

HAROLDO RODRIGUES DE ALBUQUERQUE JUNIOR, C.D.

**AVALIAÇÃO DO ERRO DE REPRODUTIBILIDADE DOS
VALORES CEFALOMÉTRICOS APLICADOS NA
FILOSOFIA TWEED-MERRIFIELD, PELOS MÉTODOS
COMPUTADORIZADO E CONVENCIONAL**

**Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de
Campinas, para a obtenção do grau
de Mestre em Ciências, área de
concentração Ortodontia.**

**PIRACICABA
1996**

HAROLDO RODRIGUES DE ALBUQUERQUE JUNIOR, C.D.

**AVALIAÇÃO DO ERRO DE REPRODUTIBILIDADE DOS
VALORES CEFALOMÉTRICOS APLICADOS NA
FILOSOFIA TWEED-MERRIFIELD, PELOS MÉTODOS
COMPUTADORIZADO E CONVENCIONAL**

*Este exemplar foi
devidamente corrigido,
conforme resolução
C CPQ/036/33
Piracicaba, 05/nov/96*

Maria Helena

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do grau de Mestre em Ciências, área de concentração Ortodontia.

Orientadora:
Profa. Dra. Maria Helena Castro de Almeida. FOP-UNICAMP

PIRACICABA
1996

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

44903

UNIDADE	EC
N.º CHAMADA:	U/UNICAMP
	AL15a
V.	Et.
TORNO B0/	29277
PROJ.	667/96
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	29.11,00
DATA	07/12/96
N.º CPD	

CM.00096286-2

Ficha Catalográfica Elaborada pela Biblioteca da FOP/UNICAMP

AL15a AL7a	<p>Albuquerque Junior, Haroldo Rodrigues de.</p> <p>Avaliação do erro de reprodutibilidade dos valores cefalométricos aplicados na filosofia Tweed-Merrifield, pelos métodos computadorizado e convencional / Haroldo Rodrigues de Albuquerque Junior. - Piracicaba : [s.n.], 1996.</p> <p>169f. : il.</p> <p>Orientadora : Maria Helena Castro de Almeida.</p> <p>Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>I. Ortodontia. 2. Cefalometria. 3. Medidas físicas - Erro. I. Almeida, Maria Helena Castro de. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">19.CDD - 617.643 - 519.5</p>
---------------	---

Índices para o Catálogo Sistemático

1. Ortodontia	617.643
2. Cefalometria	617.643
3. Medidas físicas - Erro	519.5



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de **Mestrado**, em sessão pública realizada em 25/10/96, considerou o candidato aprovado.

