



UNINGÁ - UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR INGÁ
FACULDADE INGÁ
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ODONTOLOGIA

***COMPARAÇÃO ENTRE CEFALOMETRIA MANUAL E
COMPUTADORIZADA ATRAVÉS DOS PROGRAMAS DOLPHIN
IMAGING E DENTOFACIAL PLANNER.***

DANIEL PAINI DE ABREU

Maringá

2012

**COMPARAÇÃO ENTRE CEFALOMETRIA MANUAL E
COMPUTADORIZADA ATRAVÉS DOS PROGRAMAS DOLPHIN
IMAGING E DENTOFACIAL PLANNER.**

DANIEL PAINI DE ABREU

Dissertação apresentada à Unidade de Ensino Superior
Ingá, como parte dos requisitos para a obtenção do título
de Mestre em Odontologia. Área de Concentração
Ortodontia.

Orientador: Prof. Dra. Karina M. S. de Freitas

Coorientador: Ricardo Cezar Gobbi de Oliveira

Maringá

2012

Abreu, Daniel Paini

Comparação entre cefalometria manual e computadorizada através dos programas Dolphin Imaging e Dentofacial Planner

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de odontologia Ingá – Uningá
– Maringá - PR

Orientador. Prof. Dra.Karina Maria Salvatore de Freitas

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Maringá, 30 de Março de 2012

Assinatura:

Projeto de pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de ?????, Universidade de ??????, em ?? de ??????? de 2012.

DANIEL PAINI DE ABREU

21 de Agosto de 1982

Nascimento

São Miguel do Oeste - SC

2002 - 2005

Curso de Graduação em Odontologia
na Universidade Paranaense –
UNIPAR

2007 – 2009

Aperfeiçoamento em Ortodontia ABO
– PR, Umuarama – PR.

2010 – 2012

Mestrado em Odontologia – Área de
Concentração Ortodontia, pela
faculdade Ingá – Uningá – Maringá -
PR

“É melhor tentar e falhar, que preocupar-se a ver a vida passar. É melhor tentar, ainda que em vão, que sentir-se fazendo nada até o final. Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias tristes em casa me esconder. Prefiro ser feliz, embora louco, que em conformidade viver.” **Martin Luther King**

Dedicatória

Dedico este trabalho

*Dedico este trabalho, primeiramente a **DEUS**, o Grande Criador do Universo, Criador da terra, do ar, dos mares, Pai e precursor de todas as ciências, pela capacitação concedida, sem a qual não poderia ter sido realizado a presente pesquisa.*

Dedico este trabalho

Aos meus pais Amilcar Alves de Abreu (in memoriam) e Marli Luiza Paini de Abreu, pela vida, por toda educação, e por terem feito o possível e o impossível para que me tornasse uma pessoa persistente e sonhadora sempre em busca de seus objetivos.

Dedico este trabalho

*Aos meus irmãos Felipe e Sabrina, pelo apoio, brigas, zoações, amizade e
companheirismo, muito obrigado.*

Dedico este trabalho

*A minha esposa **Flávia**, minha maior incentivadora, minha companheira, amiga, pessoa que soube entender minhas ausências, maus humores, noites mal dormidas, teve paciência, e também soube ser carinhosa nos momentos difíceis dessa jornada. Não sei o que seria da minha vida sem você. Te amo por todos os dias de minha vida.*

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Prof. Dra. Karina Maria Salvatore de Freitas

Coordenadora do Curso de Mestrado em Ortodontia, e orientadora desse trabalho pelos ensinamentos transmitidos que contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

Pessoa sem a qual nenhuma linha teria sido escrita, sempre paciente, às vezes com perguntas tolas, às vezes com problemas sérios, orientando e nos guiando no caminho do saber.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. Fabricio Pinelli Valarelli pelo grande conhecimento repassado a nós, sempre prestativo nas duvidas e sempre muito paciente para orientar e nos direcionar para uma ortodontia cada vez melhor.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Hermont Cançado, que apesar da cara de “mal” se mostrou durante o decorrer desses 24 meses, uma pessoa amiga, companheira e sempre bastante acessível a sanar duvidas e orientações.

Obrigado não só pelas orientações e conhecimentos repassados, e também pela amizade proporcionada no decorrer desse tempo.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Aos colegas do mestrado: Ed Homem, Tatiana, Giordana, Rafael, Waldir, Emerson, Fernando, Edson, e ao meu amigo Tiago, pelos bons momentos vividos nesses 2 anos e por toda amizade conquistada.

Aos colegas da turma 4 do mestrado: Lilia, Adriana, Alessandro, Rodrigo, Merched, Erika, Daniela, Naiara, pelo convívio e amizade.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Ricardo Oliveira, diretor da Faculdade Ingá;

Ao Dr. Roberto Oliveira, presidente da mantenedora;

À Dra. Gisele Gomes, diretora de pós-graduação da Faculdade Ingá;

Ao Prof. Ney Stival, diretor de ensino da Faculdade Ingá;

Ao Prof. Dr. Helder Dias Casola, coordenador do curso de Graduação em Odontologia da Faculdade Ingá;

Ao Prof. Dr. Luiz Fernando Loli, coordenador da pós-graduação e do Programa de Mestrado em Odontologia da Faculdade Ingá;

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ricardo Cezar Gobbi de Oliveira, coorientador e amigo, pela oportunidade e confiança.

A Prof. Dra. Renata Oliveira, pelas varias oportunidades e confiança.

Ao Prof. Dr. Guilherme Janson, chefe do departamento de Ortodontia da Faculdade de odontologia de Bauru – FOB – USP, por ter autorizado o uso do laboratório de pesquisa para a realização desse trabalho.

Ao técnico de informática do departamento de Ortodontia da Faculdade de odontologia de Bauru – FOB – USP, Daniel Francisco Rascão Selmo, pelo tempo despendido na ajuda da captura de dados e outros relacionados ao trabalho, e por todo o incomodo causado devido a distancia.

RESUMO

RESUMO

Objetivos: Avaliar e comparar o erro nas medições cefalométricas pelos métodos manual e computadorizado, com o auxílio dos programas Dolphin Imaging versão 11.0 e Dentofacial Planner versão 7.02. **Materiais e Métodos:** A amostra foi composta de 45 telerradiografias laterais. Um operador devidamente calibrado, realizou 90 traçados cefalométricos manuais e 180 digitais, utilizando 8 medidas angulares (SNA, SNB, ANB, FMA, 1.NA, 1.NB, SN-Oclusal, SN-GoGn) e 5 medidas lineares (1-NA, 1-NB, Co-Gn, Co-A e AFAI). Para análise dos resultados obtidos, utilizou-se para comparação do erro de cada método (erro intragrupo) o teste t dependente e para a comparação das medidas entre os três métodos o teste utilizado foi o ANOVA, e teste de Tukey quando da presença de um resultado significativo. **Resultados:** Os resultados encontrados mostraram diferenças estatisticamente significantes, principalmente entre as medidas avaliadas no programa Dolphin e no traçado manual ($p > 0,05$). **Conclusão:** De acordo com os resultados obtidos através da metodologia utilizada na presente pesquisa, conclui-se que: Os três métodos cefalométricos se mostraram precisos, pois apresentaram poucos erros sistemáticos. O método computadorizado que utiliza o programa Dentofacial Planner, foi o programa que apresentou maior confiabilidade, seguido do método manual, sendo o programa Dolphin Imaging o menos eficaz e mais susceptível a apresentar erros sistemáticos na identificação dos pontos.

Abstract

ABSTRACT

Objective: To evaluate and compare the error in cephalometric measurements by manual and computerized methods, with the Dolphin Imaging version 11.0 and Dentofacial Planner version 7.02. **Material and Methods:** The sample comprised 45 lateral cephalometric radiographs. A properly calibrated operator, conducted 90 manual and 180 digital cephalometric tracings, using 8 angular measurements (SNA, SNB, ANB, FMA, 1.NA, 1.NB, SN-Oclusal, SN-GoGn) and five linear measurements (1-NA, 1-NB, Co-Gn, Co-A e LAFH). For analysis of the results, it was used to compare the error of each method (intragroup error) the dependent t test, and for comparison of the measurements among the three methods, the test used was one-way ANOVA and Tukey test in the presence of a significant result. **Results:** The results showed statistically significant differences, especially among the measures evaluated in the Dolphin program and manual tracing ($p > 0.05$). **Conclusions:** The confidence in the results of computerized cephalometric can be increased, since the discrepancies found among the manual and computerized cephalometric measurements, most were not statistically significant when comparing programs separately, and relevant statistically significant when compared with the manual tracing program. The three cephalometric methods have proven to be accurate, since they presented few systematic errors. The computerized method using the Dentofacial Planner software was the program that showed the highest reliability, followed by the manual method, and the Dolphin Imaging software was the less effective and more likely to produce systematic errors in the identification of points.

LISTA DE FIGURAS

Fig. 01: Telerradiografia Inicial em Norma Lateral.....	39
Fig. 02: Desenho esquemático traçado cefalométrico.....	40
Fig. 03: Papel Ultraphan G&H Wire Company	41
Fig. 04: Material Utilizado Traçado Manual	42
Fig. 05: Scanner Microtek ScanMaker i800.....	43
Fig. 06: Mesa Digitalizadora DentoFacial Planner.....	44
Fig. 07: Traçado Programa DentoFacial Planner	45
Fig. 08: Traçado Programa Dolphin Imaging.....	45
Fig. 09: Traçado Manual sobre Papel Ultraphan G&H Wire Company.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados do erro do traçado manual, comparando a primeira e a segunda medições (teste t dependente) (N=45)	49
Tabela 2. Resultados do erro do traçado no programa Dentofacial Planner, comparando a primeira e a segunda medições (teste t dependente) (N=45)	50
Tabela 3. Resultados do erro do traçado no programa Dolphin Imaging, comparando a primeira e a segunda medições (teste t dependente) (N=45)	51
Tabela 4. Resultados do teste Anova a um critério de seleção, e teste de Tukey quando necessário, para comparação do erro médio dos 3 tipos de traçados, manual, Dentofacial Planner e Dolphin Imaging (N=45).	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
2 REVISÃO DE LITERATURA	25
3 PROPOSIÇÃO	37
4 MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1 Material	39
4.2 - Métodos	41
4.2.1 Método Manual	41
4.2.2 Método Computadorizado	42
4.2.3 Método estatístico	47
4.2.3.1 Erros do Método.....	47
4.2.3.2 Comparações Entre os Grupos.....	47
5 RESULTADOS.....	49
6 DISCUSSÃO	54
7 CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS.....	66

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Desde que surgiu o primeiro aparelho de raios X dentário, em 1919, os filmes radiográficos têm sido usados com inúmeros propósitos, como: diagnóstico, avaliação de patologias, lesões periapicais, reabsorções dentárias e na avaliação de tratamentos endodônticos e restauradores já existentes.(ABRAHÃO et al., 2009)

A Cefalometria surgiu como uma evolução da craniometria, a partir da padronização de técnicas radiográficas e do desenvolvimento do cefalostato por Broadbent (BROADBENT, 1931) em 1931.(VILELA, 1998)

A imagem radiográfica é um auxiliar importante no diagnóstico e avaliação das relações esqueléticas e dentárias do paciente. Desde 1931(BROADBENT, 1931), as imagens bi-dimensionais tem sido utilizadas para identificar os pontos de referencia anatomicos de onde os valores cefalométricos são derivados.(MOSHIRI et al., 2007)

Durante muito tempo, o método manual foi o único utilizado para a execução de traçados cefalométricos e obtenção de medidas angulares e lineares necessárias à sua interpretação.(CHEN et al., 2004; VASCONCELOS et al., 2006)

Para a realização da análise cefalométrica, há necessidade de se definir com muita exatidão a maneira de demarcar os diversos pontos específicos utilizados.

