



Universidade Norte do Paraná

**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
MESTRADO EM ODONTOLOGIA**

GIOVANI FIDELIS DE OLIVEIRA

**Confiabilidade dos métodos manual e digital para
análise cefalométrica**

Londrina 2010

GIOVANI FIDELIS DE OLIVEIRA

Confiabilidade dos métodos manual e digital para análise cefalométrica

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de Concentração Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Lima Navarro

Londrina
2010

GIOVANI FIDELIS DE OLIVEIRA

Confiabilidade dos métodos manual e digital para análise cefalométrica

Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração Ortodontia, com nota final igual a _____, conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

Prof.Dr.Ricardo Navarro
Prof.Orientador
Universidade Norte do Paraná (UNOPAR)

Prof.Dr.Helio Terada
Prof.Membro 2
Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Profa. Dra. Paula Vanessa Pedron Oltramari-Navarro
Profa. Membro 3
Universidade Norte do Paraná (UNOPAR)

Londrina, _____ de _____ de 2010

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

*Ao meu pai Milton Cândido de Oliveira, que pelo seu exemplo pessoal me ensinou a superar qualquer dificuldade, a acreditar no trabalho, no estudo e na disciplina, como base para todas as conquistas de **nossas vidas**. Ensinou-me a não desistir nunca, e sempre me apoiou de maneira incondicional em minha formação e na minha profissão.*

“Seu exemplo fala tão alto que às vezes não consigo ouvir tuas palavras.”

À minha mãe Silvína Fidelis de Oliveira, que também de maneira incondicional me ensinou a amar, me apresentou a FÉ, me ensinou uma maneira diferente de conquistar, através da força de um desejo e, infelizmente, cedo deixou saudades. Porém, está ainda sempre presente e marcante no meu dia-a-dia.

A vocês meu eterno amor, carinho e agradecimento.

A minha esposa Luciene, pela paciência e dedicação durante as extensas horas que precisei dispensar aos estudos e viagens deste curso. Pela companhia nestes 14 anos de união, sempre amiga, companheira, mulher, conselheira, sempre presente e motivadora nos momentos difíceis. Pelo apoio e estímulo em horas de dúvida nos meus projetos pessoais e profissionais. Pela admiração que passa nas atividades que exerço, sendo a motivação essencial para meu progresso pessoal, profissional e espiritual. Dedico este trabalho a você Luciene, o grande amor de minha vida.

As minhas filhas Mariana e Giovana, obrigado pela paciência que têm apresentado comigo, pelo amor enorme que me cercam e pelo sorriso que me espera a cada dia que volto do trabalho. Pelos ensinamentos que diariamente me apresentam, mediante a inocência de seus gestos.

Aos meus irmãos Milton e Vinícius, pelo apoio e amizade destes anos de convivência, pelo amor e carinho que compartilhamos até os dias atuais meu sincero agradecimento.

A Dalva e Salatiel sempre presentes incentivando cada passo desta caminhada.

Ao meu amigo-irmão e cunhado Erlon, pelo apoio em ceder sua morada nestes anos de curso durante minha estada em Londrina. Por todos os bons momentos compartilhados nestes 14 anos de convívio, meu sincero agradecimento.

À Darlene, Auro e Otália, que de maneira espetacular me auxiliaram nos dias em que estive nesta cidade. Fizeram-me sentir em casa, me ofereceram todo apoio possível e estrutura para que este sonho de realizar um curso de mestrado se tornasse real. O coração de vocês é grandioso e desejo muita paz e alegria na vida de vocês. Espero ter a oportunidade de retribuir tudo que fizeram por mim.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todos os dias lembrar-me que as maiores proezas são as que se cometem nas lutas silenciosas.

Há pessoas que se defendem denodadamente e em silêncio das arremetidas da pobreza e da infâmia.

Há triunfos nobres e anônimos que ninguém vê, nenhuma situação recompensa nem a fama apregoa...

Obrigado Senhor pela oportunidade de obter conhecimento.

Peço-Te humildade e sabedoria com responsabilidade.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

*Ao Prof. Dr. Ricardo de Lima Navarro, orientador desta pesquisa, meu agradecimento pela paciência em ensinar e motivar nos momentos de dificuldades. Pelos ensinamentos do programa *Dolphin Imaging* que me proporcionou uma nova maneira de visualizar a Ortodontia e os procedimentos ligados à Cirurgia Ortognática.*

Muito obrigado mestre, por não medir esforços e inclusive comprometer muitos momentos que deveriam ser dedicados ao seu descanso, em auxiliar-me neste trabalho. Em compreender minha limitação em etapas de meu aprendizado e ter a paciência de aguardar o próximo passo na minha curva de aprendizado.

Com grande orgulho Dr. Ricardo posso dizer que iniciei o curso conhecendo um professor e hoje ganhei um amigo.

A você meu sincero agradecimento.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. Renato Rodrigues de Almeida por minha inteira formação ortodôntica, desde os tempos da graduação, pela minha formação como especialista e agora como mestre em meu início da área docente, meu eterno obrigado.

Ao Prof. Dr. Marcio Rodrigues de Almeida, muito obrigado por todas as oportunidades que me apresentou nestes anos de convivência ortodôntica. Pelas portas que me abriu e pela gentileza em compartilhar sua enorme experiência clínica e docente. Você, meu amigo, é um grande exemplo para todos nós pela dedicação e paixão dedicada à Ortodontia.

À Prof. Dra. Ana Cláudia de Castro Ferreira Conti, pelas experiências compartilhadas, pela paciência e pelo exemplo na arte de ensinar.

À Prof. Dra. Paula Vanessa Pedron Oltramari-Navarro, muito obrigado pelo exemplo de persistência e dedicação demonstrado nestes 2 anos de curso, pela atenção disponibilizada à arte de ensinar e conseguir acender a lâmpada da curiosidade que todos os mestres deveriam ter o dom de despertar em seus pupilos. Pelas horas dedicadas ao auxílio deste estudo, muito obrigado.

Aos colegas de curso Emí, Vanessa, Gustavo, Samir, Guilherme, Henri, Karen, Daniela, Murilo, Leandra, pelos nobres momentos compartilhados.

À Universidade Norte do Paraná (UNOPAR), representada pela Chanceler Profa. Elisabeth Bueno Laffranchi e pela reitora Profa. Wilma Jandre Mello;

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, representada pelo Prof. Dr. Hélio Hiroshi Suguimoto;

Ao Centro de Ciências Biológicas Saúde, representado pelo Prof. Ruy Moreira da Costa Filho;

À Coordenadoria do Curso de Odontologia, representada pelo Prof. Dr. Alcides Gonini Jr.

A todos os funcionários da UNOPAR, por terem contribuído na realização desta Dissertação, em caráter especial as funcionárias Ledivina e Márcia.

Muito Obrigado!

Oliveira. GF. **Confiabilidade dos métodos manual e digital para análise cefalométrica**. 2010. 51 folhas. Dissertação, Mestrado em Odontologia, Área de concentração Ortodontia – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2010.

Resumo

O objetivo deste estudo foi comparar as medidas obtidas a partir do traçado manual, do traçado de telerradiografias digitalizadas e de telerradiografias obtidas a partir de tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC). Para tanto, foram selecionadas telerradiografias em norma lateral e TCFC de 80 pacientes com indicação para tratamento ortodôntico. Para o G1, as telerradiografias foram traçadas manualmente e avaliadas de acordo com o método convencional; para o G2, as telerradiografias foram digitalizadas e medidas utilizando-se o programa *Dolphin Imaging 11.0TM*; para o G3, realizaram-se medidas cefalométricas em telerradiografias obtidas a partir das TCFC, utilizando-se o mesmo programa. Trinta dias após a primeira avaliação, todos os exames foram retraçados pelo mesmo examinador. O tratamento estatístico avaliou cada método de forma individualizada, utilizando-se os testes “t” Pareado (erro sistemático) e teste de *Dahlberg* (erro casual), além de comparar os resultados obtidos entre os grupos (ANOVA, seguido pelo Teste de Tukey e coeficiente de correlação de Pearson). Os resultados obtidos demonstraram que os grupos 1, 2 e 3 apresentaram várias grandezas cefalométricas com diferenças significantes entre a primeira e a segunda avaliação, resultante da dificuldade em localizar determinados pontos anatômicos. Contudo, considerando todas as grandezas avaliadas, o método proposto para o G3 revelou a maior concordância entre a primeira e a segunda avaliação. Apesar das diferenças significantes observadas para os três métodos, os valores absolutos mostraram-se reduzidos, não apresentando relevância clínica. Todos os grupos demonstraram, ainda, correlação significativa entre os métodos para todas as grandezas avaliadas, o que demonstra que todos os métodos são válidos e viáveis para a realização de pesquisas científicas. Dessa forma, a realização de medidas cefalométricas em TCFC, utilizando-se o programa *Dolphin*, demonstrou-se um método preciso e reproduzível, e assim poderá ser utilizado em pesquisas futuras.

Palavras-chave: Ortodontia. Recursos digitais. Cefalometria. Tomografia computadorizada de feixe cônico. *Dolphin imaging*.

OLIVEIRA,GF. **Reliability of manual and digital methods for cephalometric analysis.** 2010. 51 folhas. Dissertação (Mestrado em Odontologia área de concentração Ortodontia) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2010.

ABSTRACT

This study aimed at evaluating the difference among three different forms of analysis: manual tracings (Group 1), digitalized cephalometries/OR teleradiographies from scanned cephalograms (Group 2), and digitalized cephalometries/OR teleradiographies from cone beam computed tomography (Group 3). To perform this analysis, 80 patients with a complete orthodontic examination, and, who were ready to undergo orthodontic treatment, were selected, and their cephalograms were analyzed manually, and through the Dolphin Imaging 11.0™ software. All measurements were performed under the same conditions, and retraced after a 30-day period. The data were analyzed regarding the sensitivity and precision of each method. To evaluate intra examiner errors, a paired “t” test was used, and to determine casual errors, that of Dahlberg was employed. The difference among the mean values was achieved through a one-way variance analysis for repetitive measurements, together with Tukey’s test. In addition, Pearson’s Correlation Coefficient was used to analyze the correlation among the groups. The results showed agreement in the analyses among the 3 groups, in that variations were small, and statistically insignificant for most of the cephalometric measurements. However, differences were found between the first and second measurements (T1 and T2) of each group, due to difficulty in locating certain anatomical points. With this study, it was possible to confirm that it is important to improve knowledge of digital imaging, and, also, that it is vital to carry out more controlled studies to ensure broader clinical applications.

