norma lateral, mostraram que os três pontos cefalométricos com maior índice de acertos, dentro da circunferência de 1 mm, foram em ordem decrescente: Násio (76,7%), Espinha Nasal Anterior (50,0%) e Ponto B (46,7%), conforme a tabela 1 e 2 e, os gráficos 2,3, 5 e 8. Estes pontos apresentaram maior facilidade de visualização e localização o que vai de encontro com a literatura consultada, inclusive, segundo a revisão de literatura, quando executados análises cefalométricas automatizadas, estando, portanto, nossos resultados de acordo com diversos autores^{18, 60, 32} (FORSYTH & DAVIS, 1996; ANTONIAZZI, 2001; McCLURE et al., 2005). O ponto Násio pode ser considerado como o ponto cefalométrico de maior validade, perante este estudo, uma vez que contém a maior porcentagem de acerto. Sendo que este dado está condizente com o de HAGG et al.⁶¹, 1998, o qual realizaram um trabalho comparando a precisão de pontos cefalométricos em radiografias de pacientes e de crânios secos e, também, de acordo com⁶⁰ ANTONIAZZI, 2001 o qual analisou a localização de pontos de referência anatômicos em radiografias cefalométricas em norma lateral comparando-se os métodos manual e auxiliado por computador e a validade dos pontos estudados. Frente a estes resultados é lícito mencionarmos que o alto índice de localização de tais pontos cefalométricos está, possivelmente,

intimamente ligado a nitidez da imagem na região específica dos referidos pontos, ou seja, baixa sobreposição de estruturas (ruídos de imagens).

No tocante ao erro tipo I, dentro da circunferência de 5 mm, nosso estudo mostrou que os três pontos cefalométricos com mais frequência para esse tipo de erro, em ordem decrescente, foram: Básio (66,7%), Pogônio (60,0%) e Mentoniano (56,7%), conforme as tabelas 1, 2 e 3 e, os gráficos 2, 12, 9 e 10. A localização do ponto cefalométrico Básio é dificultada pela sobreposição de estruturas anatômicas, inclusive da oliva do aparelho radiográfico. Entretanto, com as ferramentas contraste, brilho e aumento do campo visual há um melhoramento na imagem digital^{12, 25, 13} (VISSER et al., 2001; GIJBELS et al. 2001; KREICH et al., 2005), porém, não foi o caso neste estudo. Este ponto, em específico, merece comentários pertinentes, pois apresentou uma mensuração de alto valor incorrendo no erro do tipo II, com desvio máximo de 40,29 elevando o desvio padrão, conforme a tabela 3 e o gráfico 13. Talvez devido a própria posição anatômica deste ponto, pois, se encontra próximo ao forame magno, na base craniana, com sobreposição do processo mastóide e pilares de propagação de forças do processo zigomático. Quanto aos pontos cefalométricos Pogônio e Mentoniano são pontos situados na porção da linha externa que contorna a porção anterior da mandíbula, logo, a exemplo dos pontos Násio, Espinha Nasal Anterior e Ponto B são pontos não influenciados pela sobreposição de estruturas anatômicas, o que objetivamente, aumenta o ruído da imagem, que fatalmente está ligado há um possível desconhecimento teórico anatômico por parte dos ortodontistas.

Perante os erros do tipo II, pontos cefalométricos marcados pelos profissionais acima da circunferência de 5 mm, ou seja, distando mais de 2,1 mm do ponto considerado acerto, observamos que, em ordem decrescente, temos: Espinha