As radiografias deveriam estar tecnicamente perfeitas, sem distorções, de modo a permitir uma boa visualização das estruturas anatômicas ósseas e do tecido do perfil mole.

Com a informática cada vez mais presente no dia-a-dia do clinico, ela tem sido uma grande aliada para agilizar trabalhos, otimizar tarefas, simplificar processos e aumentar a produtividade e o refinamento dos diagnósticos.

Os constantes avanços tecnológicos na área da computação, aliados aos avanços científicos da radiologia odontológica, resultaram no desenvolvimento de programas computadorizados destinados a efetuar traçados e medições cefalométricas, além da execução de diferentes tipos de análise.(HAZEY et al.,

2009; PAIXÃO et al., 2010; VASCONCELOS et al., 2006)

As imagens digitais são rotineiramente utilizadas na prática ortodôntica atualmente. Muitos sistemas e formatos estão disponíveis para produzir, armazenar, recuperar, visualizar e compartilhar essas imagens.(ABRAHÃO et al., 2009; DECKER; BOLLEN; CHEN, 2007)

O presente estudo se propôs a comparar o erro nas medições cefalométricas com a utilização do método manual e computadorizado com os programas Dolphin Imaging e Dentofacial Planner, buscando avaliar o grau de confiabilidade das formas de cefalometria apresentadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

O avanço tecnológico da Ortodontia e Ortopedia Facial relacionado ao advento da cefalometria radiográfica, a partir da técnica publicada por Broadbent(BROADBENT, 1931), em 1931, não se restringiu apenas à elaboração de diagnósticos e planejamentos ortodônticos mais adequados, mas também habilitou pesquisadores a conduzirem estudos longitudinais mais precisos sobre as alterações espaciais ocorridas nas estruturas da face em função do crescimento e desenvolvimento, o que favoreceu o refinamento de nosso conhecimento acerca deste tema.

O sucesso do tratamento ortodôntico está relacionado com um correto diagnóstico. A utilização de computadores na clinica ortodôntica, trouxe inúmeros benefícios para a especialidade, auxiliando principalmente no manejo da pratica clinica, como no diagnóstico ortodôntico. Para a realização da análise cefalométrica, há necessidade de se definir com muita exatidão a maneira de demarcar os diversos pontos específicos utilizados, a fim de atribuir universalidade aos exames – o que, inclusive, é uma de suas qualidades primordiais.

A cefalometria computadorizada apresenta inúmeras vantagens para o ortodontista, uma vez que as análises cefalométricas podem ser executadas mais rapidamente do que como método manual, permitindo o acesso a um maior numero de variáveis cefalométricas para a obtenção de um quadro de diagnóstico mais completo.

Há quase um século, a utilização de filmes radiográficos tem sido o único meio para a realização de radiografias intra e extrabucais.{Abrahão, 2009 #24}

Uma radiografia convencional contém 256 tons de cinza. No entanto, o olho humano pode discernir apenas cerca de 32 deles.(HAZEY et al., 2009)

A cefalometria não começou na ortodontia, mas no estudo do crescimento humano e no estudo do desenvolvimento da anatomia craniofacial. A avaliação desses padrões é especialmente importante no tratamento da Classe II e Classe III, porque o ortodontista deve contar com o controle do crescimento. Em qualquer caso,

apenas a radiografia cefalométrica pode mostrar as relações existentes e as outras estruturas craniofaciais.(WAHL, 2006)

Desde sua introdução, a cefalometria lateral tem sido amplamente utilizada na área da ortodontia para diagnosticar anomalias craniofaciais, determinar um plano de diagnóstico e tratamento de maloclusões, individualizando cada paciente, assim como monitorar e prever o crescimento facial, e avaliar os efeitos do tratamento.(HAN; KIM, 1998)

A análise cefalométrica manual realizada sobre um filme radiográfico convencional tem sido utilizada por muitos anos sendo considerado padrão ouro em análises cefalométricas e coleta de valores cefalométricos. Com o advento da era do computador e do ambiente de hoje em constante mudança tecnológica, novos métodos para a obtenção de imagens radiográficas surgiram. Três abordagens para análises cefalométricas estão disponíveis atualmente: computador, manual assistida, e informatizado. Nesta terceira abordagem, o software automaticamente localiza marcos e obtém distâncias cefalométricas. Pode-se citar inúmeras vantagens na imagem digital, como melhor identificação das marcações, aquisição de dados e análises mais rápidas, além de um arquivamento mais eficiente, facilitando a transferência de imagens para locais distantes e duplicação fácil e eficiente de radiografias.(MCCLURE et al., 2005; SILVEIRA et al., 2009) A Cefalometria surgiu como uma evolução da craniometria, a partir da padronização de técnicas radiográficas e do desenvolvimento do cefalostato por Broadbent em 1931, passando, então, a permitir a visualização de pontos de referência, faciais e cranianos, sendo, desde então, utilizada como parte dos registros, para auxiliar o diagnóstico e o planejamento dos tratamentos ortodônticos.(CORREIA et al., 2008)

É considerada uma ferramenta muito importante no diagnóstico ortodôntico, planejamento do tratamento, na avaliação dos resultados do tratamento e na previsão de crescimento. A cefalometria lateral fornece informações sobre morfologia do tecido ósseo, dentário e tecido mole da face, bem como relação entre essas estruturas. (CORREIA et al., 2008; MCCLURE et al., 2005)

A gama de possíveis usos da cefalometria na pesquisa inclui: quantificação de parâmetros craniofaciais em indivíduos, bem como em populações de

indivíduos, distinguir normal do anormal, comparando amostras tratadas a controles não tratados, diferenciação de padrões homogêneos ou mistos, e avaliação de mudanças com o passar do tempo. Com tal multiplicidade de aplicações úteis, não é de admirar que a cefalometria, apesar de suas diversas limitações, tem resistido ao teste do tempo em sua utilidade na ortodontia.(GUEDES et al., 2010; MCCLURE et al., 2005; RODRIGUES et al., 2010)

Parece oportuno fazer a seguinte pergunta: Como podemos medir a qualidade do diagnóstico e das informações obtidas por medidas cefalométricas da determinação do padrão esquelético de um paciente individualizado?(HAN; KIM, 1998)

As principais fontes de erro na análise cefalométrica incluem ampliação do filme radiográfico, marcação dos pontos de referência e traçados errados. Duas grandes categorias de erros cefalométricos foram identificadas na literatura, os erros de projeção e os erros de identificação de pontos.(SANTORO; JARJOURA; CANGIALOSI, 2006; TRPKOVA et al., 1997) A ampliação inerente a técnica radiográfica deve ser considerada quando se comparam dados cefalométricos de diferentes fontes. Isto só se aplica a valores lineares, uma vez que a projeção radiográfica é proporcional e praticamente não afeta os valores angulares.(BRUNTZ et al., 2006; CHEN et al., 2000; DIBBETS; NOLTE, 2002; LEONARDI; GIORDANO; CALTABIANO, 2004; LIU; CHEN; CHENG, 2000)

Em 1922, Pacini descreveu um método bastante primitivo para a padronização de imagens radiográficas da cabeça. Ele recomendava o posicionamento do paciente a uma distância fixa de 2m da fonte de raios x com um cassete de filme radiográfico fixo na cabeça do paciente, segurado com um invólucro de ataduras de gaze.Quase uma década mais tarde, Hofrath da Alemanha e Broadbent dos Estados Unidos simultaneamente publicaram seus próprios métodos de obtenção de padronização das radiografias da cabeça. Seus métodos, publicado nas revistas *Fortschritte der Orthodontie* e *Angle Orthodontist* em 1931, introduziram o campo da cefalometria para a comunidade ortodôntica.(MCCLURE et al., 2005)

Desde que Hofrath e Broadbent(BROADBENT, 1931) apresentaram a análise radiográfica cefalométrica em 1931, esta tem sido uma importante ferramenta no

diagnóstico ortodôntico, planejamento e avaliação de resultados. No entanto, o erro de marcações dos pontos cefalométricos é uma das principais fontes de variabilidade nas análises, provavelmente porque esse momento depende mais de um julgamento pessoal. A confiabilidade humana na marcação dos pontos cefalométricos foi estudada usando varios experimentos e metodos estatisticos. A estatística de confiabilidade das marcações dos pontos cefalométricos são bastante abstratas e portanto tem aplicabilidade clinica limitada.(DAMSTRA et al., ; ZAMPIERI et al., 2005)

O efeito da variação de identificação dos pontos cefalométricos, podem ser uteis clinicamente, mas isso requer que seja quantificados os erros para detectar as diferenças verdadeiras. A quantificação dos erros de marcação, é um processo critico, porém muitas vezes esquecido. O erro técnico de medição pode ser definido como a variabilidade entre as dimensões quando os mesmo espécimes são avaliados em multiplas sessões.(DAMSTRA et al.)

Embora a influência da variação de referência sobre medidas cefalométricas, tenha sido pesquisada usando varias formulas, ao nosso conhecimento, poucos estudos relataram um erro de medição com um nivel de confiança de pelo menos 95%.(DAMSTRA et al.)

Em 1981, Ricketts publicou uma revisão sobre a história da cefalometria, distinguindo cinco etapas históricas: 1) padronização da técnica radiográfica; 2) aplicação clínica; estabelecimento de pontos e planos de referência; 3) descrição morfológica e tipificação dos casos; 4) previsão do crescimento e plano de tratamento; e 5) confusão entre pontos para descrição de reparos anatômicos e pontos para análise de crescimento. Após os primeiros cinquenta anos de aplicação deste recurso, o autor discorreu a respeito das perspectivas da aplicação clínica da cefalometria, inclusive em terceira dimensão e análise computadorizada, as quais haviam sido há pouco tempo introduzidas. Ricketts relatou que o ponto sela tornou-se popular devido à facilidade em sua identificação preferencialmente a seu mérito científico ou confiabilidade anatômica.(VASCONCELOS et al., 2006; ZAMPIERI et al., 2005)

A preocupação com a qualidade oferecida por radiografias usadas em diagnóstico dental é frequente e os fatores que influenciam o seu resultado final começam com a exposição do filme radiográfico aos raios X e terminam com o processo de diagnóstico. Apesar da padronização oferecida por uma telerradiografia, muitas fontes de erros ainda estão envolvidas em uma análise cefalométrica. As principais limitações são a falta de precisão na identificação de pontos em uma radiografia, os erros do processo de leitura e a variabilidade do operador, o que pode interferir significativamente na reprodutibilidade das medidas.(DAMSTRA et al., ; FERREIRA; TELLES CDE, 2002; GONCALVES et al., 2006; GUEDES et al., 2010; LEONARDI; GIORDANO; CALTABIANO, 2004; PAIXÃO et al., 2010; RODENJOHNSON; ENGLISH; GALLERANO, 2008; TRPKOVA et al., 1997; YU; NAHM; BAEK, 2008)

A mesma tem sido utilizada como meio de análise de dados antropométricos desde a década de 30. Na área da Ortodontia, foi introduzida no estudo do padrão de crescimento facial do ser humano, no diagnóstico e plano de tratamento das deformidades dentofaciais, no estudo dos defeitos imediatos e em longo prazo desses tratamentos e, mais recentemente, tem sido de grande relevância na evolução da cirurgia ortognática.(GUEDES et al., 2010)

Os traçados cefalométricos podem ser realizados pelos métodos manual e/ou computadorizado. Durante muito tempo, o método manual foi o único utilizado para a execução de traçados cefalométricos e obtenção de medidas angulares e lineares necessárias à sua interpretação. A principal desvantagem desse método reside na demanda relativamente grande de tempo, na maioria das vezes do próprio ortodontista.(HELD; FERGUSON; GALLO, 2001; PAIXÃO et al., 2010; VASCONCELOS et al., 2006)

Esse tradicional processo de traçado manual pode consumir tempo, e as mensurações cefalométricas lineares e angulares obtidas manualmente com uma régua e transferidor podem ser propícias a erro.(GUEDES et al., 2010; HELD; FERGUSON; GALLO, 2001)

Grande parte da literatura ortodôntica desde o clássico artigo publicado por Downs em 1948 que se centrou na análise cefalométrica lateral. Combinações de

medidas cefalométricas foram agrupadas em muitas análises cefalométricas (por exemplo, os de Downs, Steiner, Tweed, Jarabak e Fizzell, Sassouni, Bjork, Ricketts, McNamara, Arnett e Bergman). Resultados de cada uma dessas análises são usados por ortodontistas no diagnóstico, planejamento do tratamento, e pesquisa de resultados.(HEE SOO OH et al., 2009)

Em quase todas as análises contém alguma medida que se acredita quantificar os “atrativos faciais”. Nos anos mais recentes os ortodontistas também têm vindo a depender fortemente da estética facial para estabelecer seu diagnóstico, baseando-se em fotografias faciais.(HEE SOO OH et al., 2009)

No final da década de 80, surgiram os primeiros sistemas para radiografias intra-orais diretos para uso em odontologia. Estes sistemas utilizavam um computador pessoal (PC), que era relativamente caro na época e tinha pouco espaço de armazenamento e sistema operacional baseado no MS-DOS. Era necessário a programação de um hardware especial para exibir as imagens. Esses obstáculos foram finalmente superadas pela introdução do Microsoft Windows, um sistema operacional que afrouxou a estreita relação entre o monitor e o software. Hoje, os sistemas intra-orais para radiografia dental estão em uso bastante difundido na comunidade odontológica.