Keywords: Orthodontics. Digital imaging. Cephalometry. Cone beam computed tomography. Dolphin imaging.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3. ARTIGO	25
4. CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	48

1 Introdução

1. INTRODUÇÃO

Durante muitos anos, o traçado cefalométrico manual foi a única ferramenta capaz de auxiliar o ortodontista para a obtenção de um correto diagnóstico e plano de tratamento. Porém, apresentava alguns equívocos, uma vez que se baseava apenas em dados angulares e lineares. Outra desvantagem recai sobre o dispendioso tempo para a execução destes traçados.

No final da década de 60 e início dos anos 70, o computador inicia seu auxílio na busca de informações quantitativas relativas ao diagnóstico e às mudanças no crescimento e desenvolvimento craniofacial. Contudo, nesta época a utilização deste recurso na ortodontia ainda era discreta. Apenas em 1985 os programas foram capazes de empregar imagens digitais, iniciando assim uma discussão sobre a captura, o armazenamento e o processamento destas imagens.

Desde então, a literatura ortodôntica passou a explorar cientificamente o assunto. Nesse sentido, Hing¹ desenvolveu o programa *Quick Ceph*, seguido por Oliver² com programa *Cardiff Cephalometrics*. Apenas em 1998, foi criado um método de identificação automática dos pontos cefalométricos utilizando espectroscopia espacial³.

É importante ressaltar, ainda, que dentro das inovações tecnológicas que transbordam na época, a busca pela padronização total de equipamento, pessoal e técnica, era fundamental para a excelência na realização de pesquisas científicas. Assim, os grandes centros que executavam suas pesquisas de forma analógica passavam a ser perguntar se haveria segurança em realizar a transição para o método digital.

Contudo, quais seriam as vantagens de uma conversão para o suporte digital? Sabe-se, em primeiro lugar, que a padronização gerada com o método digital parece ser muito superior em relação aos métodos analógicos, pois se estende recursos não prováveis no método de traçado manual como ampliação, correção de posição, alteração de brilho e contraste. Em adição, pode-se acrescentar sobre a calibração intrínseca desses programas que, ao se inserir qualquer fonte de imagem, o examinador é solicitado a calibrar as grandezas métricas do exame com o programa para, então, seguir com as análises, reduzindo sobremaneira erros quanto à magnificação das imagens geradas pelo cefalostato. Outro fator importante são os

filtros de imagem, os quais propiciam clarear ou tornar determinada superfície com aspecto sólido, ou ainda, aumentar sua translucidez, o que facilita a visão de estruturas específicas que nos exames convencionais dificilmente seriam visualizadas⁴.

Alguns trabalhos^{4, 5} discutem sobre a quantidade de radiação gerada por meio da aquisição em aparelhos digitais quando comparados aos analógicos. Além disso, os custos para a transformação digital ainda são altos, além de ser necessário tempo e dedicação para todos os que buscam trabalhar com esses recursos.

Dentre os vários programas utilizados na atualidade, encontra-se o *Dolphin Imaging* (*Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif*), o qual permite a avaliação de exames bi e tridimensionais. Adicionalmente, ele permite a geração de radiografia ortopantomográfica, anteroposterior e telerradiografia em norma lateral a partir de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Nesse sentido, observa-se uma crescente utilização destes programas para realização de traçados cefalométricos nas clínicas especializadas em radiologia e nos centros de pesquisa, devido à facilidade e versatilidade para a ortodontia. As ferramentas disponíveis nestes programas - contraste, brilho e, principalmente, os filtros de imagem - facilitam a identificação dos pontos cefalométricos, além de excluir as chances de imagens duplas em casos de assimetrias faciais. Assim, os tecidos moles e duros podem ser avaliados unilateralmente, de maneira individualizada. Sua utilidade abrange a especialidade de Cirurgia Ortognática, auxiliando na previsibilidade pós-operatória.

Apesar das inúmeras vantagens dos programas atuais, não existe consenso sobre qual a melhor maneira de realizar a migração da tecnologia analógica para a digital, Contudo, os profissionais devem estar preparados para que a transição se faça da maneira mais segura possível. Desta forma, o objetivo deste trabalho consistiu em comparar se haveria diferença nas medidas lineares e angulares obtidas por meio de traçado manual, telerradiografia digitalizada e telerradiografia obtida a partir de TCFC e mensuradas utilizando-se o programa *Dolphin Imaging 11.0* (*Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif*) como ferramenta de análise cefalométrica. Observou-se, ainda, qual dos três métodos apresentava maior fidelidade.

2 *Revisão*

Bibliográfica

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desenvolvimento da tecnologia em Odontologia facilitou a execução de pesquisas com metodologias bem definidas e a obtenção de resultados mais precisos e confiáveis. Em Ortodontia, os trabalhos iniciais de cefalometria evoluíram significativamente, desde os métodos convencionais manuais, até a inserção atual dos métodos digitais, cuja utilização tem demonstrado aumento expressivo pelos profissionais da área nos últimos anos.

A cada novo método ou técnica, necessita-se de trabalhos que possam validar e, muitas vezes, aprimorar o uso das mesmas. Muitas empresas tem se especializado em desenvolver programas para análises cefalométricas, os quais incluem as funções de diagnóstico, planejamento e organização de dados de pacientes. O programa *Dolphin Imaging 11.0™* (Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif), dentre outros do mesmo segmento, vem se tornando uma ferramenta importante de ensino para todos os níveis de formação em Odontologia, em especial na Ortodontia e na Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial. Uma vez que é possível executar diversos testes e análises de forma rápida e precisa.

A telerradiografia apresentou-se , como uma alternativa comumente utilizada para avaliação dos resultados de tratamentos ortodônticos, assim como um método auxiliar para o diagnóstico e elaboração do tratamento, bem como para a padronização em estudos científicos.

Adams⁶ (1940), ao perceber que a qualidade das imagens radiográficas depende de algumas propriedades como contraste, brilho alertou sobre esses detalhes e destacou sobremaneira a distorção dos objetos em relação à distância do ponto focal do aparelho. Porém, a utilização desta técnica para medições absolutas, lineares e angulares permite comparar uma radiografia a outra bastando estabilizar o paciente em uma posição fixa definida, uma vez que erros de sombras e aumento da imagem giram em torno de 5 a 8%, e em alguns casos, chegam a 11%. É importante destacar, ainda, que tais erros ocorrem em toda radiografia.

Em 1973, foi lançado o programa RMDS (*Rocky Mountain Data System*) proposto por Ricketts⁷, o qual foi durante muitos anos o mais utilizado pela comunidade científica.

Bergin, Halleberg e Malmgren⁸ (1978) relataram que os métodos digitais teriam a finalidade de facilitar a rotina das análises cefalométricas e os estudos biométricos, em conjunto com a educação ortodôntica e o trabalho clínico.

Bondevik, Slagsvold e Rosler⁹ (1981) verificaram, a partir de 30 telerradiografias, erros na demarcação dos pontos cefalométricos, e concluíram que o ponto básico apresentou erro quatro a cinco vezes mais significantes que a incisal do incisivo inferior, sendo estes os dois extremos da variabilidade.

O estudo de Richardson¹⁰ (1981) utilizou 50 telerradiografias de jovens de 12 anos de idade, nos quais definiu 14 pontos de referência. Estas medidas foram comparadas por meio de dois métodos: manual e computadorizado. O autor concluiu que o método manual demonstrou-se inferior ao método digital, porém, não houve diferença alarmante, sendo em alguns pontos o método manual mais fiel.

McNamara Jr¹¹ (1984) ressaltou que a técnica cefalométrica ainda tem sido usada como uma das principais ferramentas para comparação de resultados de tratamento, acompanhamento de pesquisas longitudinais, do crescimento e desenvolvimento craniofacial, na evolução de tratamentos e comparação de resultados entre diferentes terapias e pesquisas.

Nimkarn e Miles¹² (1995) estudaram a confiabilidade do método computadorizado comparando 40 radiografias traçadas em papel *ultraphan* e capturadas através de uma câmera, sendo projetadas em um monitor onde os pontos foram digitalizados e as medidas obtidas através do programa *Quick Ceph 5.1* (Quick Ceph System, EUA). Concluíram que as medidas obtidas através do referido programa foram compatíveis com as medidas manuais, sem diferença estatisticamente significativa. Da mesma forma, o trabalho de Rudolph, Sinclair e Coggins¹³ (1998), a comparação entre os métodos manual e a identificação automática dos pontos cefalométricos de 16 telerradiografias escolhidas aleatoriamente também não mostraram diferença estatisticamente significativa na identificação dos pontos cefalométricos.

Nesse contexto, tem-se discutido muito sobre a conversão digital dos arquivos dos pacientes^{4,5,13,14}. Os antigos e atuais arquivos de grande parte dos Ortodontistas dependem de uma excelente padronização e sempre ocuparão espaço crescente proporcional ao volume de pacientes atendidos. Quanto à precisão, as radiografias, os traçados e, por vezes, as análises dos exames dos pacientes são realizadas por diferentes profissionais e em diferentes condições, o

que pode induzir ao erro, e possivelmente a variações indesejadas^{1,15,16}. Destacam-se, ainda, algumas desvantagens da análise cefalométrica manual, como a necessidade de um operador calibrado, além da grande demanda de tempo para a execução do trabalho. Por outro lado, a principal vantagem relaciona-se ao baixo custo. Existem maneiras de minimizar essas fontes de erro, como por exemplo, um maior cuidado com a origem dos exames, a padronização das análises de dados dos pacientes e, mais recentemente, a utilização dos programas para análise e planejamento em Ortodontia. Pesquisas com diferentes programas observaram que eles representam importantes recursos para auxiliar o diagnóstico, o plano de tratamento e a avaliação de resultados obtidos no âmbito clínico ou de pesquisa científica⁷.