Nasal Posterior (76,7%), Pório (70,0%) e Ponto A (43,3%), conforme as tabelas 2 e 3 e, os gráficos 5, 10 e 6. Mais uma vez, podemos notar, com estes resultados que pontos localizados em regiões de grande complexidade anatômica e sobreposição de estruturas ósseas, dificultam a visibilidade do ponto na radiografia e, segundo TNG et al.¹¹, 1994, deve ser aplicado com cautela em análises cefalométricas para evitar erros no diagnóstico e plano de tratamento. O ponto cefalométrico Espinha Nasal Posterior alguns autores relatam que a extremidade, da mesma, não está sempre visível nas radiografias, e em alguns crânios não coincidiria com a fissura ptérido-maxilar, o que não indicaria o uso dessa fissura como um guia para localização da Espinha Nasal Posterior. Este achado não está concordante com⁶⁰ ANTONIAZZI, 2001, entretanto está de acordo com os resultados de CHEN et al.²⁴, 2000, visto que o referido ponto apresentou alta porcentagem contida no erro tipo II, conforme o gráfico 6. Quanto ao ponto Pório há uma dificuldade natural de localização devido à porção petrosa do temporal.

A visão resumida do presente estudo e seus resultados pode ser observada na tabela 2 e 3, onde se nota a distribuição dos acertos, erros tipo I e II e medidas-resumo dos desvios cometidos pelos ortodontistas para cada um dos dez pontos cefalométricos estudados neste trabalho. Sendo assim, podemos dizer que o Násio foi o ponto com mais acertos, inclusive com menos erros do tipo II. Quanto aos pontos cefalométricos: Espinha Nasal Posterior e Pório, podemos mencionar que foram os pontos com menos acertos e com mais erros do tipo II, seguido pelo ponto Básio, erro tipo I, o que confere as informações pertinentes na literatura científica sobre a dificuldade de localização destes pontos^{7, 66, 11} (BAUMRIND & MILLER, 1980; BROCH et al., 1981; TNG et al., 1994).

Frente aos demais pontos, podemos destacar o ponto cefalométrico Orbital o qual está localizado na porção mais inferior no assoalho da órbita, o qual há grande incidência de imagens duplas da órbita, logo, o ponto Orbital será a média dos dois pontos encontrados, sendo que o mesmo é válido para o ponto Pório devido o conduto auditivo externo, também, ser duplo (Figura 3 – Material e Método). Entretanto, o ponto Orbital apresentou a frequência de nove acertos, quinze erros do tipo I e apenas seis erros do tipo II colocando este ponto com vinte e um erros, o qual, possivelmente, está ligado a duplicidade da imagem das órbitas. Quanto ao desvio padrão dos pontos Orbital, Mentoniano e Espinha Nasal Posterior, estes apresentaram desvio padrão próximo entre si, porém a média da Espinha Nasal Posterior é, praticamente, o dobro das outras duas, sendo que as médias dos pontos Orbital e Mentoniano são próximas, o que denota que dentro dos erros, ou seja, desvio dos profissionais encontrados para cada ponto, ambos os pontos foram semelhantes, conforme a tabela 3, em resultados, inclusive apresentando erro tipo I, conforme a tabela 2, todavia são estruturas com características anatômicas bem diferentes, possivelmente estes resultados estão ligados a deficiência de conhecimento teórico anatômico das referidas estruturas.

Os pontos A, Mentoniano e Pogônio apresentaram resultados similares quanto ao número de profissionais que cometeram algum tipo de desvio e, também, são semelhantes no posicionamento quanto a linha do contorno externo da estrutura óssea da face. Talvez devido estes pontos apresentarem uma conotação de definição que cause confusão como, por exemplo, os termos “mais profundo”, “mais anterior” causando dúvida ao profissional¹¹ (TNG et al., 1994). Ainda que RICHARDSON,¹⁶ 1981 discorda deste resultado, pois o autor encontrou vantagem

no método computadorizado em pontos com definições “mais profundo”, “mais anterior” em relação ao método manual.

Sendo assim, tudo somado nos leva a relatar que a análise cefalométrica digital em norma lateral é um meio de diagnóstico promissor com futuro garantido na prática diária, porém, antes de avanços tecnológicos com máquinas de última geração, se faz necessário, nós profissionais da área ortodôntica, em particular, dominarmos os conhecimentos estruturais e anatômicos, inerentes as matérias básicas, como anatomia, por exemplo.