No entanto, o uso de radiografia digital extrabucal em consultórios odontológicos é limitado, em parte porque os sistemas continuam extremamente caros.(WENZEL; GOTFREDSEN, 2002)

Com a evolução da tecnologia, o computador passou a ser utilizado na Ortodontia tanto na prática administrativa quanto no diagnóstico ortodôntico, realizando a análise cefalométrica computadorizada. A utilização dessa técnica trouxe várias vantagens, como a diminuição em relação ao tempo de realização da análise cefalométrica, quando comparada à análise convencional, o maior acesso do ortodontista a um grande número de variáveis, o que permite obter mais informações que auxiliem no diagnóstico bem como a possibilidade de planejar tratamentos alternativos, que auxiliam, principalmente, em planos de tratamento cirúrgicos.(CORREIA et al., 2008)

Os constantes avanços tecnológicos na área da computação, aliados aos avanços científicos da radiologia odontológica, resultaram no desenvolvimento de programas computadorizados destinados a efetuar traçados e medições cefalométricas, além da execução de diferentes tipos de análise.(PAIXÃO et al., 2010; SANTORO; JARJOURA; CANGIALOSI, 2006)

No final de 1980, o primeiro sistema direto de radiografias digitais para uso intra-oral, foi comercializado para a odontologia. Este sistema utilizava um computador pessoal (PC) que era relativamente caro na época e possuía pouco espaço de armazenamento e utilizava um sistema operacional baseado no MS-DOS o que significava necessitar de um especialista em programação para exibir as imagens. Estes obstáculos foram eventualmente superados pela introdução do Microsoft Windows, um sistema operacional que tenha melhorou a relação entre o monitor e o software. Hoje, os sistemas intra-orais para radiografia dental estão em uso bastante difundido na comunidade odontológica.(WENZEL; GOTFREDSEN, 2002)

Uma série de avanços tecnológicos nas técnicas radiográficas tem tentado melhorar o padrão das imagens de raios-x tradicional. Muitos métodos de visualização melhorada envolve o computador ou alguma forma de software de imagem. Em geral, o software permite que sejam efetuadas algumas modificações tais como: aprimoramento de cor, ampliação, ajuste de gama e até mesmo um aperfeiçoamento tridimensional (3D).(HAZEY et al., 2009)

Três abordagens possíveis podem ser usadas para realizar uma análise cefalométrica. O método mais comum é colocando manualmente uma folha de acetato sobre a radiografia, traçando as características mais salientes, marcando os pontos de identificação, medição de distâncias e ângulos entre os pontos. Outra abordagem é auxiliada por computador, os pontos são marcados manualmente, em seguida o computador realiza a busca pelos pontos e completa a análise cefalométrica. A terceira abordagem é totalmente automatizada, a radiografia é digitalizada no computador, que localiza todos os pontos e executa as análises.(PAIXÃO et al., 2010; RUDOLPH; SINCLAIR; COGGINS, 1998)

A introdução dos métodos digitais de obtenção das imagens forneceu infinitas possibilidades de processamento e análise das imagens radiográficas. Os sistemas digitais podem ser realizados de duas formas: direta ou indiretamente.(ABRAHÃO et al., 2009)

Uma série de avanços tecnológicos na radiografia tem tentado melhorar o padrão das imagens de raios-x tradicional. Muitos métodos de visualização melhorada envolvem o computador e alguma forma de software de imagem. Em geral, esse software permite que sejam feitas algumas modificações tais quais: aprimoramento de cor, ampliação, ajuste de gama e aperfeiçoamento 3D.(HAZEY et al., 2009; WENZEL; GOTFREDSEN, 2002)

Uma série de estudos tem avaliado a eficácia dos programas cefalométricos para uso em imagens digitalizadas.(WENZEL; GOTFREDSEN, 2002)

A rápida evolução dos sistemas radiográficos digitais e dos softwares de localização tem causado um impacto muito grande sobre a cefalometria convencional, e vem lentamente substituindo os tradicionais traçados manuais sobre radiografias. A cefalometria manual, depende muito da postura correta da cabeça do paciente, configurações de exposição adequada do aparelho de Raios-X, além de técnicas de desenvolvimento e precisão no traçado. Uma radiografia com erros de exposição é de difícil interpretação, e a redução de uma estrutura tri-dimensional para uma bi-dimensional aumenta a dificuldade. O processo de cefalometria manual é demorado e requer um operador qualificado e um ambiente devidamente escurecido. Os sistemas digitais (direto e indireto), quando comparados aos convencionais, possibilitam ainda a manipulação das imagens, incluindo realce, subtração radiográfica e reconstrução da imagem. A imagem digital oferece diversas vantagens sobre radiografia com filme convencional: maior velocidade de processamento de dados, eliminação de produtos químicos e ambientais associados, e a capacidade de alterar e melhorar a imagem e corrigir erros de exposição, assim, praticamente eliminando a necessidade de um segundo exposição em caso de erros.(ABRAHÃO et al., 2009; SANTORO; JARJOURA; CANGIALOSI, 2006)

Estudos comparam telerradiografias digitalizadas (escaneados) e convencional (Filme) em relação à precisão dos pontos de identificação e as medidas lineares e angulares. Comparações entre o filme convencional e o sistema de captura de imagens digitais também foram citados. A marcação dos pontos por meio de um dispositivo de captura digital direto foi comparado com as marcações dos pontos em um filme convencional, em uma amostra de crânios secos. O objetivo deste estudo foi determinar se telerradiografias digitais são de igual valor em diagnóstico e planejamento do tratamento tal como em telerradiografias convencionais, investigando as diferenças na marcação dos pontos de identificação entre os dois métodos de aquisição de imagens.(MCCLURE et al., 2005)

Um estudo comparativo entre os métodos de medição cefalométrica manual e computadorizado foi executado por Richardson, em 1981. O mesmo utilizou esse para comparar 50 radiografias laterais do crânio de crianças de 12 anos, metade do gênero masculino e metade do gênero feminino. Quatorze pontos foram demarcados nesse estudo: S, N, espinha nasal anterior, subespinhal, incisal e ápice do incisivo superior, incisal e ápice do incisivo inferior, supramental, pogônio, gnátio, molar, pterigomaxilar e articular. Chegou-se à conclusão de que os métodos tradicionais foram inferiores quando comparados aos digitalizados, porém não de forma alarmante; e que, em alguns casos, os métodos tradicionais produziram resultados mais precisos.(GUEDES et al., 2010)

Computadores são acessíveis, de tamanho conveniente e são comuns em consultórios ortodônticos.(HELD; FERGUSON; GALLO, 2001)

Com o uso crescente da tecnologia nas práticas ortodônticas de hoje, esta questão torna-se vital para ambos os jovens ortodontistas, com finanças limitadas, e profissionais estabelecidos que embora preocupados em manter o diagnóstico e um tratamento preciso, aspiram converter as suas praticas a sistemas mais modernos e eficientes.(BRUNTZ et al., 2006)

Os constantes avanços tecnológicos na área da computação, aliados aos avanços científicos da radiologia odontológica, resultaram no desenvolvimento de programas computadorizados, destinados a efetuar os traçados e as medições cefalométricas, além da execução de diferentes tipos de análises. Com isto, no final

da década de 60 e início dos anos 70, a cefalometria radiográfica começou a assumir um outro aspecto, pois o computador tornara-se mais um aliado na busca de informações quantitativas, concernentes ao diagnóstico ortodôntico e aos eventos de crescimento e desenvolvimento craniofacial.(VASCONCELOS et al., 2006)

Vários programas têm sido desenvolvidos afim de facilitar o reconhecimento dos pontos cefalométricos digitais laterais e frontais das imagens clínicas para realizar as tradicionais análises ortodônticas. Um desses programas é o, PorDiosW (Institute of Orthodontic Computer Science, Middelfart, Denmark), que facilita a análise cefalométrica bem como a análise em pacientes cirúrgicos com anomalias de desenvolvimento crânioencefalico. As seguintes análises cefalométricas estão disponíveis nesse programa: Björk, Downs, Frontal, Jarabak, Oclusograma, Ricketts, e Tweed, ainda podendo o ortodontista definir as suas próprias análises. Durante a digitalização para localização dos pontos de referencia cefalométricos, os tecidos moles podem ser desenhados à mão livre ou com o "recurso de detecção de tecido mole", o que gera o tecido mole com base nas informações nos níveis de cinza na imagem.(WENZEL; GOTFREDSEN, 2002)

Os programas de cefalometria foram desenvolvidos para executar análises digitalizando os pontos cefalométricos. No entanto, a digitalização podem introduzir erros, tais como o movimento da cabeça ou erro na sequencia de pontos digitalizados.(CHEN et al., 2000)

A digitalização das radiografias para medições cefalométricas tornou-se o método preferencialmente escolhido nos dias atuais. À medida que a tecnologia evolui, oferece facilidades para o profissional adequar-se às muitas tarefas diárias da rotina clínica. No campo da cefalometria radiográfica, esse trabalho de pesquisa, assim como outros publicados na literatura, vem comprovar a eficiência alcançada pelos recursos tecnológicos.(PAIXÃO et al., 2010)

Foi atribuída a radiografia digital algumas vantagens em relação à radiografia convencional, tais como: Rapidez na exibição da imagem digital (dependendo do sistema empregado), o processamento químico é evitado, por isso há menos perigo para o ambiente e menos probabilidade de ocorrerem erros de processamento, diminuição a radiação produzida (dependendo do sistema empregado), maior faixa

dinâmica em comparação ao filme convencional, subexposição e superexposição são menos aptas a ocorrer, o contraste e a densidade podem ser melhoradas e alteradas, e as análises cefalométricas podem ser facilmente realizadas com auxílio de um programa independente para tal fim.(WENZEL; GOTFREDSEN, 2002)

Ao que tudo indica os ortodontistas no futuro ainda irão contar com a radiografia para realizar a análise cefalométrica. Por vários anos, muitos tem usado um sensor digital conectado a um computador para a identificação dos pontos cefalométricos na radiografia de filme convencional. Um programa de computador facilitou análise cefalométrica subsequente. Embora possa não ter maior precisão, o procedimento de digitalização oferecido aos clínicos foi um meio eficiente de verificar automaticamente sobre os pontos cefalométricos e realizar as análises em questão de segundos. Os filmes convencionais podem ser convertidos em imagens digitais através de um scanner ou, como no passado, uma máquina fotográfica. Os primeiros estudos revelaram que cefalogramas digitais capturadas de filme radiográfico convencional através de uma máquina fotográfica tinha uma resolução mais baixa do que a do próprio filme radiográfico resultando em erros maiores na identificação dos pontos cefalométricos. Agora, com scanners de resolução adequada, muitas clínicas estão digitalizando seus filmes radiográficos, para poderem criar um banco de dados e sistemas de arquivamento de imagem que integram os registros digital dos pacientes.(WENZEL; GOTFREDSEN, 2002)

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho é avaliar a confiabilidade da cefalometria manual, quando comparada a dois programas específicos para esse fim.