Nesse sentido, existem no mercado programas que realizam cálculos de medidas cefalométricas e facilitam o trabalho do profissional. Tais programas exigem treinamento qualificado, além de investimento muito maior que o método tradicional, apresentando vantagens como a velocidade no traçado e processamento de dados em várias análises, a qualidade e a resolução das imagens, a complexidade da região anatômica sobreposta observada, a visualização dos tecidos moles. Contudo, essas características positivas dependem da experiência dos examinadores, a qual se apresenta como importante fator na localização de um determinado ponto cefalométrico¹⁷. Assim, alguns estudos discutem a precisão de programas para a realização de análises cefalométricas.

Chen et al.¹⁸ (2004) verificaram as diferenças na identificação dos pontos cefalométricos e nos valores das medidas obtidas a partir da avaliação de 10 telerradiografias de pacientes com indicação de tratamento ortodôntico. Sete examinadores realizaram medições nas radiografias iniciais e sobre estas mesmas radiografias digitalizadas. Vinte e sete medidas cefalométricas apresentaram erro estatisticamente significativo, em apenas dois graus ou dois milímetros. Os autores enfatizam que as análises cefalométricas manuais ou convencionais podem levar a erros sistemáticos ou aleatórios, e que este segundo envolve a identificação do ponto cefalométrico e a medição do mesmo. Concluíram, ainda, que os erros ocorridos são estatisticamente significantes, mas clinicamente aceitáveis, levando os autores a confiar nos benefícios da radiografia digital comparados às radiografias originais, em termos de confiabilidade da análise cefalométrica. Especialmente,

destacaram a facilidade que o método digital oferece em identificar os pontos cefalométricos e desta maneira reduzir a probabilidade de erros.

Redmond et al.¹⁹ (2004) propuseram uma comparação entre os programas *Dolphin Imaging 8.0* e *VistaDent AT 9.0*, a partir da realização de traçados cefalométricos em 30 telerradiografias, em comparação com o traçado manual. A confiabilidade intraexaminador foi testada para cada método repetindo-se as avaliações em 10 telerradiografias. Os autores afirmaram que não houve diferença estatisticamente significativa em nenhuma das 33 medidas escolhidas. Ressaltaram, ainda, que apenas as medidas SN-GoGn e FMA, realizadas no *Dolphin*, diferenciaram significativamente do traçado manual e das medições do *Vista Dent*. Ambos os programas apresentaram diferenças estatisticamente significantes nas avaliações digitais e na avaliação manual da medida Wits. Nenhuma outra medida cefalométrica realizada por estes programas apresentou diferença significativa em comparação à análise manual. Portanto, estes programas podem ser utilizados com segurança para cefalometria, pois são tão precisos quanto o método manual (padrão-ouro).

Por outro lado, Leonardi et al.²⁰ (2008) concluíram, após a realização de uma revisão sistemática, que a tecnologia atual ainda não confere precisão suficiente para que se possa utilizar como rotina os métodos digitais de análise cefalométrica. Isso porque, segundo os autores, os erros na detecção dos pontos cefalométricos foram maiores nos traçados digitais do que aqueles observados nos traçados pelo método manual.

Outro fator que contribuiu para a melhora significativa do diagnóstico em ortodontia foi a introdução da TCFC²¹. Halazonets et al.²² (2005) demonstraram as vantagens do método tomográfico em relação ao bidimensional, devido a ausência de sobreposições das estruturas bilaterais. A qualidade proposta por este exame aumentou, de forma significativa sua utilização na odontologia, o que pode ser demonstrado pelo número crescente de artigos científicos relacionados a este exame, representados por 14 estudos antes de 2007 e superando 300 em 2009²³. Assim, passou-se a avaliar a confiabilidade deste exame para medidas cefalométricas.

Moshiri et al.²⁴ (2007), ao realizarem um estudo em 23 crânio secos com dentadura permanente completa e oclusão estável, compararam traçados de telerradiografias convencionais com telerradiografias obtidas a partir de TC,

utilizando como “padrão-ouro” medidas obtidas a partir de crânio seco com paquímetro digital. Houve maior fidelidade e precisão nas medidas tomográficas quando comparadas às medidas obtidas a partir de telerradiografia tradicional. Estes resultados concordaram com o estudo de Kumar et al.²⁵ (2008), que também relatam a maior complexidade no diagnóstico quando da presença de tecidos moles.

Periago et al.²⁶ (2008) compararam medidas lineares em 23 crânios secos com TCFC destes crânios, utilizando um paquímetro digital. Apesar de 2/3 das medidas realizadas apresentarem diferenças significantes, 90% das medidas apresentaram diferença de até 1,5mm. Assim, os autores relataram que o resultado estatístico não traduz relevância clínica, mostrando que a TCFC é suficientemente precisa e clinicamente confiável para análises cefalométricas.

Naoumova²⁷ (2009) comparou medidas cefalométricas de 30 pacientes adultos submetidos a cirurgia ortognática utilizando método manual e digitalizado (programa FACAD[®]). Os resultados demonstraram maior erro na reprodutibilidade dos pontos cefalométricos no método digital. Durante a comparação das médias dos valores angulares e lineares, observaram acurácia entre os dois métodos. Assim, concluíram que o FACAD[®] é suficiente para fins clínicos e compatíveis com traçados manuais. Porém, ressaltaram que a maioria dos erros ocorre na identificação dos pontos, que se baseia na experiência do examinador, na definição do ponto propriamente dito e na dependência da densidade e nitidez das imagens. Estes resultados concordam com o trabalho de Chen²⁸ (2000).

Berco et al.²⁹ (2009) compararam 29 medidas lineares de telerradiografias obtidas a partir de crânio seco e as mesmas obtidas através de TCFC. Os autores não observaram diferenças significantes entre os dois métodos, com exceção de 5 valores, os quais eram clinicamente aceitáveis permitindo medidas clínicas precisas e confiáveis. Resultados semelhantes foram observados por Hassan et al.³⁰ (2009).

No mesmo ano de 2009, Ozsoy et al.³¹ utilizaram o *software Vistadent OC 1.1* para avaliar 30 telerradiografias digitalizadas, as quais foram comparadas a traçados manuais, a partir da realização de 26 medidas cefalométricas. Os autores observaram que 10 medidas observadas apresentaram diferença estatisticamente significante, mas clinicamente aceitáveis. Por conseguinte, os autores concluem que as vantagens provenientes do fácil manuseio e da economia do tempo oferecido pelo método digital o tornam vantajoso em relação ao manual.

Guedes³² (2010) também realizou a comparação entre o método manual e o digitalizado em 50 telerradiografias. O estudo concluiu que os traçados realizados por meio de análise cefalométrica computadorizada são confiáveis, pois a maioria das discrepâncias encontradas entre o traçado manual e o digital não foram estatisticamente significantes.

Grauer et al.³³ (2010) compararam medidas cefalométricas obtidas a partir de telerradiografias digitalizadas e telerradiografias obtidas a partir de TCFC. Concluíram que não existe erro sistemático quando comparados as médias dos traçados digitalizados com cefalogramas gerados a partir de TCFC.

Com o objetivo de testar a precisão de um modelo matemático que corrige as medições realizadas em telerradiografias laterais em comparação às telerradiografias obtidas a partir de TCFC, Gribel et al.³⁴ estudaram uma amostra de 13 pacientes que apresentavam os dois exames. Os autores concluíram que todas as medidas obtidas a partir do cefalograma lateral convencional foram significativamente diferentes das medições correspondentes obtidas a partir de TCFC, com exceção das medidas localizadas no plano sagital mediano. Porém, quando utilizado o algoritmo de medição para correção das medidas 2D, não houve diferença estatisticamente significativa entre as medidas obtidas e aquelas provenientes de TCFC.

Adicionalmente, tem sido utilizada a reconstrução de imagens a partir da TC, o que permite uma análise tridimensional do crânio e a demarcação dos pontos cefalométricos bilateralmente. No estudo de Yitschaky et al.³⁵ (2011), foram examinadas e comparadas medidas angulares e lineares de 10 crânios com exames tomográficos e telerradiografias. As medidas lineares não apresentavam diferença estatisticamente significativa, porém as medidas angulares dependentes do ponto Sela, no grupo TC, apresentaram variação de até 0,5mm. Os autores justificaram que o ponto Sela apresenta-se como um ponto mais infiel e de difícil exatidão diante do exame de TC em relação à telerradiografia. Assim, concluíram o trabalho relatando que o clínico pode utilizar a TC de maneira segura e confiável, assim como a avaliação bidimensional, excluindo as medidas angulares que incluem o ponto Sela como um dos pontos de formação para o ângulo em questão.

Considerando a diversidade de resultados descritos na literatura à cerca da utilização de TCFC e programas para a realização de medidas cefalométricas, julgou-se oportuno testar se haveria diferença entre o traçado manual; traçado

obtido de telerradiografia em norma lateral digitalizada e avaliada por meio do programa *Dolphin*; e traçado referente à telerradiografia obtida a partir de TCFC, também avaliada no referido programa.