CONCLUSÕES

Após análise dos resultados obtidos e dentro das limitações do estudo foi lícito concluir que:

- a) Os pontos cefalométricos que apresentaram mais acertos, em ordem decrescente, foram: o Násio (76,7%), Espinha Nasal Anterior (50,0%), Ponto B (46,7%), Orbital (30,0%), Ponto A (26,7%), Pogônio (23,3%), Mentoniano (23,3%) e Básio (13,3%);
- b) No tocante ao erro do tipo I os pontos cefalométricos que apresentaram com mais frequência esse tipo de erro, em ordem decrescente, foram o Básio (66,7%), Pogônio (60,0%), Mentoniano (56,7%), Orbital (50,0%), Ponto B (43,3%), Ponto A (30,0%), Pório (30,0%), Espinha Nasal Posterior (23,3%), Násio (20,0%) e Espinha Nasal Anterior (13,3%).
- c) Frente aos pontos cefalométricos que apresentaram mais erros do tipo II em ordem decrescente foram Espinha Nasal Posterior (76,7%), Pório (70,0%), Ponto A (43,3%), Espinha Nasal Anterior (36,7%), Orbital (20,0%), Mentoniano (20,0%), Básio (20,0%), Pogônio (16,7%), Ponto B (10,0%) e Násio (3,3%).
- d) Os pontos Espinha Nasal Posterior e Pório não obtiveram nenhum acerto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1)- Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthod.* 1931;1(2):45-66.
- 2)- Oka SW, Trussell HJ. Digital image enhancement of cephalograms. *Angle Orthod.* 1978 Jan;48(1):80-4.
- 3)- Döler W, Steinhofel N, Jager A. Digital image processing techniques for cephalometric analysis. *Comput Biol Med.* 1991;21(1/2):23-33.
- 4)- Gravely JF; Benzies PM. The clinical significance of tracing error in cephalometry. *Br J Orthod.* 1974 Apr;1(3):95-101.
- 5)- McWilliam JS, Welander U. The effect of image quality on the identification of cephalometric landmarks. *Angle Orthod* 1978 Jan;48(1):49-56.
- 6)- Stabrun AE, Danielsen K. Precision in cephalometric landmark identification. *Eur J Orthod.* 1982 Aug;4(3):185-96.
- 7)- Baumrind S, Miller DM. Computer-aided head film analysis: the University of California San Francisco method. *Am J Orthod.* 1980 Jul;78(1):41-65.
- 8)- Cook PA, Gravely JF. Tracing errors with Bjork's mandibular structures. *Angle Orthod.* 1988 Apr;58(2):169-78.
- 9)- Sandler PJ. Reproducibility of cephalometric measurements. *Br J Orthod.* 1988 May;15(2):105-10.
- 10)- Albuquerque Júnior HR, Almeida MHC. Avaliação do erro de reprodutibilidade dos valores cefalométricos aplicados na filosofia Tweed_Merrifield, pelos métodos computadorizado e convencional. *Ortodontia.* 1998 ;31(3):19-30.
- 11)- Tng TT, Chan TC, Hägg U, Cooke MS. Validity of cephalometric landmarks. An experimental study on human skulls. *Eur J Orthod.* 1994 Apr;16(2):110-20.
- 12)- Visser H, Doz P, Phys D, Dent M, Rodig T, Hermann KP, Nat R. Dose Reduction by Direct-Digital Cephalometric Radiography. *Angle Orthod.* 2001 Jun;71(3):159-63.
- 13)- Kreich EM, Leal GA, Slusarz PAA, Santini RM. Imagem digital na Odontologia. *Publ. UEPG Biol Health Sci.* 2005;11(3/4):53-61.
- 14)- Gribel BF, Gribel MN, Frazza DC, McNamara Júnior JA, Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod.* 2011 Jan;81(1):26-35.
- 15)- Pereira CB, Mundostock CA, Berthold TB. Introdução à cefalometria radiográfica. 3a ed. São Paulo: Pancast; 1998.