Quantificar o grau de confiabilidade da marcação dos pontos cefalométricos manualmente e digitalmente, avaliando os resultados obtidos, e comparando-os entre si. De forma a determinar qual a forma correta de realizar a cefalometria em cada método, de modo a auxiliar o clínico na escolha da melhor forma de proceder a cefalometria, seja ela manual ou computadorizada.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Com o intuito de avaliar a confiabilidade dos traçados manuais quando comparados a programas específicos para este fim, usaremos uma amostra formada por 45 telerradiografias em norma lateral de pacientes que foram previamente tratados ortodonticamente em Clínica Odontológica Particular das cidades de Altônia – PR e Guáira - PR.

As telerradiografias utilizadas foram somente do início de tratamento, e constam da documentação ortodôntica inicial de cada paciente tratado ortodonticamente, portanto, nenhum exame adicional foi necessário.



Fig. 01: Telerradiografia Inicial em Norma Lateral

Foram selecionadas as telerradiografias de pacientes jovens e jovens adultos, entre 12 e 35 anos de idade. Utilizou-se como critério básico para a seleção da amostra, que os indivíduos do grupo deveriam apresentar os primeiros molares permanentes superiores e inferiores, além de não apresentarem anodontias ou perdas de dentes permanentes, ou mesmo a presença de dentes decíduos, assim como dentes impactados ou inclusos e não terem se submetido a qualquer tipo de tratamento ortodôntico prévio.

Não foi considerada como fator de exclusão pacientes com ausência dos terceiros molares, por considerar que estes não iriam interferir na amostra. As radiografias foram selecionadas, observando-se a qualidade da imagem (contraste/densidade) e a nitidez dos pontos a serem marcados. Foram selecionadas apenas telerradiografias com ótima qualidade, visto que foi avaliada a precisão da marcação dos pontos, e a qualidade da radiografia influenciou diretamente nesta precisão.

Todos os pontos e medidas cefalométricas utilizados para todas as radiografias constam da análise padrão USP.

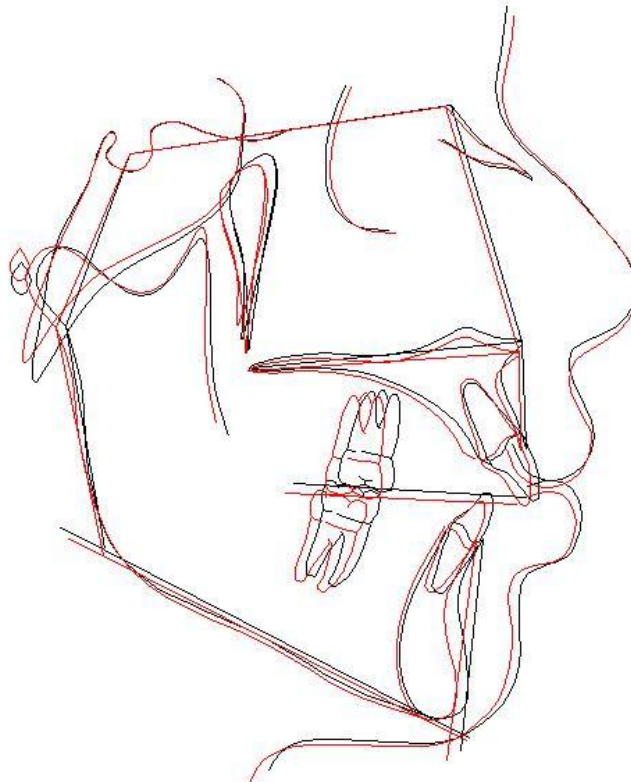


Fig. 02: Desenho esquemático traçado cefalométrico

4.2 - Métodos

4.2.1 Método Manual

Para o traçado manual, foram utilizados: negatoscópio, transferidor, esquadro, régua, lapiseira grafite 0,5mm, borracha e 180 folhas de papel Ultraphan (G&H Wire Company). Para cada radiografia, foi adaptada uma folha de papel Ultraphan (G&H Wire Company) de 0,07 mm de espessura. Realizou-se o cefalograma em um ambiente escurecido. Os pontos cefalométricos foram localizados, seguindo-se uma sequencia preestabelecida pelo próprio examinador, com uma lapiseira grafite 0.5 mm, e as grandezas cefalométricas foram medidas com auxilio de uma regua, transferidor e esquadro. Após a adaptação de uma folha de papel Ultraphan (G&H Wire Company) a cada radiografia, o traçado manual de cada radiografia foi executado, obedecendo a um intervalo mínimo de um mês para a repetição das mesmas.



Fig. 03: Papel Ultraphan G&H Wire Company

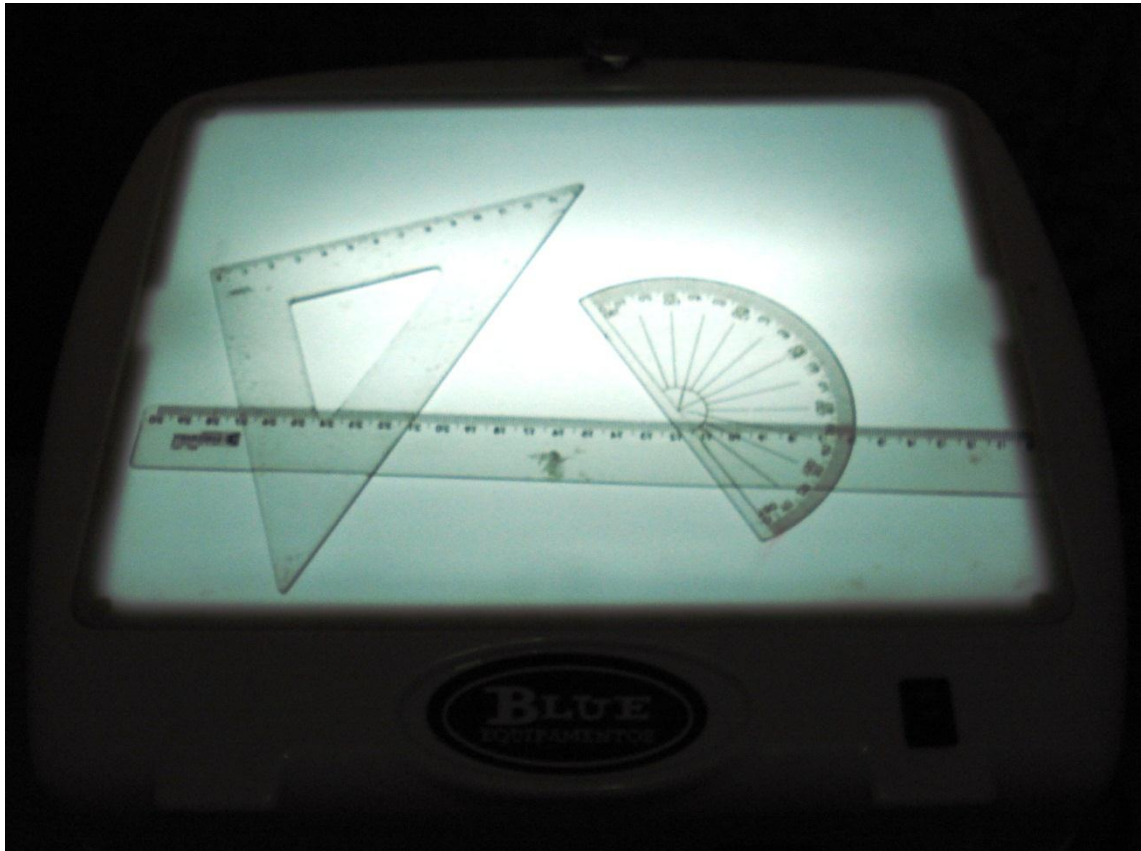


Fig. 04: Material Utilizado Traçado Manual

4.2.2 Método Computadorizado

A análise computadorizada fez uso do software Dentofacial Planner versão 7.02, que permite a transferência dos pontos marcados no traçado manual para o computador, por meio de uma mesa digitalizadora seguindo pontos previamente marcados no papel Ultraphan (G&H Wire Company). Foi utilizado também o software Dolphin Imaging versão 11.0 que efetua as análises em radiografias laterais previamente digitalizadas.

Foram marcados, em cada traçado, os pontos cefalométricos necessários à Análise Padrão USP. Os traçados foram realizados por duas vezes em cada telerradiografia, com intervalo de um mês entre a primeira e a segunda medições de cada radiografia visando garantir a confiabilidade das marcações.

Foram selecionadas, então, treze medidas: SNA, SNB, ANB, Co-Gn, FMA, SN.GoGn, AFAl, 1.NA, 1-NA,1.NB, 1-NB, SN.OCL, Co-A, tendo em vista a sua grande importância no auxílio do diagnóstico e plano de tratamento ortodôntico.

Para uso no programa Dolphin Imaging, as telerradiografias foram escaneadas com o auxílio de um scanner de mesa Microtek, modelo ScanMaker i800 (9600 x 4800 dpi, da Microtek International, Inc., Carson, CA, EUA) com uma resolução mínima de 300 dpi e acopladas a um microcomputador.



Fig. 05: Scanner Microtek ScanMaker i800

Procedeu-se a cefalometria com o uso de software de Ortodontia. A marcação dos pontos quando do uso do programa Dolphin Imaging, também foi executada em ambiente escurecido, obedecendo a sequência estabelecida pelo programa. Quando no uso do programa Dentofacial Planner, primeiramente foi efetuada a marcação dos pontos sobre uma folha de papel Ultraphan (G&H Wire Company), de forma similar ao método manual, pontuando-se os cefalogramas na sequência previamente estabelecida pelo programa, para após então serem digitalizados com o auxílio de uma mesa digitalizadora.