3 *Artigo*

3. .Confiabilidade dos métodos manual e digital para análise cefalométrica

O objetivo deste estudo foi comparar as medidas obtidas a partir do traçado manual, do traçado de telerradiografias digitalizadas e de telerradiografias obtidas a partir de tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC). Para tanto, foram selecionadas telerradiografias em norma lateral e TCFC de 80 pacientes com indicação para tratamento ortodôntico. Para o G1, as telerradiografias foram traçadas manualmente e avaliadas de acordo com o método convencional; para o G2, as telerradiografias foram digitalizadas e medidas utilizando-se o programa *Dolphin Imaging 11.0™*; para o G3, realizaram-se medidas cefalométricas em telerradiografias obtidas a partir das TCFC, utilizando-se o mesmo programa. Trinta dias após a primeira avaliação, todos os exames foram retraçados pelo mesmo examinador. O tratamento estatístico avaliou cada método de forma individualizada, utilizando-se os testes “t” Pareado (erro sistemático) e teste de *Dahlberg* (erro casual), além de comparar os resultados obtidos entre os grupos (ANOVA, seguido pelo Teste de Tukey e coeficiente de correlação de Pearson). Os resultados obtidos demonstraram que os grupos 1, 2 e 3 apresentaram várias grandezas cefalométricas com diferenças significantes entre a primeira e a segunda avaliação, resultante da dificuldade em localizar determinados pontos anatômicos. Contudo, considerando todas as grandezas avaliadas, o método proposto para o G3 revelou a maior concordância entre a primeira e a segunda avaliação. Apesar das diferenças significantes observadas para os três métodos, os valores absolutos mostraram-se reduzidos, não apresentando relevância clínica. Todos os grupos demonstraram, ainda, correlação significativa entre os métodos para todas as grandezas avaliadas, o que demonstra que todos os métodos são válidos e viáveis para a realização de pesquisas científicas. Dessa forma, a realização de medidas cefalométricas em TCFC, utilizando-se o programa *Dolphin*, demonstrou-se um método preciso e reproduzível, e assim poderá ser utilizado em pesquisas futuras.

Palavras-chave: Ortodontia. Recursos digitais. Cefalometria. Tomografia computadorizada de feixe cônico. *Dolphin imaging*.

INTRODUÇÃO

Em sete décadas de existência da cefalometria, esta técnica tem sido utilizada para a avaliação dos resultados obtidos a partir de diferentes terapias ortodônticas, para o acompanhamento de pesquisas longitudinais e para a avaliação do crescimento e desenvolvimento craniofacial¹.

Com o advento da tomografia computadorizada (TC) e o desenvolvimento de algumas técnicas tridimensionais, os métodos de imagem tradicionais passaram a ser bastante questionados, uma vez que o diagnóstico bidimensional demonstra importantes limitações, como a sobreposição de imagens². A TC de feixe cônico (TCFC) fornece informações volumétricas e permite o desenvolvimento de modelos de imagem tridimensional, recursos valiosos na localização de dentes impactados, diagnóstico de assimetrias do complexo craniofacial, geração de imagens sem duplicidade e possibilidade de gerar telerradiografias, cefalogramas pósterio-anteriores ou radiografias panorâmicas, com finalidade de diagnóstico e acompanhamento longitudinal^{3,4,5}.

Contudo, antes de adotar novos métodos em pesquisa científica, há que se comprovar sua eficiência. A comparação de exames tradicionais com imagens obtidas a partir da TCFC é fundamental, com vistas a realizar esta transição do método bidimensional para o tridimensional de forma segura e confiável.

Trabalhos que utilizaram cefalogramas digitais comparados aos obtidos a partir de TC mostram existir uma diferença estatisticamente significativa entre os dois métodos, mas clinicamente aceitável⁶. Chen et al.⁷ (2004) exploraram as diferenças na identificação dos pontos cefalométricos e os valores destas medidas através da avaliação de dez telerradiografias de pacientes com indicação de tratamento ortodôntico. Observaram que 78% das grandezas avaliadas apresentaram erro estatisticamente significativo, em dois graus ou dois milímetros, mas considerados clinicamente aceitáveis, corroborando com outros estudos^{8,9,10}. Estes resultados coincidem com outros estudos realizados simultaneamente em crânio seco, com a utilização de paquímetro digital, em comparação aos exames tomográficos¹¹, onde 2/3 da amostra apresentou diferença estatisticamente significativa, todavia em até 1,5mm^{5,12}. Hodiernamente, Naoumova¹³ (2009) comparou os métodos manual e

digitalizado, e observou importante acurácia entre os métodos, para medidas angulares e lineares, assim como previamente descrito¹⁴.

Nesse sentido, julgou-se oportuno definir se existe diferença entre o método cefalométrico realizado a partir do traçado manual (Grupo G1), do traçado obtido a partir de telerradiografia em norma lateral digitalizada (Grupo G2) e traçado referente à telerradiografia obtida a partir de TCFC (Grupo G3) ,avaliada por meio do programa *Dolphin imaging 11.0TM* (Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif).A hipótese nula testada seria de não haver diferença entre os métodos.

MATERIAL E MÉTODOS

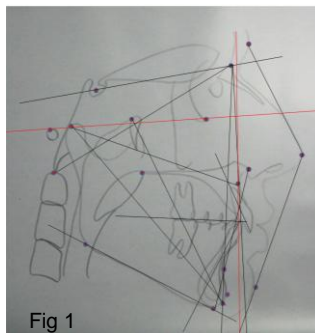
O protocolo de pesquisa deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Norte do Paraná (UNOPAR) (Protocolo PPP/0092/10).

Foram selecionadas telerradiografias em norma lateral e TCFC de 80 pacientes com indicação para tratamento ortodôntico com idade entre 9 anos e 42 anos. Para o G1, as telerradiografias foram traçadas manualmente e avaliadas de acordo com o método convencional; para o G2, as telerradiografias foram digitalizadas e medidas utilizando-se o programa *Dolphin Imaging 11TM* (Dolphin Imaging, Chatsworth, Calif); para o G3, realizaram-se medidas cefalométricas em telerradiografias obtidas a partir das TCFC, utilizando-se o mesmo programa. Trinta dias após a primeira avaliação, todos os exames foram retraçados pelo mesmo examinador. O tratamento estatístico avaliou cada método de forma individualizada, utilizando-se os testes “t” Pareado (erro sistemático) e teste de *Dahlberg* (erro casual), além de comparar os resultados obtidos entre os grupos (ANOVA, seguido pelo Teste de Tukey e coeficiente de correlação de Pearson).

As telerradiografias foram obtidas por meio do aparelho *Orthopantomograph* OP 100 (Instrumentarium Corp Tusula, Finlândia), com índice de magnificação de 10%. Para os exames desta amostra, o feixe de raios X foi calibrado (17,6 sec., 66^a77 KVP e 12 a 14 mA) e o paciente localizado a 1,52m de distância do cefalostato.

Para o G1, todas as telerradiografias foram traçadas por um mesmo examinador (G.F.O.), o qual utilizou papel *Ultraplan* (GAC®), de tamanho 8”x10” e

espessura de 0,03" e negatoscópio. O pesquisador realizou as medidas em sala escurecida, pois a visualização das estruturas tornava-se mais evidente. Em seguida, foram traçadas as linhas e planos de referência com lapiseira *Pentel* 0,5mm, para obtenção das diferentes medidas angulares e lineares, estruturas dento-esqueléticas e do perfil tegumentar (Fig1).



O traçado cefalométrico incluiu os seguintes detalhes anatômicos:

a) Perfil tegumentar	e) Limite inferior da cavidade orbitária	i) "Clívus" do osso esfenóide
b) Perfil do osso frontal e dos ossos nasais	f) Maxila	j) Incisivos Centrais Permanentes Superiores e Inferiores
c) Sela Túcica	g) Mandíbula	k) Primeiros molares permanentes superiores e inferiores
d) Meato acústico externo	h) Fossa Pterigopalatina;	

Em seguida, traçaram-se as linhas e os planos de referência para a obtenção das diferentes medidas lineares (em milímetros) e angulares (em graus).

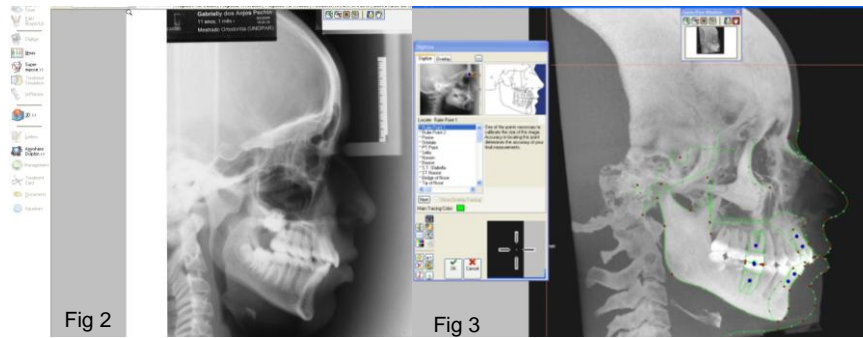
S: (sela túrcica) ponto mais central da sela túrcica	Pog: (pogônio) ponto mais anterior da sínfese mentoniana	ENA: (espinha nasal anterior) ponto mais anterior da espinha nasal anterior;
N: (nasio) ponto mais anterior da sutura frontonasal	Me: (mentoniano) ponto mais anterior da sínfese mentoniana	ENP: (espinha nasal posterior) ponto mais posterior da espinha nasal do osso palatino, no palato duro
A: (subespinhal) ponto mais profundo na concavidade do contorno anterior da maxila, entre a espinha nasal anterior e o ponto próstio	Go: (gônio) ponto médio entre o ponto mais inferior e posterior do ângulo da mandíbula	PT: (fissura pterigomaxilar) ponto mais superior e posterior da fissura pterigomaxilar
B: (supramentoniano) ponto mais profundo da concavidade da sínfese mentoniana	Gn: (gnátio) ponto localizado no mento, determinado geometricamente pela intersecção da bissetriz do ângulo formado pelos planos mandibular (Go-Me) e facial (N-P), com a sínfese mentoniana	Pog': (pogônio mole) Ponto mais anterior do pogônio mole

As grandezas cefalométricas avaliadas foram as seguintes:

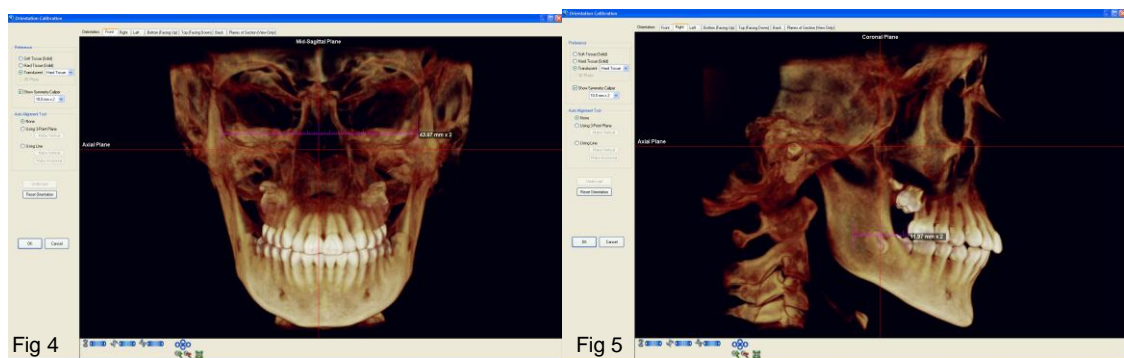
1-A-Nperp, linha perpendicular ao Plano de Frankfurt perpendicular ao ponto N	6-ANS-Me, linha do ponto ANS ao ponto Me	11-Pog-NB, distância entre ponto Pog e linha NB	16-Incisivo Superior-NA, distância a linha N-A e a face vestibular do incisivo superior
2-SNA, ângulo formado pelas linhas SN e NA	7-FMA, ângulo formado pela intersecção das linhas formadas pelo Plano de Frankfurt (Linha que passa pelos pontos Po e Or) e Plano Mandibular (Linha que passa pelos pontos Go e Me)	12-Incisivo Superior-APerp, distância entre a face vestibular do incisivo superior e a linha N-perp passando pelo ponto A	17-Incisivo Superior.NA, ângulo formado pela intersecção entre as linhas N-A e o longo eixo do incisivo superior
3-ANB, diferença entre os ângulos SNA e SNB	8-BaNa-PtGn, ângulo formado pela intersecção das linhas Ba-N e Pt-Gn	13-Incisivo Inferior-Apo, distância da linha A-P até a face vestibular do incisivo inferior	18-Incisivo Inferior.NB, ângulo formado pela intersecção entre as linhas N-B e o longo eixo do incisivo inferior
4-Co-Gn, linha do ponto Co ao ponto Gn	9-SNB, ângulo formado pelas linhas SN e NB	14-IMPA, ângulo formado pela intersecção da linha que passa pelo longo eixo do incisivo inferior e o Plano Mandibular (Go-Me)	19-PlanoOclusal.SN, ângulo formado pela intersecção dos planos formados pelas linhas S-N e o plano oclusal (Incisal dos incisivos inferiores e oclusal dos molares superiores e inferiores)
5-Co-A, linha do ponto Co ao ponto A	10-Pog-Naperp, distância entre os Pontos Pog e linha N-perp	15-Incisivo Inferior-NB, distância entre a linha N-B e a face vestibular do incisivo inferior	20-Convexidade Facial, ângulo formado pela intersecção das linhas entre a Glabella mole (G') e ponta do nariz e ponta do nariz ponto Me

Para o G2, as mesmas 80 telerradiografias utilizadas para o G1 foram digitalizadas em *scanner* próprio para radiografia (HP 4500, 600 dpi), utilizando-se a régua para calibração de 100mm recomendada pelo fabricante do programa *Dolphin*. Previamente à medida das grandezas cefalométricas, foi permitido ao examinador o tratamento das imagens, com a possibilidade de melhorar brilho e contraste, com o intuito de obter melhor identificação das estruturas (Fig 2). Uma vez finalizado o tratamento das imagens, as telerradiografias foram medidas pelo mesmo examinador, considerando as mesmas grandezas descritas para o G1.

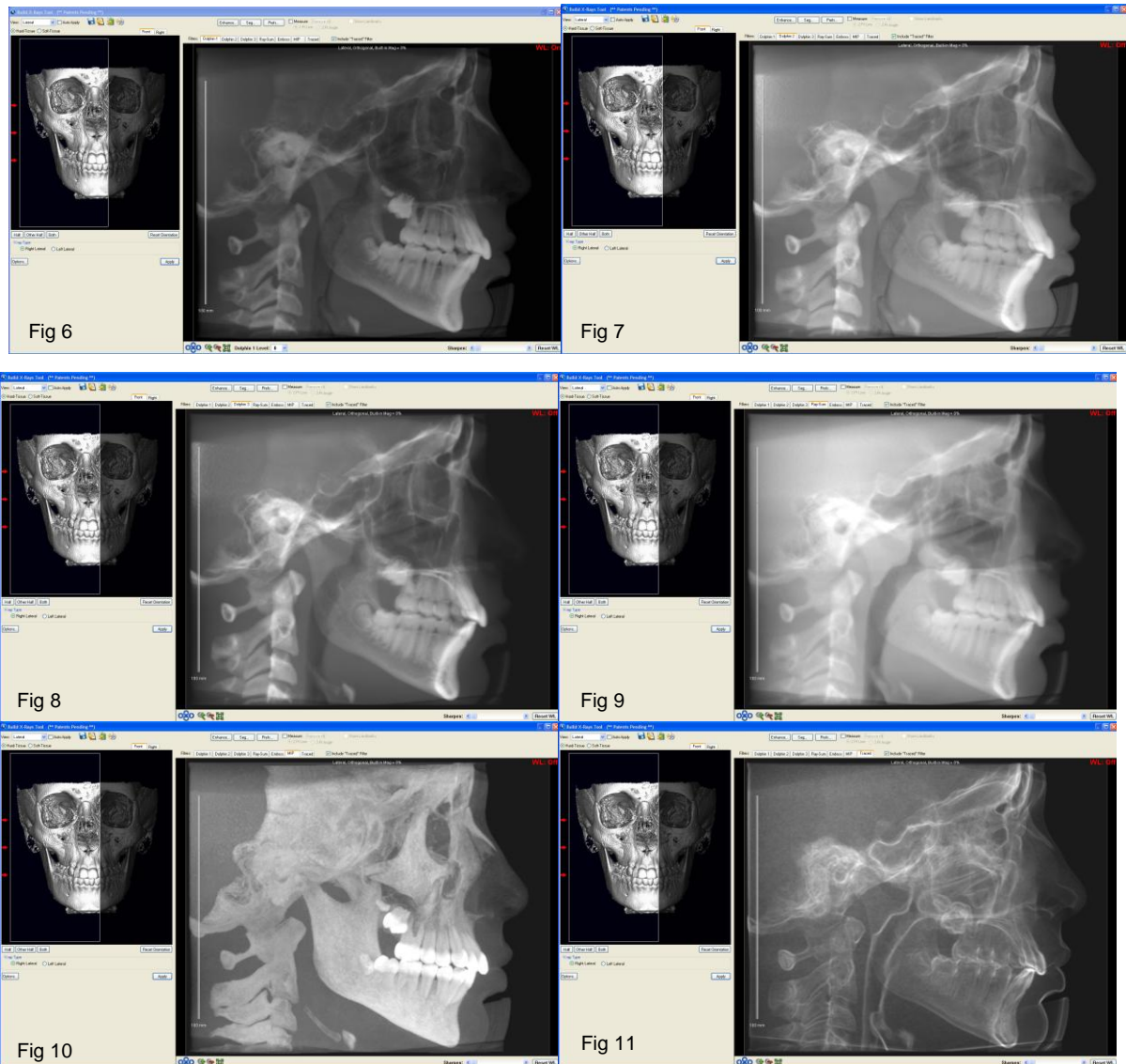
Para o G3, as tomografias foram geradas utilizando um tomógrafo *i-Cat* (*Imaging Sciences*, Kavo, Protocolo: 22x16 cm fov, 40 sec, 0,4 voxel, 120 KVP e 36 mA), com cortes de 0,4mm. As imagens geradas do lado direito do paciente foram exportadas para o programa *Dolphin* em formato DICOM (Fig 3).



Previamente à realização das medidas no G3, o mesmo examinador (G.F.O.) realizou a padronização de cada imagem, com o crânio em norma lateral, com a vista do lado direito do paciente, o que gerava uma imagem equivalente a telerradiografia em norma lateral. Estas imagens reconstruídas foram alinhadas com as órbitas paralelas ao plano horizontal, em uma visão frontal. Logo em seguida, em uma visão sagital, o crânio foi rotacionado e as órbitas foram novamente alinhadas em relação ao plano horizontal. Uma visão intracraniana foi utilizada para a confirmação da correta rotação da cabeça, alinhando-se as estruturas mediais intracranianas com o sistema de coordenadas padrão (Figs 4 e 5).



Após o alinhamento do crânio, foi gerada a telerradiografia lateral direita e armazenada em formato JPEG (1360 x 2045-8 bits). No caso das TCFC, além dos recursos utilizados anteriormente (alteração de brilho e contraste), o programa *Dolphin* dispõe de ferramentas adicionais, como os filtros de imagem, os quais permitem facilitar a visualização dos reparos anatômicos (Figs. 6, 7, 8, 9,10 e 11). Uma vez demarcados os pontos pelo mesmo examinador, solicitou-se ao programa que gerasse as medidas das mesmas grandezas calculadas para G1 e G2.



Após um período de 30 dias, todas as medidas dos 3 grupos foram refeitas, com o intuito de verificar a confiabilidade de cada método.

Com o intuito de examinar o erro intraexaminador, utilizou-se o teste “t” Pareado (erro sistemático) e o cálculo de erro proposto por Dahlberg¹⁷ (erro casual).

Para verificar se, em média, haveria diferença entre os três grupos foi utilizada Análise de Variância a um critério (ANOVA) para medidas repetidas, seguida pelo teste de Tukey. Para analisar a correlação entre os três grupos foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson.

Todos os testes foram realizados utilizando-se o programa *Statistica for Windows* v.5.1 (StatSoft Inc., Tulsa, USA), com nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Os resultados obtidos demonstraram que os grupos 1, 2 e 3 apresentaram grandezas cefalométricas com diferenças significantes entre a primeira e a segunda avaliação, resultante da dificuldade em localizar determinados pontos anatômicos (Tabelas 1, 2 e 3). Contudo, considerando todas as grandezas avaliadas, o método proposto para o G3 revelou a maior concordância entre a primeira e a segunda avaliação, uma vez que apenas 5 das 20 grandezas avaliadas apresentaram diferença estatisticamente significativa (Tabela 3). Além disso, o método utilizado para o G3 apresentou os menores valores de erro, sempre abaixo de 1 (Tabelas 1, 2 e 3).