- 16)- Richardson A. A comparison of traditional and computerized methods of cephalometric analysis. *Eur J Orthod.* 1981;3(1):15-20.
- 17)- Battagel JM. A comparative assessment of cephalometric errors. *Eur J Orthod.* 1993 Aug;15(4):305-14.
- 18)- Forsyth DB, Davis DN. Assessment of an automated cephalometric analysis system. *Eur J Orthod.* 1996 Oct;18(5):471-78.
- 19)- Forsyth DB, Shaw WC, Richmond S, Roberts CT. Digital imaging of cephalometric radiographs; Part 2: Image quality. *Angle Ortho.* 1996;66(1):43-50.
- 20)- Goldreich HN, Martins JCR, Martins LP, Sakima PR. Considerações sobre os erros em cefalometria. *Rev. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial.* 1998 Jan-Fev;3(1):81-90.
- 21)- Geelen W, Wenzel A, Gotfredsen E, Kruger M, Hansson LG. Reproducibility of cephalometric landmarks on conventional film, hardcopy, and monitor-displayed images obtained by the storage phosphor technique. *Eur J Orthod.* 1998 Jun;20(3):331-40.
- 22)- Hagemann K, Vollmer D, Niegel T, Ehmer U, Reuter I. Prospective study on the reproducibility of cephalometric landmarks on conventional and digital lateral headfilms. *J. Orofac. Orthop.* 2000;61(2):91-99.
- 23)- Hutton TJ, Cunningham S, Hammond P. An evaluation of active shape models for the automatic identification of cephalometric landmarks. *Eur J Orthod.* 2000 Oct;22(5):499-08.
- 24)- Chen YJ, Chen SK, Chang HF, Chen KC. Comparison of Landmark Identification in Traditional Versus Computer-Aided Digital Cephalometry. *Angle Orthod.* 2000 Oct;70(5):387-92.
- 25)- Gijbels F, Bou Serhal C, Willems G, Bosmans H, Sanderink G, Persoons M, Jacobs R. Diagnostic yield of conventional and digital cephalometric imagens: a human cadaver study. *Dentomaxillofac Radiol.* 2001 Mar;30(2):101-5.
- 26)- Kamoen A, Dermaut L, Verbeeck R. The clinical significance of error measurement in the interpretation of treatment results. *Eur J Orthod.* 2001 Oct;23(5):569-78.
- 27)- Yoon YJ, Kim KS, Hwang MS, Kim HJ, Choi EH, Kim KW. Effect of Head Rotation on Lateral Cephalometric Radiographs. *Angle Orthod.* 2001 Oct;71(5):396-403.
- 28)- Ongkosuwito EM, Katsaros C, Van't Hof MA, Bodegom JC, Kuijpers-Jagtman AM. The reproducibility of cephalometric measurements: a comparison of analogue and digital methods. *Eur J Orthod.* 2002 Dec;24(6):655-65.
- 29)- Ferreira JT, Telles CS. Evaluation of the Reliability of Computerized Profile Cephalometric Analysis. *Braz Dent J.* 2002;13(3):201-04.
- 30)- Chen YJ, Chen SK, Yao JCC, Chang HF. The Effects of Differences in Landmark Identification on the Cephalometric Measurements in Traditional *versus* Digitized Cephalometry. *Angle Orthod.* 2004 Apr;74(2):155-61.