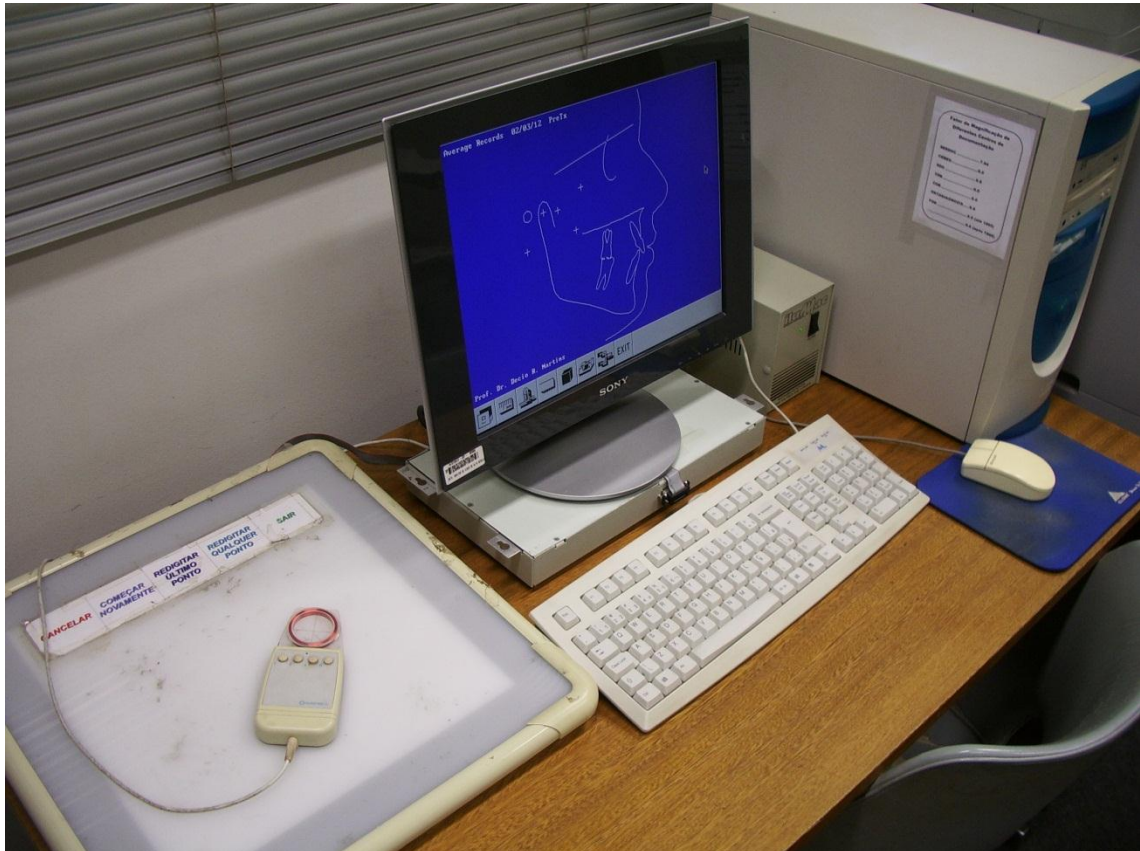


Fig. 06: Mesa Digitalizadora DentoFacial Planner

Os traçados manuais e digital nos programas Dolphin Imaging versão 11.0 foram executados no laboratório de pesquisa do mestrado da Faculdade Ingá – UNINGÁ – Maringá – PR, enquanto os traçados realizados no programa Dentofacial Planner versão 7.02, foram realizados no laboratório de pesquisa da Faculdade de Odontologia FOB – USP – Bauru - SP.

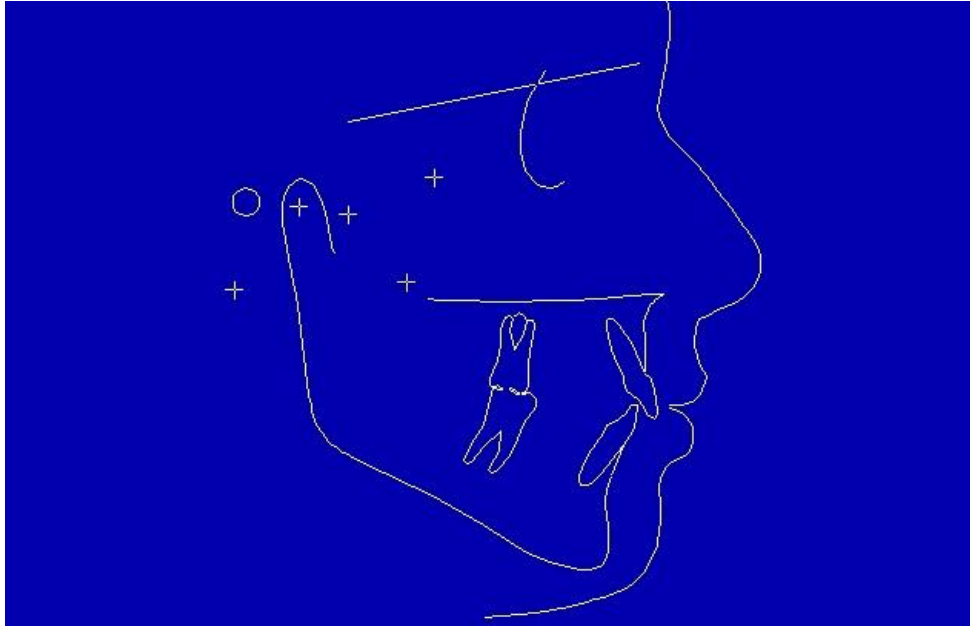


Fig. 07: Traçado Programa DentoFacial Planner

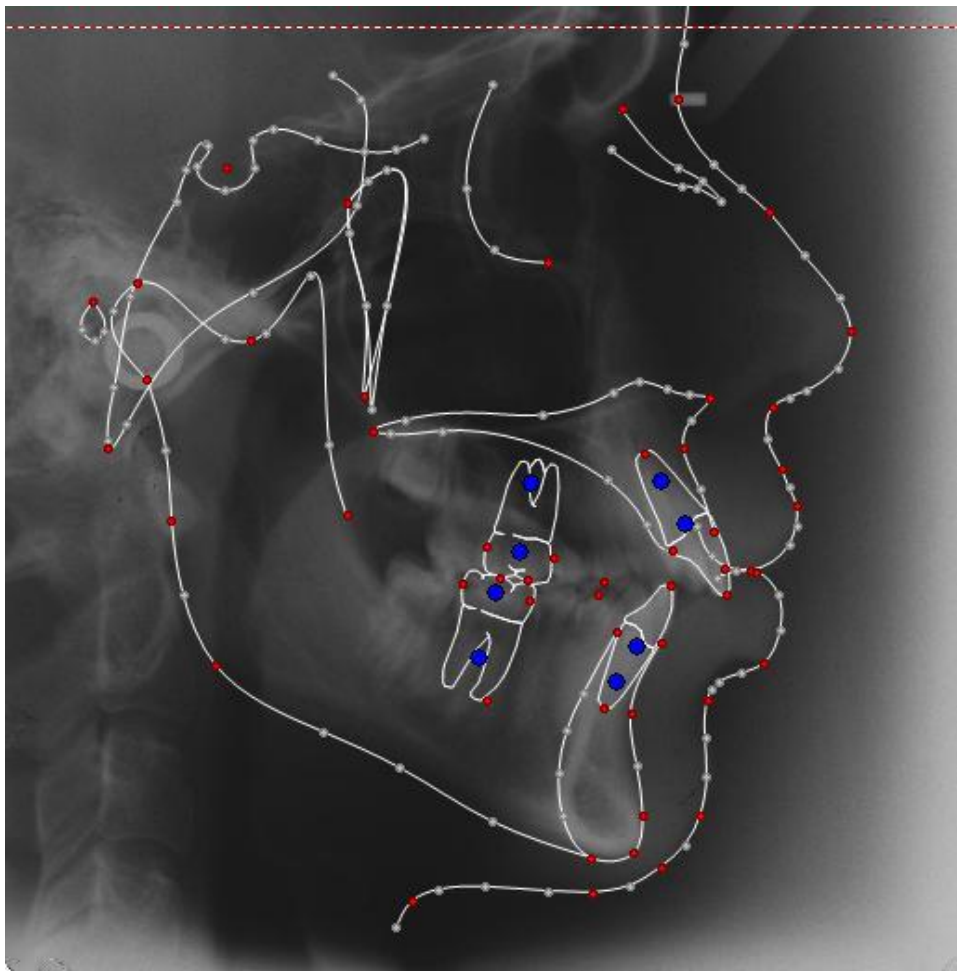


Fig. 08: Traçado Programa Dolphin Imaging

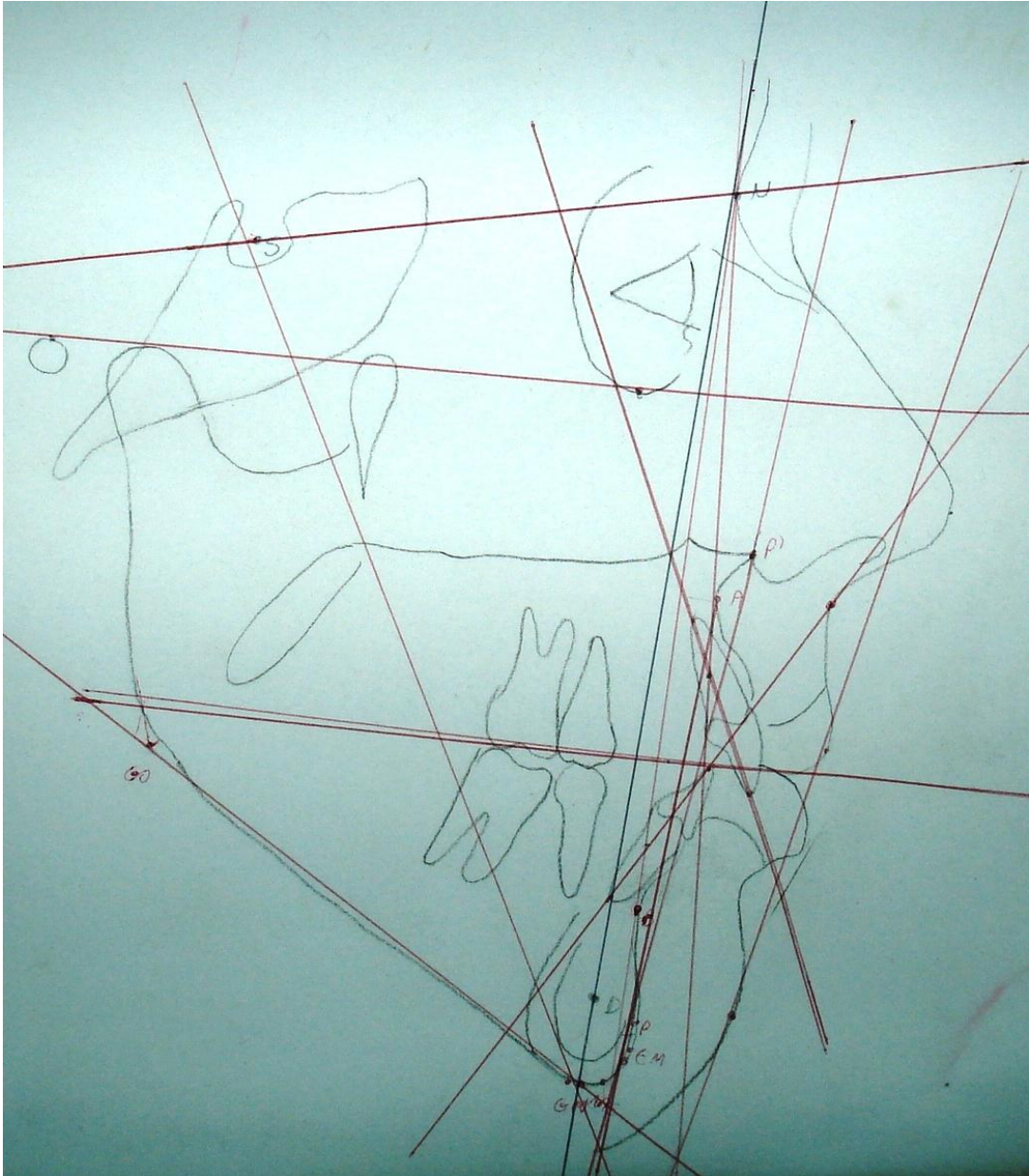


Fig. 09: Traçado Manual sobre Papel Ultraphan G&H Wire Company

4.2.3 Método estatístico

4.2.3.1 Erros do Método

Todas as radiografias foram avaliadas e traçadas por um único examinador, previamente calibrado com 10 telerradiografias em norma lateral em cada método para realizar as medições tanto na forma manual, quanto nos dois programas computadorizados envolvidos na pesquisa.