Apesar das diferenças significantes observadas para os três métodos, os valores absolutos mostraram-se reduzidos, não apresentando relevância clínica (Tabela 4).

Adicionalmente, todos os grupos demonstraram correlação significativa entre todas as grandezas avaliadas para os três grupos, o que demonstrou que todos os métodos são confiáveis (Tabela 5).

Tabela 1. Média, desvio padrão das duas medições, e teste “t” pareado e erro de Dahlberg para avaliar o erro sistemático e o erro casual, para o Grupo 1.

medida	1a. Medição		2a. Medição		t	p	Erro
	média	dp	média	dp			
A-N Perp (mm)	4,02	3,50	3,89	3,46	0,788	0,433ns	1,11
SNA (°)	83,76	4,08	84,13	3,83	1,333	0,186ns	1,73
ANB (°)	5,52	2,64	6,13	2,78	2,676	0,009 *	1,49
Co-Gn (mm)	109,95	14,47	110,22	7,47	0,963	0,338ns	1,66
Co-A (mm)	86,93	6,37	87,03	6,15	0,248	0,805ns	2,36
ANS-Me (mm)	65,33	5,45	66,46	5,73	4,900	<0,001*	1,65
FMA (°)	25,68	5,63	26,15	5,12	1,494	0,139ns	2,02
BA-Na^Pt-Gn (°)	-3,27	3,87	-3,18	4,06	0,479	0,633ns	1,17
SNB (°)	78,23	3,70	77,89	3,88	1,597	0,114ns	1,37
Pg-Na Perp (mm)	-2,95	6,57	-3,01	6,57	0,179	0,858ns	1,99
Pog - NB (mm)	2,08	1,77	1,71	1,97	2,988	0,004 *	0,82
I.S. Lábio (mm)	4,51	1,85	3,96	1,83	4,493	<0,001*	0,87
Protrusão I.I. (mm)	2,50	2,30	2,04	2,05	3,706	<0,001*	0,84
IMPA (°)	93,09	7,20	93,00	6,75	0,280	0,780ns	2,16
I.I.- NB (mm)	6,84	2,47	6,77	2,53	0,643	0,522ns	0,69
I.S.- NA (mm)	3,54	1,91	3,05	1,79	4,198	<0,001*	0,81
I.S.^NA (°)	20,48	6,00	20,47	5,85	0,028	0,978ns	1,99
I.I.^NB (°)	26,63	7,04	26,67	6,57	0,120	0,905ns	2,23
Plano Oclusal.SN (°)	13,24	4,73	13,54	4,79	1,347	0,182ns	1,41
Convexidade Facial (°)	131,54	6,94	130,64	7,32	3,712	<0,001*	1,65

ns – diferença estatisticamente não significativa

* - diferença estatisticamente significativa (p<0,05)

Tabela 2. Média, desvio padrão das duas medições, e teste “t” pareado e erro de Dahlberg para avaliar o erro sistemático e o erro casual, para o Grupo 2.

medida	1a. Medição		2a. Medição		t	p	Erro
	média	dp	média	dp			
A-N Perp (mm)	3,90	3,59	4,02	3,35	0,364	0,717ns	2,07
SNA (°)	87,05	4,30	86,09	4,12	2,731	0,008 *	2,33
ANB (°)	6,80	2,88	6,82	2,91	0,116	0,908ns	1,22
Co-Gn (mm)	107,96	7,75	108,72	7,67	1,568	0,121ns	3,07
Co-A (mm)	84,68	5,47	84,70	5,71	0,030	0,976ns	2,85
ANS-Me (mm)	65,59	5,34	66,15	5,51	2,209	0,030 *	1,65
FMA (°)	26,59	4,67	25,89	4,88	1,775	0,080ns	2,55
BA-Na [^] Pt-Gn (°)	-1,07	4,14	-1,47	3,82	1,507	0,136ns	1,68
SNB (°)	80,29	4,39	79,27	3,57	3,526	0,001 *	1,96
Pg-Na Perp) (mm)	-2,87	6,39	-2,81	6,08	0,138	0,891ns	2,90
Pog - NB (mm)	1,78	1,85	1,85	1,87	0,755	0,453ns	0,53
I.S. Lábio (mm)	4,00	2,09	4,02	2,02	0,098	0,922ns	1,28
Protrusão I.I. (mm)	1,52	2,32	1,46	2,37	0,472	0,638ns	0,82
IMPA (°)	93,71	7,28	92,41	7,22	4,222	<0,001*	2,14
I.I.- NB (mm)	6,20	2,51	6,20	2,64	0,014	0,989ns	0,57
I.S.- NA (mm)	1,85	2,66	1,79	2,69	0,216	0,829ns	1,75
I.S. [^] NA (°)	20,49	6,05	19,03	6,19	3,336	0,001 *	2,94
I.I. [^] NB (°)	27,72	6,80	25,81	6,80	6,703	<0,001*	2,24
Plano Oclusal.SN (°)	14,49	5,23	15,59	4,91	2,945	0,004 *	2,39
Convexidade Facial (°)	126,65	5,00	127,17	5,21	2,522	0,014 *	1,35

ns – diferença estatisticamente não significativa

* - diferença estatisticamente significativa (p<0,05)

Tabela 3. Média, desvio padrão das duas medições, e teste “t” pareado e erro de Dahlberg para avaliar o erro sistemático e o erro casual, para o Grupo 3.

medida	1a. Medição		2a. Medição		t	p	Erro
	média	dp	média	dp			
A-N Perp (mm)	3,84	3,08	3,76	3,02	1,414	0,161	0,35
SNA (°)	84,49	3,95	84,67	3,86	2,129	<0,036*	0,52
ANB (°)	5,64	2,67	5,73	2,74	1,807	0,075	0,31
Co-Gn (mm)	107,83	7,18	107,77	7,10	0,564	0,574	0,70
Co-A (mm)	82,19	4,91	82,25	4,97	0,145	0,885	0,70
ANS-Me (mm)	65,37	5,09	65,44	4,95	1,256	0,213	0,37
FMA (°)	26,28	4,97	26,53	5,03	2,836	<0,006*	0,59
BA-Na^Pt-Gn (°)	-1,62	4,15	-1,82	4,19	2,078	<0,041*	0,59
SNB (°)	78,85	4,11	78,93	4,10	1,114	0,269	0,45
Pg-Na Perp) (mm)	-1,29	6,34	-1,56	6,34	2,684	<0,009*	0,66
Pog - NB (mm)	1,62	1,99	1,64	1,94	0,385	0,701	0,37
I.S. Lábio (mm)	5,20	1,84	5,13	1,91	1,263	0,210	0,35
Protrusão I.I. (mm)	2,28	2,37	2,32	2,45	0,828	0,410	0,31
IMPA (°)	93,59	7,18	93,42	7,26	1,320	0,191	0,81
I.I.- NB (mm)	6,21	2,57	6,32	2,65	2,120	<0,037*	0,34
I.S.- NA (mm)	2,98	2,33	2,96	2,39	0,252	0,801	0,40
I.S.^NA (°)	21,05	6,08	20,89	5,98	1,125	0,264	0,89
I.I.^NB (°)	28,32	6,79	28,12	6,93	1,481	0,143	0,84
Plano Oclusal.SN (°)	15,01	5,07	15,04	5,43	0,293	0,770	0,75
Convexidade Facial (°)	131,04	4,72	131,03	5,05	0,097	0,923	0,97

ns – diferença estatisticamente não significativa

* - diferença estatisticamente significativa (p<0,05)

Tabela 4. Média e desvio padrão dos 3 grupos, e resultado da comparação pela Análise de Variância e teste de Tukey.

medida	G1		G2		G3	
	média	dp	média	dp	média	dp
A-N Perp (mm)	4,02 ^a	3,50	3,90 ^a	3,59	3,84 ^a	3,08
SNA (°)	83,76 ^a	4,08	87,05 ^b	4,30	84,49 ^a	3,95
ANB (°)	5,52 ^a	2,64	6,80 ^b	2,88	5,64 ^a	2,67
Co-Gn (mm)	109,95 ^a	7,63	107,96 ^a	7,75	107,83 ^a	7,18
Co-A (mm)	86,93 ^a	6,37	84,68 ^b	5,47	82,19 ^c	4,91
ANS-Me (mm)	65,33 ^a	5,45	65,59 ^a	5,34	65,37 ^a	5,09
FMA (°)	25,68 ^a	5,63	26,59 ^a	4,67	26,28 ^a	4,97
BA-Na [^] Pt-Gn (°)	-3,27 ^a	3,87	-1,07 ^b	4,14	-1,62 ^b	4,15
SNB (°)	78,23 ^a	3,70	80,29 ^b	4,39	78,85 ^a	4,11
Pg-Na Perp) (mm)	-2,95 ^a	6,57	-2,87 ^a	6,39	-1,29 ^a	6,34
Pog - NB (mm)	2,08 ^a	1,77	1,78 ^a	1,85	1,62 ^a	1,99
I.S. Lábio (mm)	4,51 ^{a,b}	1,85	4,00 ^a	2,09	5,20 ^b	1,84
Protrusão I.I. (mm)	2,50 ^a	2,30	1,52 ^b	2,32	2,28 ^{a,b}	2,37
IMPA (°)	93,09 ^a	7,20	93,71 ^a	7,28	93,59 ^a	7,18
I.I.- NB (mm)	6,84 ^a	2,47	6,20 ^a	2,51	6,21 ^a	2,57
I.S.- NA (mm)	3,54 ^a	1,91	1,85 ^b	2,66	2,98 ^a	2,33
I.S. [^] NA (°)	20,48 ^a	6,00	20,49 ^a	6,05	21,05 ^a	6,08
I.I. [^] NB (°)	26,63 ^a	7,04	27,72 ^a	6,80	28,32 ^a	6,79
Plano Oclusal.SN (°)	13,24 ^a	4,73	14,49 ^a	5,23	15,01 ^a	5,07
Convexidade Facial (°)	131,54 ^a	6,94	126,65 ^b	5,00	131,04 ^a	4,72

Grupos com a mesma letra não possuem diferença estatisticamente significativa entre si.