- 31)- Chen SK, Chen YJ, Yao JCC, Chang HF. Enhanced Speed and Precision of Measurement in a Computer-Assisted Digital Cephalometric Analysis System. *Angle Orthod.* 2004 Aug;74(4):501-07.
- 32)- McClure SR, Sadowsky PL, Ferreira A, Jacobson A. Reliability of Digital *versus* Conventional Cephalometric Radiology: A Comparative Evaluation of Landmark Identification Error. *Seminars Orthod.* 2005;11(2):98-110.
- 33)- Lam E, Quick AN, Herbison P. Cephalometric correction factors for bite opening a dry skull study. *Eur J Orthod.* 2006 Aug;28(4):378-82.
- 34)- Gonçalves FA, Schiavon L, Neto JSP, Nouer DF. Comparison of cephalometric measurements from three radiological clinics. *Braz Oral Res.* 2006 Apr-Jun;20(2):162-66.
- 35)- Barreto MB, Fonseca EM, Cunha AJ. A computerized system to conduct the Tweed-Merrifield analysis in orthodontics. *Braz Oral Res.* 2006 Apr-Jun;20(2):167-71.
- 36)- Silveira HLD, Silveira HED. Reproducibility of Cephalometric Measurements Made by Three Radiology Clinics. *Angle Orthod.* 2006 May;76(3):394-99.
- 37)- Santoro M, Jarjoura K, Cangialosi TJ. Accuracy of digital and analogue cephalometric measurements assessed with the sandwich technique. *Am J Orthod Dent Orthop.* 2006 Mar;129(3):345-51.
- 38)- Grybauskas S, Balciuniene I, Vetra J. Validity and reproducibility of cephalometric measurements obtained from digital photographs of analogue headfilms. *Stomatologija B Dent Maxill J.* 2007;9(4):114-20.
- 39)- Sayinsu K, Isik F, Trakyali G, Arun T. An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. *Eur J Orthod.* 2007 Feb;29(1):105-8.
- 40)- Chien PC, Parks ET, Eraso F, Hartsfield Júnior JK, Roberts WE, Ofner S. Comparison of reliability in anatomical landmark identification using two-dimensional digital cephalometrics and three-dimensional cone beam computed tomography *in vivo*. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009 Jul;38(5):262-73.
- 41)- Varghese S, Kailasam V, Padmanabhan S, Vikraman B, Chithranjan A. Evaluation of the accuracy of linear measurements on spiral computed tomography-derived three-dimensional images and its comparison with digital cephalometric radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010 May;39(4):216-23.
- 42)- Delamare EL, Liedke GS, Vizzotto MB, Silveira HLD, Ribeiro JLD, Silveira HED. Influence of a programme of professional calibration in the variability of landmark identification using cone beam computed tomography-synthesized and conventional radiographic cephalograms. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010 Oct;39(7):414-23.
- 43)- Baksi BG, Alpoz E, Sogur E, Mert A. Perception of anatomical structures in digitally filtered and conventional panoramic radiographs: a clinical evaluation. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010 Oct;39(7):424-30.