Para a avaliação do erro inter-examinador, foram realizadas novamente todas as marcações em todas as 45 telerradiografias, somando-se um total de 90 marcações para cada método.

Após a realização dos traçados os dados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente através do “t dependente” para avaliar o erro intragrupo.

4.2.3.2 Comparações Entre os Grupos

Para comparação dos valores obtidos nos três grupos, relativos às médias dos índices iniciais, finais e a diferença entre o início e o final, utilizou-se a análise de variância – Anova, seguida pelo teste de Tukey, para a comparação individual intergrupos.

A análise estatística foi realizada com o programa Statistica for Windows (Statistica for Windows – Release 7.0 - Copyright Statsoft, Inc. 2005).

Os resultados foram considerados estatisticamente significantes para $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

Após a tabulação dos dados, chegou-se aos resultados que são apresentados nas tabelas 1 a 4.

Tabela 1. Resultados do erro do traçado manual, comparando a primeira e a segunda medições (teste t dependente) (N=45)

Variáveis	1a medição		2a medição		P
	Média	DP	Média	DP	
SNA (°)	81,48	3,83	81,23	3,90	0,056
SNB (°)	77,74	3,45	77,63	3,47	0,390
ANB (°)	3,74	2,45	3,62	2,24	0,439
Co-A (mm)	95,73	4,72	95,66	5,04	0,755
Co-Gn (mm)	125,04	6,34	124,72	6,76	0,102
FMA (°)	23,01	4,92	22,87	5,09	0,387
SN.GoGn (°)	29,85	4,90	30,75	4,99	0,000*
SN.Ocl (°)	14,26	3,69	14,28	3,68	0,894
AFAI (mm)	74,35	5,24	73,97	5,45	0,020*
1-NA (mm)	6,55	4,08	6,24	3,90	0,017*
1.NA (°)	23,25	7,25	23,11	7,10	0,379
1-NB (mm)	7,00	3,09	6,65	3,01	0,000*
1.NB (°)	28,64	6,36	28,26	6,32	0,007*

* Estatisticamente significativa para $P < 0,05$

Tabela 2. Resultados do erro do traçado no programa Dentofacial Planner, comparando a primeira e a segunda medições (teste t dependente) (N=45)

Variáveis	1a medição		2a medição		P
	Média	DP	Média	DP	
SNA (°)	79,92	5,22	80,11	5,54	0,292
SNB (°)	74,82	4,35	74,93	4,58	0,318
ANB (°)	5,09	2,36	5,17	2,42	0,303
Co-A (mm)	78,88	3,47	78,81	3,52	0,248
Co-Gn (mm)	127,64	5,81	127,97	6,07	0,020*
FMA (°)	28,98	4,97	28,99	4,98	0,869
SN.GoGn (°)	40,02	6,20	39,85	6,67	0,454
SN.Ocl (°)	19,66	4,97	19,56	4,96	0,554
AFAI (mm)	75,30	4,93	75,30	5,04	0,976
1-NA (mm)	2,04	2,98	2,02	3,06	0,809
1.NA (°)	23,11	5,55	22,96	5,53	0,271
1-NB (mm)	5,33	2,83	5,46	2,95	0,086
1.NB (°)	30,69	7,32	30,59	7,26	0,419

* Estatisticamente significativa para $P < 0,05$

Tabela 3. Resultados do erro do traçado no programa Dolphin Imaging, comparando a primeira e a segunda medições (teste t dependente) (N=45)

Variáveis	1a medição		2a medição		P
	Média	DP	Média	DP	
SNA (°)	87,03	4,47	86,36	4,28	0,002*
SNB (°)	80,59	3,39	79,69	3,37	0,000*
ANB (°)	6,44	3,12	6,65	2,97	0,230
Co-A (mm)	101,88	5,17	102,03	5,75	0,756
Co-Gn (mm)	128,71	6,76	129,06	7,46	0,326
FMA (°)	26,00	5,12	26,40	5,30	0,102
SN.GoGn (°)	30,52	5,05	30,81	5,09	0,005*
SN.Ocl (°)	13,92	3,62	14,60	3,37	0,001*
AFAI (mm)	73,78	5,12	73,87	4,97	0,693
1-NA (mm)	1,50	3,91	1,40	3,68	0,513
1.NA (°)	21,17	6,85	21,83	6,25	0,158
1-NB (mm)	6,39	3,09	6,44	3,19	0,791
1.NB (°)	28,60	6,07	29,32	6,51	0,114

* Estatisticamente significativa para $P < 0,05$

Tabela 4. Resultados do teste Anova a um critério de seleção, e teste de Tukey quando necessário, para comparação do erro médio dos 3 tipos de traçados, manual, Dentofacial Planner e Dolphin Imaging (N=45).

Variáveis	Manual	Dentofacial	Dolphin	P
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	
SNA (°)	-0,25 (0,87) ^{AB}	0,19 (1,20) ^A	-0,67 (1,42) ^B	0,003*
SNB (°)	-0,11 (0,85) ^A	0,11 (0,75) ^A	-0,90 (1,15) ^B	0,000*
ANB (°)	-0,12 (1,50) ^A	0,08 (0,54) ^A	0,20 (1,14) ^A	0,254
Co-A (mm)	-0,06 (1,42) ^A	-0,06 (0,35) ^A	0,15 (3,24) ^A	0,848
Co-Gn (mm)	-0,32 (1,29) ^A	0,32 (0,91) ^A	0,35 (2,40) ^A	0,094
FMA (°)	-0,13 (1,02) ^A	0,01 (0,45) ^A	0,39 (1,60) ^A	0,073
SN.GoGn (°)	0,90 (1,69) ^A	-0,16 (1,50) ^B	0,56 (1,29) ^{AB}	0,003*
SN.Ocl (°)	0,02 (1,11) ^A	-0,09 (1,07) ^A	0,67 (1,32) ^B	0,004*
AFAI (mm)	-0,37 (1,05) ^A	0,00 (0,51) ^A	0,08 (1,46) ^A	0,099
1-NA (mm)	-0,31 (0,84) ^A	-0,01 (0,49) ^A	-0,18 (1,83) ^A	0,510
1.NA (°)	-0,14 (1,90) ^A	-0,15 (0,93) ^A	0,65 (3,07) ^A	0,082
1-NB (mm)	-0,34 (0,55) ^A	0,13 (0,51) ^B	0,04 (1,11) ^B	0,009*
1.NB (°)	-0,37 (0,90) ^A	-0,10 (0,87) ^{AB}	0,71 (2,99) ^B	0,017*

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Radiografias:

É consenso entre os autores que a Cefalometria permite a análise de estruturas anatômicas craniofaciais, identificando anomalias e alterações de tamanho, forma e relação espacial, sendo um método bastante utilizado no diagnóstico e no plano de tratamento ortodôntico, além de permitir o estudo das modificações produzidas pelo tratamento ortodôntico.(ÁGUILA, 1997; NETO, 2000; VILELA, 1998)

A análise radiográfica é de fundamental importância para o estabelecimento de um correto diagnóstico, planejamento e tratamento dos casos.

Apesar de alguns inconvenientes da técnica radiográfica convencional – tais como processamento químico e armazenamento –, deve-se convir que os filmes mostram-se como um método acessível e bem aceito para arquivar imagens obtidas.(ABRAHÃO et al., 2009)

Como a padronização é essencial em estudos comparativos, os procedimentos foram realizados por um único operador. O traçado manual de todas as 45 radiografias, foi realizada de forma aleatória, de acordo com Houston.(HOUSTON, 1983) Como para a sequência dos métodos computadorizados, onde foi tomado o cuidado para cada ponto de selecionado representar o seu correspondente manual. O processo de identificação, em ambos os métodos manual e computadorizado, foi realizada com baixa luminosidade e sob as mesmas condições.

A utilização das imagens digitais na ortodontia tem proporcionado muitos benefícios para o melhor desempenho e a economia de tempo da prática clínica diária.(BRANGELI et al., 2000)

Com o avanço tecnológico, surgiu o método computadorizado de análise cefalométrica que passou a ter grande participação no cotidiano do Ortodontista. Em razão da grande aceitação do método computadorizado, estudos fizeram-se

necessários para comparar a eficiência deste método em relação ao método convencional de traçado cefalométrico.

Diversas pesquisas foram realizadas com o intuito de avaliar a precisão do método computadorizado em relação aos manuais, obtendo resultados variados. Alguns trabalhos não encontraram diferenças significantes (BRANGELI et al., 2000; MALINE; GUEDES, 1994; MARTINS et al., 1995; NETO, 2000; TRAJANO et al., 2000), outros apontaram menor quantidade de erros no computadorizado (ALBUQUERQUEJR.; ALMEIDA, 1998; DANA et al., 2004) e preconizaram o seu uso devido à redução de tempo da análise cefalométrica e confiabilidade dos dados obtidos.

De acordo com Geelen et al. (GEELEN et al., 1998), qualidade de imagem já está determinado durante a exposição de filmes analógicos e processamento de imagem, e pouco pode ser feito para posteriormente melhorar a qualidade da imagem. (SAYINSU et al., 2007)

Devemos ainda ressaltar a grande diminuição de tempo dispensado para a realização das mensurações das grandezas cefalométricas, proporcionada pela cefalometria computadorizada. (BRANGELI et al., 2000)

Estatística e Erro:

Segundo o Dicionário de Língua Portuguesa Aurélio: “ESTATÍSTICA: 1 Parte da matemática em que se investigam processos de obtenção, organização e análise de dados sobre uma coleção de seres quaisquer, e métodos de tirar conclusões e fazer previsões com base nesses dados. 2 Conjunto de elementos numéricos relativos a um fato social.”

A estatística não é uma ferramenta matemática que nos informa sobre o quanto de erro nossas observações apresentam sobre a realidade pesquisada. A estatística baseia-se na medição do erro que existe entre a estimativa de quanto uma amostra representa adequadamente a população da qual foi extraída. Assim o conhecimento de teoria de conjuntos, análise combinatória e cálculo são indispensáveis para compreender como o erro se comporta e a magnitude do

mesmo. É o erro (erro amostral) que define a qualidade da observação e do delineamento experimental.

Estatística forma uma ferramenta chave nos negócios e na industrialização como um todo. É utilizada a fim de entender sistemas variáveis, controle de processos, custos financeiros e de qualidade e para sumarização de dados e também tomada de decisão baseada em dados. Em nessas funções ela é uma ferramenta chave, e é a única ferramenta segura.

A mensuração de variáveis quantitativas é um procedimento muito frequente nos métodos de pesquisas da área da Odontologia, especialmente na Ortodontia, por se constituírem num conjunto de medidas lineares e angulares, obtidas em radiografias padronizadas, a partir de procedimentos manuais ou computadorizados, com o propósito de determinar variações e interpretar a expressão geométrica da morfologia craniofacial humana, imprescindível para o ortodontista efetuar um tratamento em seu consultório ou clínica.