Tabela 5 – Coeficiente de Correlação de Pearson entre os três grupos.

Medida	G1 x G2		G1 x G3		G2 x G3	
	r	p	r	p	r	p
A-N Perp (mm)	0,779	<0,001*	0,665	<0,001*	0,697	<0,001*
SNA (°)	0,781	<0,001*	0,702	<0,001*	0,624	<0,001*
ANB (°)	0,803	<0,001*	0,736	<0,001*	0,729	<0,001*
Co-Gn (mm)	0,789	<0,001*	0,824	<0,001*	0,884	<0,001*
Co-A (mm)	0,629	<0,001*	0,537	<0,001*	0,753	<0,001*
ANS-Me (mm)	0,828	<0,001*	0,852	<0,001*	0,905	<0,001*
FMA (°)	0,786	<0,001*	0,794	<0,001*	0,790	<0,001*
BA-Na^Pt-Gn (°)	0,840	<0,001*	0,805	<0,001*	0,861	<0,001*
SNB (°)	0,849	<0,001*	0,836	<0,001*	0,789	<0,001*
Pg-Na Perp) (mm)	0,787	<0,001*	0,791	<0,001*	0,784	<0,001*
Pog - NB (mm)	0,853	<0,001*	0,890	<0,001*	0,890	<0,001*
I.S. Lábio (mm)	0,656	<0,001*	0,604	<0,001*	0,486	<0,001*
Protrusão I.I. (mm)	0,880	<0,001*	0,827	<0,001*	0,839	<0,001*
IMPA (°)	0,900	<0,001*	0,865	<0,001*	0,869	<0,001*
I.I.- NB (mm)	0,902	<0,001*	0,912	<0,001*	0,956	<0,001*
I.S.- NA (mm)	0,658	<0,001*	0,457	<0,001*	0,528	<0,001*
I.S.^NA (°)	0,854	<0,001*	0,823	<0,001*	0,825	<0,001*
I.I.^NB (°)	0,897	<0,001*	0,863	<0,001*	0,873	<0,001*
Plano Oclusal.SN (°)	0,830	<0,001*	0,756	<0,001*	0,752	<0,001*
Convexidade Facial (°)	0,685	<0,001*	0,770	<0,001*	0,730	<0,001*

* - correlação estatisticamente significativa

DISCUSSÃO

Os avanços tecnológicos recentes propiciaram a utilização da análise cefalométrica digital a fim de evitar ou reduzir erros, além de permitir uma avaliação padronizada, rápida, precisa e com alta taxa de reprodutibilidade^{11,12}. Adicionalmente, o advento da TCFC ofereceu recursos expressivos na Odontologia levando a diagnósticos e tratamentos que garantem alta confiabilidade, além da geração de imagens com alta qualidade e acurácia^{4,16,18}.

Alguns estudos^{7,13,19-21} compararam a eficiência de programas que realizavam a avaliação cefalométrica de telerradiografias digitalizadas ao método de traçado manual (padrão-ouro), e afirmaram que o método digital é capaz de realizar medidas lineares e angulares de forma eficiente. Porém, tais resultados não representam unanimidade na literatura^{22,23}. Por outro lado, a introdução da TCFC²⁴ redirecionou o foco das pesquisas para testar a confiabilidade de realizar medidas cefalométricas em imagens geradas a partir da TC, e comparar esses resultados aos métodos até então utilizados. Estes estudo recentes demonstraram a fidelidade deste exame para a realização de grande parte das medidas cefalométricas^{5,8,9,11}. Desta maneira, julgou-se oportuna a realização deste estudo com vistas a testar a confiabilidade da realização de medidas cefalométricas a partir de telerradiografias escaneadas e telerradiografias reconstruídas a partir de TCFC, ambas avaliadas por meio do programa Dolphin e comparadas ao método clássico (traçado manual).

Os resultados demonstraram que, de uma forma geral, os 3 grupos apresentaram diferenças entre a primeira (T1) e a segunda medição (T2). No G1, as medidas que apresentaram diferença estatisticamente significante foram: ANB (0,61 graus), ANS-Me (1,13 mm), Pog-NB (0,37 mm), IS-Lábio (0,55 mm), Protrusão II (0,46 mm), IS-NA (0,49 mm) e Convexidade Facial (0,9mm). Tais alterações são justificadas pela dificuldade de localização do ponto A, da espinha nasal anterior e da identificação perfeita da ponta do nariz em todas as radiografias avaliadas, pontos estes de localização subjetiva e de baixa radiopacidade.

O grupo G2 apresentou diferenças estatisticamente significantes em 8 grandezas cefalométricas, 1 medida a mais que o G1. A maior diferença entre as medidas T1 e T2 foi observada para a medida II.NB⁽⁰⁾ (1,91⁰). Estudos anteriores^{7,13} já relataram erros entre os traçados manuais e digitalizados, mas apesar de

estatisticamente significantes (2 graus ou 2 mm), esses valores não representavam significância clínica.

O G3 apresentou apenas 5 grandezas com diferenças significantes entre T1 e T2, demonstrando dessa forma a maior fidelidade entre os traçados. Além disso, mesmo para as grandezas com diferença significantes, observou-se uma alta concordância entre as duas medidas, uma vez que os valores absolutos dos erros se mostraram sempre muito baixos (menores que 1 grau ou 1 mm). Essa maior reprodutibilidade oferecida possivelmente pode ser justificada pela possibilidade de utilizar os filtros de imagem no caso do G3, ferramentas que se mostraram essenciais para correta identificação dos pontos anatômicos. Estudos anteriores^{13,25,26} já afirmaram que o grau de erro está relacionado à identificação dos pontos, a qual se depende especialmente do nível de experiência do examinador, da definição do ponto em si e da densidade e nitidez das imagens. Porém, outros estudos^{19,27,28} relataram que existem maneiras de reduzir tais erros como, por exemplo, o cuidado com a execução dos exames, a padronização da análise das grandezas cefalométricas e, mais recentemente, a possibilidade de utilizar os programas para análise e planejamento em Ortodontia.

Apesar de ter sido demonstrada diferença significativa para algumas variáveis nos três grupos, a análise de correlação de Pearson demonstrou correlação significativa entre os três grupos estudados, para todas as grandezas avaliadas. Além disso, a maioria das grandezas exibiu alta correlação (Tabela 5). Tais resultados corroboram com os estudos de Grauer et al.⁸ (2010), no qual foram comparadas medidas cefalométricas obtidas a partir de telerradiografias digitalizadas com aquelas obtidas por meio de TCFC, utilizando-se o mesmo programa empregado no presente estudo (*Dolphin*). Os autores concluíram que não existe erro sistemático quando comparado cefalogramas digitais daqueles gerados a partir de tomografia computadorizada.

Desta forma, apesar de individualmente cada método apresentar diferenças significantes para algumas variáveis, os três métodos podem ser utilizados com segurança, destacando-se a maior precisão do G3.

Obter alto nível de precisão é de extrema importância, especialmente quando se utiliza novas ferramentas para pesquisa científica, uma vez que erros de visualização de imagem resultariam em diagnósticos alterados e,

consequentemente, em planos de tratamento executados de maneira errônea. Assim, a utilização de ferramentas inadequadas poderia conduzir pesquisadores a conclusões equivocadas^{4,29,30}.

Em uma revisão sistemática da literatura, Leonardi et al.²² (2008) relatou que a tecnologia atual ainda não confere precisão suficiente para que se possa utilizar de rotina os métodos digitais para análise cefalométrica, pois os erros na detecção dos pontos cefalométricos foram maiores nos traçados digitais do que aqueles mesmos traçados no método manual. O pesquisador estudou 118 artigos entre 1966 e 2006, e afirmou que apenas 8 cumpriram o critério de inclusão. Muitos artigos foram rejeitados por diferentes razões, porém a mais freqüente foi o fato destes artigos relatarem a presença de uma porcentagem maior de sucesso dos traçados digitalizados em relação ao traçado manual. Contudo, os referidos autores não incluíram nesta revisão resultados obtidos a partir da TCFC, conforme realizado no presente trabalho, a qual permite alta precisão na demarcação dos pontos cefalométricos.

Estudos em crânio seco quando comparados com dados obtidos a partir de TCFC demonstram a maior qualidade do exame tomográfico em relação à telerradiografia digitalizada no que diz respeito à fidelidade de suas medidas e à facilidade de identificação dos pontos cefalométricos^{4,9,11,31}.

Há que se ressaltar, ainda, a importância de testar as diferentes metodologias disponíveis para a realização de análises cefalométricas. Estas pesquisas permitem assegurar a excelência dos resultados durante a inevitável transição entre os arquivos analógicos para os digitais^{23,33}.