- 44)- Rodrigues CD, Silveira MMF, Tavano O, Shibuya RH, Modesto G, Estrela C. Avaliação de métodos indiretos de digitalização de radiografias cefalométricas em comparação ao método digital direto. *Dental Press J Orthod*. 2010 jul-ago;15(4):124-32.
- 45)- Grauer D, Cevidanes LSH, Styner MA, Heulfe I, Harmon ET, Zhu H, Proffit W. Accuracy and Landmark Error Calculation Using Cone-Beam Computed Tomography–Generated Cephalograms. *Angle Orthod*. 2010 Mar;80(2):286-94.
- 46)- Leonardi RM, Giordano D, Maiorana F, Greco M. Accuracy of cephalometric landmarks on monitor-displayed radiographs with and without image emboss enhancement. *Eur J Orthod*. 2010 Jun;32(3):242-47.
- 47)- Yitschaky O, Redlich M, Abed Y, Faerman M, Casap N, Hiller N. Comparison of common hard tissue cephalometric measurements between computed tomography 3D reconstruction and conventional 2D cephalometric images. *Angle Orthod*. 2011 Jan;81(1):11-16.
- 48)- Lee FC, Noar JH, Evans RD. Evaluation of the CT scanogram for assessment of craniofacial morphology. *Angle Orthod*. 2011 Jan;81(1):17-25.
- 49)- Bussab WO, Morettin PA. *Estatística Básica*. 5a ed. São Paulo: Saraiva; 2006.
- 50)- Mastoris M, Li G, Welander U, mcdavid WD. Determination of the resolution of a digital system for panoramic radiography based on CCD technology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2004 Mar;97(3):408-14.
- 51)- Savara BS, Tracy WE, Miller PA. Analysis of errors in cephalometric measurements of three dimensional distances on the human mandible. *Arch Oral Biol*. 1966;11(2):209-17.
- 52)- Midtgard J, Bjork G, Linder-Aronson S. Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurements of cephalometric cranial distances. *Angle Orthod*. 1974 Jan;44(1):56-61.
- 53)- Bergin R, Hallenberg J, Malmgren O. Computerized cephalometrics. *Acta Odontol Scand*. 1978;36(6):349-57.
- 54)- Houston WJB. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod*. 1983 May;83(5):382-90.
- 55)- Kragstov J, Bosch C, Gyldensted C. Comparison of the reliability of craniofacial anatomic landmarks based on cephalometric radiographs and three-dimensional CT scans. *Cleft Palate Craniofac J*. 1997 Mar;34(2):111-6.
- 56)- Athanasiou AE, Miethke R, Van Der Meij, AJ. Random errors in localization of landmarks in postero-anterior cephalograms. *Br J Orthod*. 1999 Dec;26(4):273-84.
- 56)- Eppley BL, Sadove AM. Computerized digital enhancement in craniofacial cephalometric radiography. *J Oral Maxillofac Surg*. 1991;49(10):1038-43.
- 57)- Ortendahl TW, Borrman H, Grondahl HG. Quality assessment of lateral cephalograms among radiologists and orthodontists. *Br J Orthod*. 1994 Feb;21(1):45-51.

- 58)- Solow B. Computers in cephalometric research. *Comput Biol Med.* 1970 Aug;1(1):41-49.
- 59)- Duarte HEM, Vieck R, Angelieri F, Bommarito S, Dalben G, Sannomyia EK. Effect of image compression of digital lateral cephalograms on the reproducibility of cephalometric points. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009 Sep;38(6):393-00.
- 60)- Antoniazzi MCC. Validade na localização de pontos de referência anatômicos em radiografias cefalométricas em norma lateral. 2001. 95f. Tese (Doutorado em Odontologia, Área de concentração em Radiologia Odontológica) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.
- 61)- Hagg U, Cooke MS, Chantc, Tng TT, Lau PY. The reproducibility of cephalometric landmarks: an experimental study on skulls. *Aust Orthod J.* 1998 Oct;15(3):177-85.
- 62)- Gil CTLA. Avaliação da precisão na localização dos pontos cefalométricos frontais da análise de Ricketts. 1995. 72f. Dissertação (Mestrado em Odontologia, Área de concentração em Radiologia Odontológica) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos.
- 63)- Parthasarathy S, Nugent ST, Gregson PG, Fay DF. Automatic landmarking of cephalograms. *Comput Biomed Res.* 1989 Jun;22(3):248-69.
- 64)- Tong W, Nugent ST, Gregson PH, Jensen GM, Fay DF. Landmarking of cephalograms using a microcomputer system. *Comput Biomed Res.* 1990 Aug;23(4):358-79.
- 65)- Davis DN, Taylor CJ. A blackboard architecture for automating cephalometric analysis. *J Med Inform.* 1991 Apr-Jun;16(2):137-49.
- 66)- Broch J, Slagsvold O, Rosler M. Error in landmark identification in lateral radiographic headplates. *Eur J Orthod.* 1981;3(1):9-13.