Define-se como erro de uma medida a diferença entre o valor obtido no processo de sua efetivação e o valor verdadeiro da magnitude medida. Efetuando-se várias medidas de certa grandeza sob as mesmas condições, o valor verdadeiro dessa grandeza pode ser substituído pela média dessas medidas. Dois tipos de erro podem ocorrer em mensurações realizadas em um objeto qualquer: erro sistemático, ou constante, e erro casual, também denominado aleatório ou acidental.(MENDES; SANTOS-PINTO, 2007)

De acordo com Albuquerque-Júnior e Almeida(ALBUQUERQUEJR.; ALMEIDA, 1998) em (PAIXÃO et al., 2010), o operador interfere significativamente nos efeitos sistemáticos, afetando a reprodutibilidade dos valores cefalométricos. Para Silveira e Silveira(DA SILVEIRA; SILVEIRA, 2006), um método de controle do erro na replicação de mensurações cefalométricas é a calibração direta dos operadores; devendo, portanto, ser incluída em todo experimento científico.(PAIXÃO et al., 2010)

Segundo Rodrigues em Mendes(MENDES; SANTOS-PINTO, 2007), erro sistemático é o erro devido a fatores que, agindo da mesma maneira sobre um instrumento ou sobre um processo de mensuração ou ainda sobre o operador, afeta

os resultados no mesmo modo. Na expressão afetar os resultados do mesmo modo significa que o valor médio $\mu(x)$ ou superestimar ou subestimar a grandeza X. Esse autor define também o erro aleatório como o erro em que, devido ao concurso de um grande número de fatores, a diferença entre a medida e a grandeza mensurada - expressão - ora é positiva ora é negativa e que, quanto maior for o número de medidas efetuadas, a soma algébrica dessas diferenças tende mais nitidamente a anular-se e o conjunto dessas diferenças se sujeita a uma determinada lei de distribuição de probabilidade, conhecida como distribuição Normal ou Curva de Gauss-Laplace.

Neste trabalho, foram cometidos erros sistemáticos, o que é normal ocorrer em qualquer medição cefalométrica realizada por qualquer examinador, por mais experiente que ele seja. Então, uma série de medidas pode diferir sistematicamente de uma série feita num tempo diferente. Isto pode ter ocorrido entre a medição manual e a medição por computador, o que pode ter contribuído para as várias diferenças significativas entre estas médias.(HOUSTON, 1983)

Ao analisar-se as vantagens e desvantagens da utilização dos diferentes métodos de traçado cefalométrico, pode-se inferir que o método de traçado manual, também denominado convencional, vem a ser um dos mais estudados em relação à confiabilidade de obtenção da localização dos pontos cefalométricos e de medições propriamente ditas.(ADENWALLA; KRONMAN; ATTARZADEH, 1988; ALBUQUERQUEJR.; ALMEIDA, 1998; BARRETT; BROWN; MCNULTY, 1968; BASKIN; CISNEROS, 1997; ELSASSER, 1947)

A análise radiográfica é de fundamental importância para o estabelecimento de um correto diagnóstico, planejamento e tratamento dos casos. Nos grandes erros da cefalometria convencional, podemos incluir os erros de projeção dos pontos e os erros de marcação dos mesmos. A mais importante fonte de erro é a incerteza na identificação do ponto e o erro intra-examinador que geralmente é menor que o erro inter-examinador. Quando levamos em conta a vantagem da cefalometria digital, questionamos se a imagem digital produz o mesmo nível de desempenho em termos de identificação dos pontos quando comparado com o filme radiográfico convencional.(CHEN et al., 2000)

Erros em telerradiografias são comuns e podem ocorrer mesmo com operadores experientes. Medidas comparativas são cinco vezes mais precisas do que a identificação individual dos pontos cefalométricos.(FERREIRA; TELLES CDE, 2002; GONCALVES et al., 2006)

As análises utilizadas são de extrema importância na análise estatística, pois visam avaliar de forma primeiramente isolada se houve erro do próprio examinador em cada grupo (Teste T dependente) para só então avaliar os grupos entre si (ANOVA e Tukey).

O trabalho de Brangeli et al.(BRANGELI et al., 2000) constatou que para a maior parte das medidas (quase a totalidade) não há diferença estatisticamente significativa entre a medição manual e por computador.(SCHLICKMANN; MORO; ANJOS, 2008)

Dados:

Para a captação de dados, utilizamos três métodos distintos, o traçado manual, o programa Dolphin Imaging, e o programa Dento Facial Planner, ambos de uso computadorizado. O traçado manual foi escolhido por ser o método até hoje mais utilizado por grande parte dos ortodontistas para fins de diagnóstico e plano de tratamento. Já os programas Dolphin e Dento Facial, tiveram sua escolha baseada no fato de serem os programas mais utilizados e conhecidos atualmente, embora existam diversos programas para os mesmos fins de cefalometria. Ambos os programas tem uma boa aceitação por parte dos ortodontistas e até onde sabemos grande confiabilidade em seus dados apresentados.

Os trabalhos relacionados ao tema e com propósito semelhante ao da presente pesquisa, revisados na literatura, mostram a falta de critérios com relação à escolha de pontos cefalométricos e medições angulares e lineares ideais para compor trabalhos dessa natureza.(CHEN et al., 2000; CHEN et al., 2004; DANA et al., 2004; DAVIS; MACKAY, 1991; NIMKARN; MILES, 1995; TRAJANO et al., 2000)

O método manual exigiu um consumo maior de tempo, porém equivalente ao programa DentoFacial Planner, e menor que o programa Dolphin, devido a etapa de

localização dos pontos realizado sobre o papel Ultraphan. O método manual é o mais comum para a realização de traçados, identificação de pontos, mensuração de distâncias e ângulos entre a localização dos pontos, porém apresenta uma alta possibilidade de erro.(GUEDES et al., 2010)

Os erros encontrados nos métodos da nossa pesquisa, demonstra a aparente ausência de acurácia das medidas não ocorre em virtude do método empregado, mas da provável incerteza no momento da localização dos pontos, que ocorre em qualquer uma das técnicas, o que torna a cefalometria computadorizada tão reproduzível e incerta quanto o traçado manual convencional.(BRANGELI et al., 2000)

Diversas pesquisas foram realizadas com o intuito de avaliar a precisão do método computadorizado em relação aos manuais, obtendo resultados variados. Alguns trabalhos não encontraram diferenças significantes(BRANGELI et al., 2000; MALINE; GUEDES, 1994; MARTINS et al., 1995; NETO, 2000; TRAJANO et al., 2000), outros apontaram menor quantidade de erros no computadorizado(ALBUQUERQUEJR.; ALMEIDA, 1998; DANA et al., 2004) e preconizaram o seu uso devido à redução de tempo da análise cefalométrica e confiabilidade dos dados obtidos.(CORREIA et al., 2008)

Resultados:

Albuquerque et al. em Brangeli,(BRANGELI et al., 2000) encontraram que o fator operador interfere bastante na incorporação de erros sistêmicos, que dependem de vários fatores, como a experiência dos operadores, a calibração dos equipamentos utilizados e os pontos e medidas analisados.(ALBUQUERQUEJR.; ALMEIDA, 1998)

Os erros podem ser incorporados nos traçados cefalométricos por qualquer método utilizado, seja ele convencional/manual ou por um método computadorizado. De acordo com vários estudos(ALBUQUERQUEJR.; ALMEIDA, 1998; COHEN, 1984; COOKE; WEI, 1991; GRAVELY; BENZIES, 1974; HOUSTON, 1983; HOUSTON et al., 1986; KAMOEN; DERMAUT; VERBEECK, 2001; MIDTGARD; BJORK; LINDER-ARONSON, 1974), tais erros podem ocorrer devido a falhas

envolvendo a projeção dos pontos cefalométricos, má qualidade de imagem, as diferenças entre os operadores (por exemplo, durante a obtenção radiográfica, o que pode levar ao posicionamento incorreto do paciente).

Alguns pontos cefalométricos são normalmente sujeitos a erro porque eles são de difícil localização tornando-os menos confiáveis.(BRANGELI et al., 2000; CHEN et al., 2000; DAVIS; MACKAY, 1991; FILHO et al., 2002; MIDTGARD; BJORK; LINDER-ARONSON, 1974; SANDLER, 1988; TRPKOVA et al., 1997)

Na ortodontia moderna, medições quantitativas, sistemática e objetiva com base em pontos de referência localizados em tecidos duros e moles em determinados filmes cefalométricos são usados diariamente na prática clínica. Precisão e reprodutibilidade em dados obtidos a partir da cefalometria é importante para o ortodontista. Erros em métodos convencionais surgem da identificação dos pontos cefalométricos e medição. O progresso na tecnologia de computação em Ortodontia não só resultou em facilidade de arquivamento, manipulação, transmissão de imagens, bem como a possibilidade de realce, mas também levantou questões sobre a validade da cefalometria digital.(FORSYTH; SHAW; RICHMOND, 1996; FORSYTH et al., 1996; HOUSTON et al., 1986)

Neste trabalho, algumas medidas apresentaram diferenças estatisticamente significativas quando comparadas a primeira e segunda medição.

Manual:

Na tabela 1, temos os resultados dos traçados manuais, quando comparados na primeira e segunda medições, onde é possível observar resultados estatisticamente significantes para valores como SNGoGn, AFAI, 1-NA, 1-NB e 1.NB. Um erro relativamente alto, sendo 5 das 13 medidas utilizadas, ou 38,46%.

O que demonstra uma certa dificuldade na identificação e marcação dos pontos para a correta aferição dos valores cefalométricos. Esta dificuldade em localizar os pontos no traçado manual, deve ser levada em consideração pois pode atrapalhar no correto diagnóstico ortodôntico.

Dento Facial Planner:

Na tabela 2, onde temos os resultados do programa Dento Facial Planner, praticamente não obtivemos um erro sistemático, obtivemos o erro em apenas um valor cefalométrico, apenas no valor CoGn, ou 7,69%.

Dolphin:

Na tabela 3, temos os resultados do programa Dolphin Imaging, onde tivemos um erro sistemático semelhante ao do traçado manual, porem apenas 4 valores cefalometricos tiveram significância estatística, entre eles SNA, SNB, SNGoGn, SNOcl, ou 30,76%. Esse erro pode ter ocorrido devido a sensibilidade do programa na hora da identificação dos pontos.

Com relação à medida angular SNGoGn, apesar de ser uma medida que envolve o ponto N, o qual é de difícil localização em ambos os métodos, a mesma não se mostra estatisticamente diferente quando utilizado o programa Dento Facial Planner, e apresenta um resultado estatisticamente significativo quando do traçado manual e do uso do programa Dolphin Imaging.(FERREIRA; TELLES CDE, 2002; VASCONCELOS et al., 2006)

Para as medidas lineares 1-NA e 1-NB, em que há necessidade de localização dos pontos A e B – para os quais verificamos igual dificuldade de identificação adequada tanto pelo método manual, obtivemos diferenças estatisticamente significativas quando comparadas a primeira e segunda medições. Enquanto pelo método computadorizado, quando do uso de ambos os programas não houve diferenças estatisticamente significativas quando comparadas as medidas iniciais e finais.(FERREIRA; TELLES CDE, 2002)

A medida angular 1.NB da mesma forma que as medidas lineares, somente apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparada as medidas iniciais com as finais, no traçado manual, apresentando menos confiabilidade que os programas computadorizados.(FERREIRA; TELLES CDE, 2002)

A principal dificuldade observada quando da localização da localização dos pontos nos ápices dentários dos incisivos, onde a imagem digitalizada oferece tons de cinza que se confundem nesta região.(VASCONCELOS et al., 2006)

Um estudo de Gravely(GRAVELY; BENZIES, 1974) revelou que a análise cefalométrica computadorizada não introduz erro nas medições, ainda mais quando a localização dos pontos de referência é determinada pela mão do operador. No entanto, outra pesquisa mostrou que existem diferenças estatisticamente significativas nas identificações dos pontos cefalométricos entre telerradiografias originais e digitalizadas.(CHEN et al., 2000)

7 CONCLUSÃO

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos através da metodologia utilizada na presente pesquisa, conclui-se que:

Os tres métodos cefalométricos se mostraram precisos, pois apresentaram poucos erros sistemáticos.