CONCLUSÃO

Com base na metodologia empregada pode-se concluir que os três métodos avaliados (traçado cefalométrico manual, traçado através de radiografias escaneadas e telerradiografia obtida a partir de TCFC) mostraram-se eficientes, com diferenças clinicamente aceitáveis para T1 e T2 e podem ser utilizados com segurança. Contudo, o traçado cefalométrico obtido a partir da TCFC (G3) apresentou maior confiabilidade e menor variação, possivelmente devido à facilidade

de identificação dos pontos anatômicos em função da nitidez destas imagens, além da possibilidade da utilização dos filtros de imagem disponíveis no programa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. McNamara Jr JA. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1984;86:449-68.
 2. Halazonets DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005 May 127:627-37.
 3. Yamamoto K, Uneo K, Seo K, Shinohara D. Development of dento-maxillofacial cone beam X-ray computed tomography system. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6(suppl):160-2.
 4. 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;81:13-8.
 5. Gribel BH, Gribel MN, Frazão D, Jr JAMN, Manzi F. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans. *Angle Orthod.* 2011;81:28-37.
 6. Cataneo PM, Bloch CB, Calmar D, Hjortshoj M, Melsen B. Comparison between conventional and cone-beam computed tomograph-generated cephalograms. *Angle Orthod.* 2010;80:798-802.
 7. Chen YJ, Chens K, Yao JCC, Chang HF. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. *Angle Orthod.* 2004;74(2):155-61.
 8. Grauer D, Cevidanes LHS, Styner MA, Heulfe I, Harmon ET, Zhu H, et al. Accuracy and landmark error calculation using cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Angle Orthod* 2010;80:286-94.
-

9. Berco M, Rigali Jr PH, Miner RM, Deluca S, Anderson NK, Will LA. Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone-beam computed tomography scans of a dry human skull. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 July 2009;136:17.e-e9.
 10. Guedes PA, Souza JEN, Tuji FM, Nery EM. A comparative study of manual vs. computerized cephalometric analysis. *Dental Press J Orthod.* 2010 Mar/Apr.;15 (2):44-51.
 11. Periago DR, Scaefe WC, Moshiri M, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear Accuracy and Reliability of Cone Beam CT Derived 3-Dimensional Images Constructed Using an Orthodontic Volumetric Rendering Program. *Angle Orthod.* 2008;78:387-95.
 12. Ozoy OP, Gokcelik A, Memikoglu UT. Differences in cephalometric measurements: a comparison of digital versus hand-tracing methods. *Eur J Orthod.* 2009;31:254-9.
 13. Naoumova J, Lindman R. A comparison of manual traced images and corresponding scanned radiographs digitally traced. *Eur J Orthod.* 2009;31:247-53.
 14. Chen YJ, Chen SK, Chang HF, Chen KC. Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. *Angle Orthod.* 2000;70(5):387-92.
 15. Houston WJB. The analysis of errors in orthodontic measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1983 May;83(5):382-90.
 16. Ludlow JB, Gubler M, LCevitanes, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: Cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Sep;136:312.e1-e10.
 17. Hassan B, VanderStelt P, Sanderink G. Accuracy of three-dimensional measurements obtained from cone beam computed tomography surface-rendered images for cephalometric analysis: influence of patient scanning position. *Eur J Orthod.* 2009;31:129-34.
-

18. Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Apr;135(4):468-79.
 19. Kusnoto B. Two-dimensional cephalometry and computerized orthognathic surgical treatment planning. *Clin Plast Surg.* 2007 Jul;34(3):417-26.
 20. Hurst CA, Eppley BL, Havlik RJ, Sadove AM. Surgical cephalometrics: applications and developments. *Plast Reconstr Surg.* 2007 Nov;120(6):92e-104-e.
 21. Huja SS, Grubaugh EL, Rummel AM, Fields HW, Beck FM. Comparison of hand-traced and computer-based cephalometric superimpositions. *Angle Orthod.* 2009;79:428-35.
 22. Leonardi R, Giordano D, Maiorana F, Spampinato C. Automatic cephalometric analysis. *Angle Orthod.* 2008;78(1):145-51.
 23. Vlijmen OCv, Maal TJJ, Bergé SJ, Bronkhorst EM, Katsaraos C, Jagtman AMK. A comparison between two-dimensional and three-dimensional cephalometry on frontal radiographs and on cone beam computed tomography scans of human skulls. *Eur J Orthod.* 2009;117:300-5.
 24. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998;8(9):1558-64.
 25. Santoro M, Jarjoura K, Cangialosi TJ. Accuracy of digital and analogue cephalometric measurements assessed with the sandwich technique. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129:345-51.
 26. Oliver RG. Cephalometrics analysis comparing five different methods. *Br J Orthod.* 1991 Nov;18(4):277-83.
 27. Hing NR. The accuracy of computer generated prediction tracings. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1989 Jun;18(3):148-51.
 28. Battagel MJ. A comparative assement of cephalometric errors. *Eur J Orthod.* 1993 Aug;15(4):305-14.
-

29. Rosati R, Menezes MD, Rosseti A, Sforza C, Ferrario VF. Digital dental cast placement in 3-dimensional, full-face reconstruction: A technical evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Jul;138:84-8.
 30. Larson BE, Sievers MM, Ko CC. Improved lateral cephalometric superimposition using an automated image fitting technique. *Angle Orthod.* 2010;80(3):474-9.
 31. 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;132:550-60.
 32. Swennen GRJ, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: Spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Sep;130:410-6.
-

4 *Conclusão*

4. CONCLUSÃO

Com base na metodologia empregada pode-se concluir que os três métodos avaliados (traçado cefalométrico manual, traçado através de radiografias escaneadas e telerradiografia obtida a partir de TCFC) mostraram-se eficientes, com diferenças clinicamente aceitáveis para T1 e T2 e podem ser utilizados com segurança. Contudo, o traçado cefalométrico obtido a partir da TCFC (G3) apresentou maior confiabilidade e menor variação, possivelmente devido à facilidade de identificação dos pontos anatômicos em função da nitidez destas imagens, além da possibilidade da utilização dos filtros de imagem.

Referências

REFERÊNCIAS

1. Hing NR. The accuracy of computer generated prediction tracings. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1989 Jun;18(3):148-51.
 2. Oliver RG. Cephalometrics analysis comparing five different methods. *Br J Orthod.* 1991 Nov;18(4):277-83.
 3. Rudolph DJ, Sinclair PM, Coggins JM. Automatic computerized radiographic identification of cephalometric landmarks. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 Feb;113:173-9.
 4. Christensen GJ. Why switch to digital radiography? *J Am Dent Assoc.* 2004;135(10):143-9.
 5. Vander Stelt PF. Filmless imaging. The uses of digital radiography in dental practice. *J Am Dent Assoc.* 2005;136:1379-87.
 6. Adams JW. Correction of error in cephalometric roentgenograms. *Angle Orthod.* 1940 Jan;x(1):3-13.
 7. Vasconcelos MHF, Janson G, Freitas MR, Henriques JFC. Avaliação de um programa de traçado cefalométrico. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2006 Mar/Abril;11(2):44-54.
 8. Bergin R, Hallenberg J, Malmgren O. Computerized cephalometrics. *Acta Odontol Scand.* 1978 Jul;36:349-57.
 9. Bondevik O, Rosler M, Slagslovold O. The digital read-out system CM-1; an instrument for rational measuring on radiograph headplates and dental models. *Eur J Orthod.* 1981;03:1-8.
 10. Richardson A. A comparison of traditional and computerized methods of cephalometric analysis. *Eur J Orthod.* 1981 Jun;3(5):330-57.
 11. McNamara Jr JA. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1984;86:449-68.
 12. Nimkarn Y, Miles PG. Reability of computer-generated cephalometrics. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1995;10(1):43-52.
 13. Miller AJ, Maku K, Hatcher DC. New diagnostic tools in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004 Oct;126:395-6.
 14. Quintaro JC, Trosien A, Hatcher D, Kapila S. Craniofacial imaging in orthodontics: Historical perspective, current status, and future developments. *Angle Orthod.* 1999;69(6):491-505.
 15. Battagel MJ. A comparative assement of cephalometric errors. *Eur J Orthod.* 1993 Aug;15(4):305-14.
 16. Kusnoto B. Two-dimensional cephalometry and computerized orthognathic surgical treatment planning. *Clin Plast Surg.* 2007 Jul;34(3):417-26.
-

17. Trpkova B, Major P, Prasad N, Nebbe B. Cephalometric landmarks identification and reproducibility: A Meta analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Aug;112:165-70.
 18. Chen YJ, Chens K, Yao JCC, Chang HF. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. *Angle Orthod.* 2004;74(2):155-61.
 19. Redmond WR, Dana JM, Goldstein M, Burch JG, Hardgan PC. Comparative study of manual and computerized cephalometric analyses. *J Clin Orthod.* 2004 May;38(5):293-6.
 20. Leonardi R, Annunziata A, Caltabiano M. Landmark identification error in posteroanterior cephalometric radiography. *Angle Orthod.* 2008;78(4):761-4.
 21. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998;8(9):1558-64.
 22. Halazonets DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005 May 127:627-37.
 23. DeVos W, Casselman J, Swennen GR. Cone -beam computerized tomography(CBCT) imaging of the oral and maxillofacial region: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009;38:609-25.
 24. 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;132:550-60.
 25. Kumar V, Lundlow J, Cevidanes LH, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod.* 2008;78(5):873-9.
 26. Periago DR, Scaefe WC, Moshiri M, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear Accuracy and Reliability of Cone Beam CT Derived 3-Dimensional Images Constructed Using an Orthodontic Volumetric Rendering Program. *Angle Orthod.* 2008;78:387-95.
 27. Naoumova J, Lindman R. A comparison of manual traced images and corresponding scanned radiographs digitally traced. *Eur J Orthod.* 2009;31:247-53.
 28. Chen YJ, Chen SK, Chang HF, Chen KC. Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. *Angle Orthod.* 2000;70(5):387-92.
 29. Berco Jr M, Rigali Jr PH, Miner RM, Deluca S, Anderson NK, Will LA. Accuracy and reliability of linear cephalometric measurements from cone-beam computed tomography scans of a dry human skull. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 July 2009;136:17.e-e9.
 30. Hassan B, Vander Stelt P, Sanderink G. Accuracy of three-dimensional measurements obtained from cone beam computed tomography surface-rendered images for cephalometric analysis: influence of patient scanning position. *Eur J Orthod.* 2009;31:129-34.
-

31. Ozoy OP, Gokcelik A, Memikoglu UT. Differences in cephalometric measurements:a comparison of digital versus hand-tracing methods. *Eur J Orthod.* 2009;31:254-9.
 32. Guedes PA, Souza JEN, Tuji FM, Nery EM. A comparative study of manual vs.computerized cephalometric analysis. *Dental Press J Orthod.* 2010 Mar/Apr.;15 (2):44-51.
 - 33.43. Grauer D, Cevidanes LHS, Styner MA, Heulfe I, Harmon ET, Zhu H, et al. Accuracy and landmark error calculation using cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Angle Orthod.*2010;80:286-94.
 34. Gribel BF, Gribel MN, Gribel FR, Manzi FR, Brooks SL, Jr JAM. From 2D to 3D: an algorithm to derive normal values for 3-dimensional computerized assessment. *Angle Orthod.* 2011;81(1):5-12.
 35. 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;81:13-8.
-