O método computadorizado que utiliza o programa Dentofacial Planner, foi o programa que apresentou maior confiabilidade, seguido do método manual, sendo o programa Dolphin Imaging o menos eficaz e mais susceptível a apresentar erros sistemáticos na identificação dos pontos.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- 1 Abrahão TSK, Goldenberg FC, Tacola CG, Sannomiya EK. Avaliação qualitativa entre as radiografias cefalométricas laterais digital e convencional. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2009;v. 14:p. 60-8.
 - 2 Adenwalla ST, Kronman JH, Attarzadeh F. Porion and condyle as cephalometric landmarks--an error study. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1988 Nov;94(5):411-5.
 - 3 Águila F. Manual de Cefalometria. São Paulo: Santos 1997.
 - 4 Albuquerque Jr. H, Almeida H. Avaliação do erro de reprodutibilidade dos valores cefalométricos aplicados na filosofia de Tweed-Marrifield, pelos métodos computadorizado e convencional Ortodontia 1998;31((3)):18-30.
 - 5 Barrett MJ, Brown T, McNulty EC. A computer-based system of dental and cranio-facial measurement and analysis. Aust Dent J. 1968 Jun;13(3):207-12.
 - 6 Baskin HN, Cisneros GJ. A comparison of two computer cephalometric programs. J Clin Orthod. 1997 Apr;31(4):231-3.
 - 7 Brangeli LAM, Castanha JF, Vasconcelos MHF, Janson G. Estudo comparativo da análise cefalométrica pelo Método Manual e Computadorizado. Rev APCD. 2000;54((3)):234-41.
 - 8 Broadbent BH. A new x-ray technique and its application to Orthodontia. . The Angle orthodontist. 1931 Apr. 1931;v. 1(no. 2):p. 45-66.
 - 9 Bruntz LQ, Palomo JM, Baden S, Hans MG. A comparison of scanned lateral cephalograms with corresponding original radiographs. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006 Sep;130(3):340-8.
 - 10 Chen SK, Chen YJ, Yao CC, Chang HF. Enhanced speed and precision of measurement in a computer-assisted digital cephalometric analysis system. The Angle orthodontist. 2004 Aug;74(4):501-7.
-

- 11 Chen YJ, Chen SK, Chang HF, Chen KC. Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. *The Angle orthodontist*. 2000 Oct;70(5):387-92.
 - 12 Chen YJ, Chen SK, Yao JC, Chang HF. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. *The Angle orthodontist*. 2004 Apr;74(2):155-61.
 - 13 Cohen AM. Uncertainty in cephalometrics. *Br J Orthod* 1984;11 44-8.
 - 14 Cooke MS, Wei SHY. Cephalometric errors: A comparison between repeat measurements and retaken radiographs. *Aust Dent J* 1991;36((1)):38-43.
 - 15 Correia AC, Melo MdFBd, Barreto GM, Oliveira JLGd, Santos TdS. Estudo Comparativo entre Cefalometria Manual e Computadorizada em Telerradiografias Laterais. *Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-fac*. 2008 abr./jun;v.8(n.2):p. 61 - 8.
 - 16 da Silveira HL, Silveira HE. Reproducibility of cephalometric measurements made by three radiology clinics. *The Angle orthodontist*. 2006 May;76(3):394-9.
 - 17 Damstra J, Huddleston Slater JJ, Fourie Z, Ren Y. Reliability and the smallest detectable differences of lateral cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. Nov;138(5):546 e1-8; discussion -7.
 - 18 Dana JM, Goldstein M, Burch JG, Hardigan PC. Comparative study of manual and computerized cephalometric analyses. *J Clin Orthod*. 2004 May;38(5):293-6.
 - 19 Davis DN, Mackay F. Reliability of cephalometric analysis using manual and interactive computer methods. *British journal of orthodontics*. 1991 May;18(2):105-9.
 - 20 Decker JD, Bollen AM, Chen CS. A model for digital archiving of radiographs into a searchable database. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 Dec;132(6):856-9.
 - 21 Dibbets JM, Nolte K. Effect of magnification on lateral cephalometric studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002 Aug;122(2):196-201.
 - 22 Elsasser WA. Correction of error in cephalometric head films with the compensator. *Journal of dental research*. 1947 Dec;26(6):450.
-

- 23 Ferreira JT, Telles Cde S. Evaluation of the reliability of computerized profile cephalometric analysis. *Brazilian dental journal*. 2002;13(3):201-4.
- 24 Filho EM, Cunha TCR, Moraes MEL, Morais LC. Avaliação do erro de medição estimado em grandezas cefalométricas obtidas pelo traçado manual. *J Bras Ortodon Ortop Facial* 2002;7((37)):34-43.
- 25 Forsyth DB, Shaw WC, Richmond S. Digital imaging of cephalometric radiography, Part 1: Advantages and limitations of digital imaging. *The Angle orthodontist*. 1996;66(1):37-42.
- 26 Forsyth DB, Shaw WC, Richmond S, Roberts CT. Digital imaging of cephalometric radiographs, Part 2: Image quality. *The Angle orthodontist*. 1996;66(1):43-50.
- 27 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. *European journal of orthodontics*. 1998 Jun;20(3):331-40.
- 28 Goncalves FA, Schiavon L, Pereira Neto JS, Nouer DF. Comparison of cephalometric measurements from three radiological clinics. *Brazilian oral research*. 2006 Apr-Jun;20(2):162-6.
- 29 Gravely JF, Benzies PM. The clinical significance of tracing error in cephalometry. *British journal of orthodontics*. 1974 Apr;1(3):95-101.
- 30 Gravely JF, Benzies PM. The clinical significance of tracing error in cephalometry. *Br J Orthod* 1974;1((3)):95-101.
- 31 Guedes PdA, Souza JÉNd, Tuji FM, Nery ÊM. Estudo comparativo das análises cefalométricas manual e computadorizada. *Dental Press J Orthod*. 2010;v. 15:44-51.
- 32 Han UK, Kim YH. Determination of Class II and Class III skeletal patterns: receiver operating characteristic (ROC) analysis on various cephalometric measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998 May;113(5):538-45.
- 33 Hazey MA, 3rd, Ngan P, Reed H, Razmus T, Crout R, Kao E. Comparison of computer-generated, enhanced and conventional 2-dimensional radiographic imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Apr;135(4):463-7.
-

- 34 Hee Soo Oh, Edward L. Korn, Xiaoyun Zhang, Yan Liu, Tianmin Xu, Robert Boyd, et al. Correlations between cephalometric and photographic measurements of facial attractiveness in Chinese and US patients after orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009 December 2009;Volume 136(Number 6):762.e1-.e14.
- 35 Held CL, Ferguson DJ, Gallo MW. Cephalometric digitization: A determination of the minimum scanner settings necessary for precise landmark identification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001 May;119(5):472-81.
- 36 Houston WJ. The analysis of errors in orthodontic measurements. *American journal of orthodontics*. 1983 May;83(5):382-90.
- 37 Houston WJ, Maher RE, McElroy D, Sherriff M. Sources of error in measurements from cephalometric radiographs. *European journal of orthodontics*. 1986 Aug;8(3):149-51.
- 38 Kamoen A, Dermaut L, Verbeeck R. The clinical significance of error measurement in the interpretation of treatment results. *European journal of orthodontics*. 2001 Oct;23(5):569-78.
- 39 Leonardi R, Giordano D, Caltabiano M. Interactive online program to improve cephalometric tracing skills. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004 Aug;126(2):256-8.
- 40 Liu JK, Chen YT, Cheng KS. Accuracy of computerized automatic identification of cephalometric landmarks. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000 Nov;118(5):535-40.
- 41 Maline C, Guedes A. Cefalometria Manual e Computadorizada: Estudo Comparativo. *Rev Bras O d o n t o l*. 1994;51((4)):44-7.
- 42 Martins L, Pinto AS, Martins J, Mendes A. Erro de reprodutibilidade das medidas cefalométricas das análises de Steiner e de Rickets, pelo método convencional e pelo método computadorizado. *Ortodontia*. 1995;28((1)):4-17.
- 43 McClure SR, Sadowsky PL, Ferreira A, Jacobson A. Reliability of Digital Versus Conventional Cephalometric Radiology: A Comparative Evaluation of Landmark Identification Error. *Seminars in Orthodontics*. 2005;11:98-110.
-

- 44 Mendes AJD, Santos-Pinto Ad. Algumas diretrizes estatísticas para a avaliação do erro do método na mensuração de variável quantitativa. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2007;v. 12(n. 1):p. 78-83.
- 45 Midtgaard J, Bjork G, Linder-Aronson S. Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurements of cephalometric cranial distances. The Angle orthodontist. 1974 Jan;44(1):56-61.
- 46 Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007 Oct;132(4):550-60.
- 47 Neto MA. Avaliação da Variação nas grandezas Cefalométricas Obtidas pelo Método Manual Comparada com dois Métodos Digitais Indiretos da Análise de McNamara. JBO. 2000;5((28)):20-7.
- 48 Nimkarn Y, Miles PG. Reliability of computer-generated cephalometrics. The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery. 1995;10(1):43-52.
- 49 Paixão MB, Sobral MC, Vogel CJ, Araujo TMd. Estudo comparativo entre traçados cefalométricos manual e digital, através do programa Dolphin Imaging em telerradiografias laterais. Dental Press J Orthod. 2010;15:123-30.
- 50 Roden-Johnson D, English J, Gallerano R. Comparison of hand-traced and computerized cephalograms: landmark identification, measurement, and superimposition accuracy. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008 Apr;133(4):556-64.
- 51 Rodrigues CD, Silveira MMFd, 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;15:124-32.
- 52 Rudolph DJ, Sinclair PM, Coggins JM. Automatic computerized radiographic identification of cephalometric landmarks. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1998 Feb;113(2):173-9.
- 53 Sandler PJ. Reproducibility of cephalometric measurements. Br J Orthod 1988;15:105-10.
-

- 54 Santoro M, Jarjoura K, Cangialosi TJ. Accuracy of digital and analogue cephalometric measurements assessed with the sandwich technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Mar;129(3):345-51.
- 55 Sayinsu K, Isik F, Trakyali G, Arun T. An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings. *European journal of orthodontics.* 2007 Feb;29(1):105-8.
- 56 Schlickmann ICA, Moro A, Anjos Ad. Análise do perfil facial masculino adulto jovem, esteticamente agradável, em fotografias padronizadas: comparação da medição manual com a computadorizada. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* ,. 2008;v. 13 (n. 6):p. 98-107.
- 57 Silveira HL, Silveira HE, Dalla-Bona RR, Abdala DD, Bertoldi RF, von Wangenheim A. Software system for calibrating examiners in cephalometric point identification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Mar;135(3):400-5.
- 58 Trajano F, Pinto A, Ferreira A, Kato C, Cunha R, Viana F. Estudo comparativo entre os métodos de análise cefalométrica manual e computadorizada. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.* 2000 57-62.
- 59 Trpkova B, Major P, Prasad N, Nebbe B. Cephalometric landmarks identification and reproducibility: a meta analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Aug;112(2):165-70.
- 60 Vasconcelos MHF, Janson G, Freitas MRd, Henriques JFC. Avaliação de um programa de traçado cefalométrico. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2006 mar./abril 2006;v. 11(n. 2): p. 44-54.
- 61 Vilela O. *Manual de Cefalometria.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 1998.
- 62 Wahl N. Orthodontics in 3 millennia. Chapter 7: Facial analysis before the advent of the cephalometer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Feb;129(2):293-8.
- 63 Wenzel A, Gotfredsen E. Digital radiography for the orthodontist. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002 Feb;121(2):231-5; quiz 192.
- 64 Yu SH, Nahm DS, Baek SH. Reliability of landmark identification on monitor-displayed lateral cephalometric images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Jun;133(6):790 e1-6; discussion e1.
-

65 Zampieri RF, Henriques JFC, Freitas MRd, Janson GRP. Estudo comparativo entre técnicas de superposições cefalométricas totais. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2005 nov./dez. 2005;v. 10, n. 6, p. 141-156, nov./dez. 2005(n. 6):p. 141-56.