1. Maria Helena Castro de Almeida

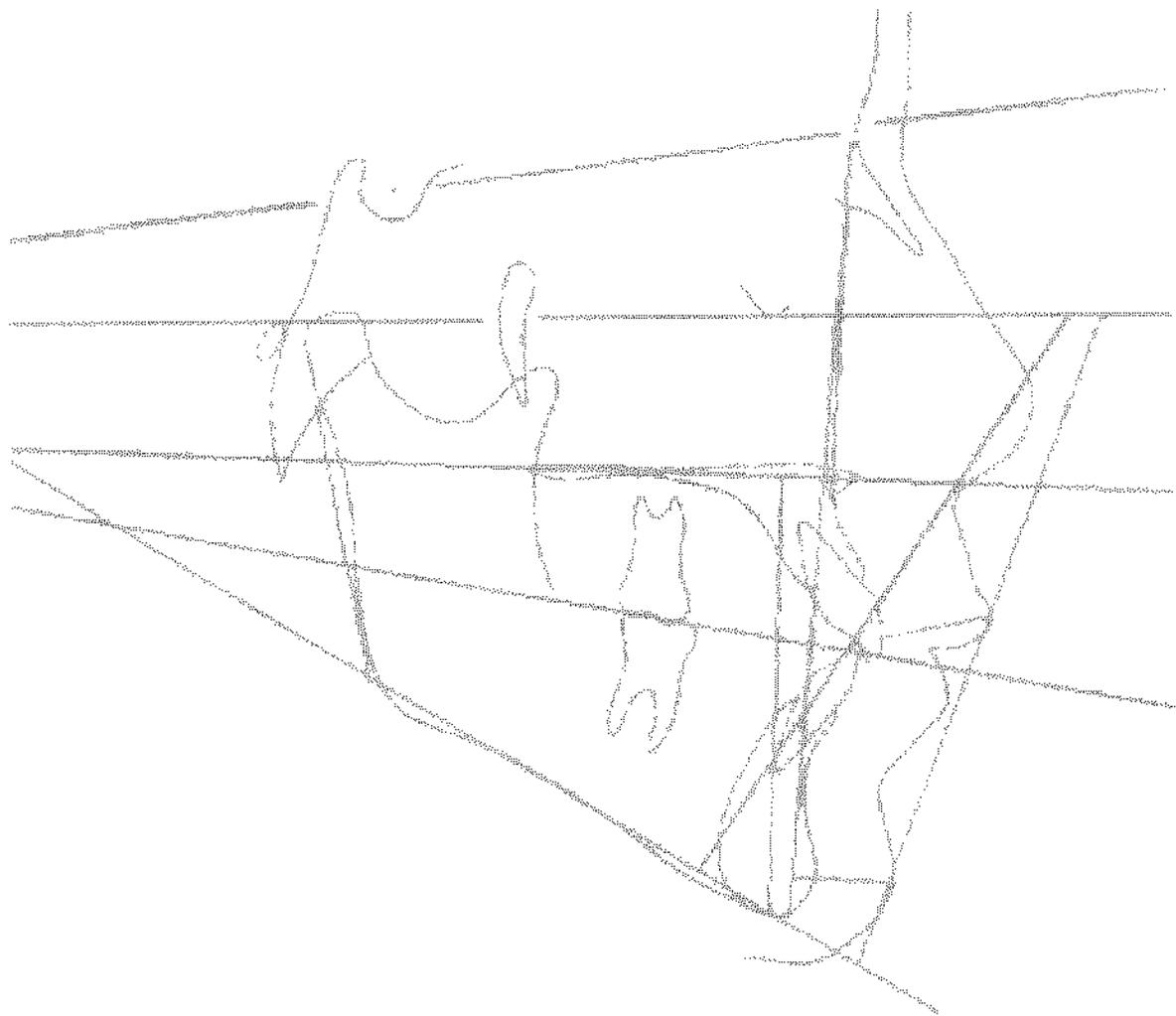
Maria Helena Castro de Almeida

2. Darcy Flávio Nouer

Darcy Flávio Nouer

3. Tatsuko Sakima

Tatsuko Sakima



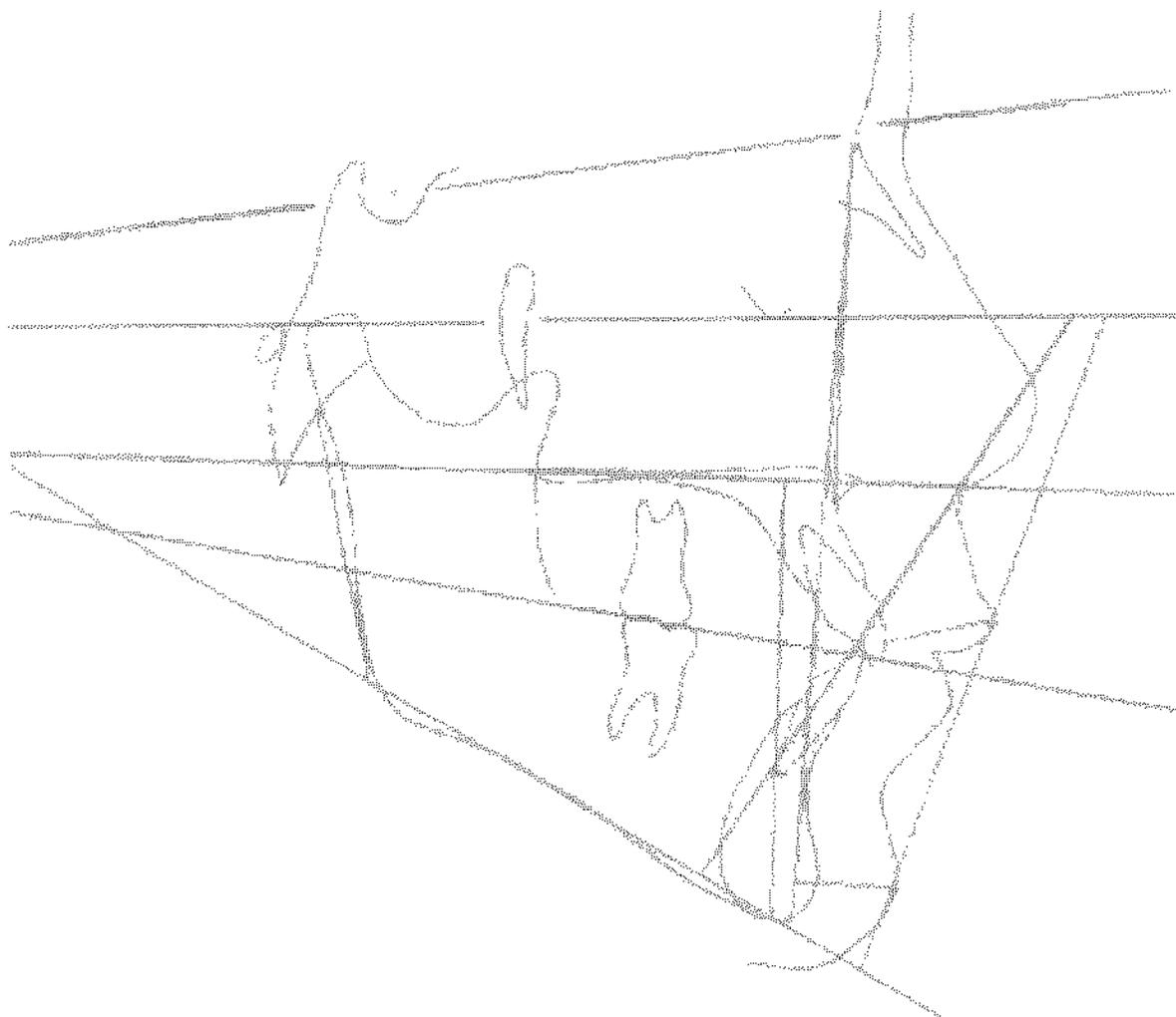
Dedicatória

Ao Senhor Supremo... *Deus*.

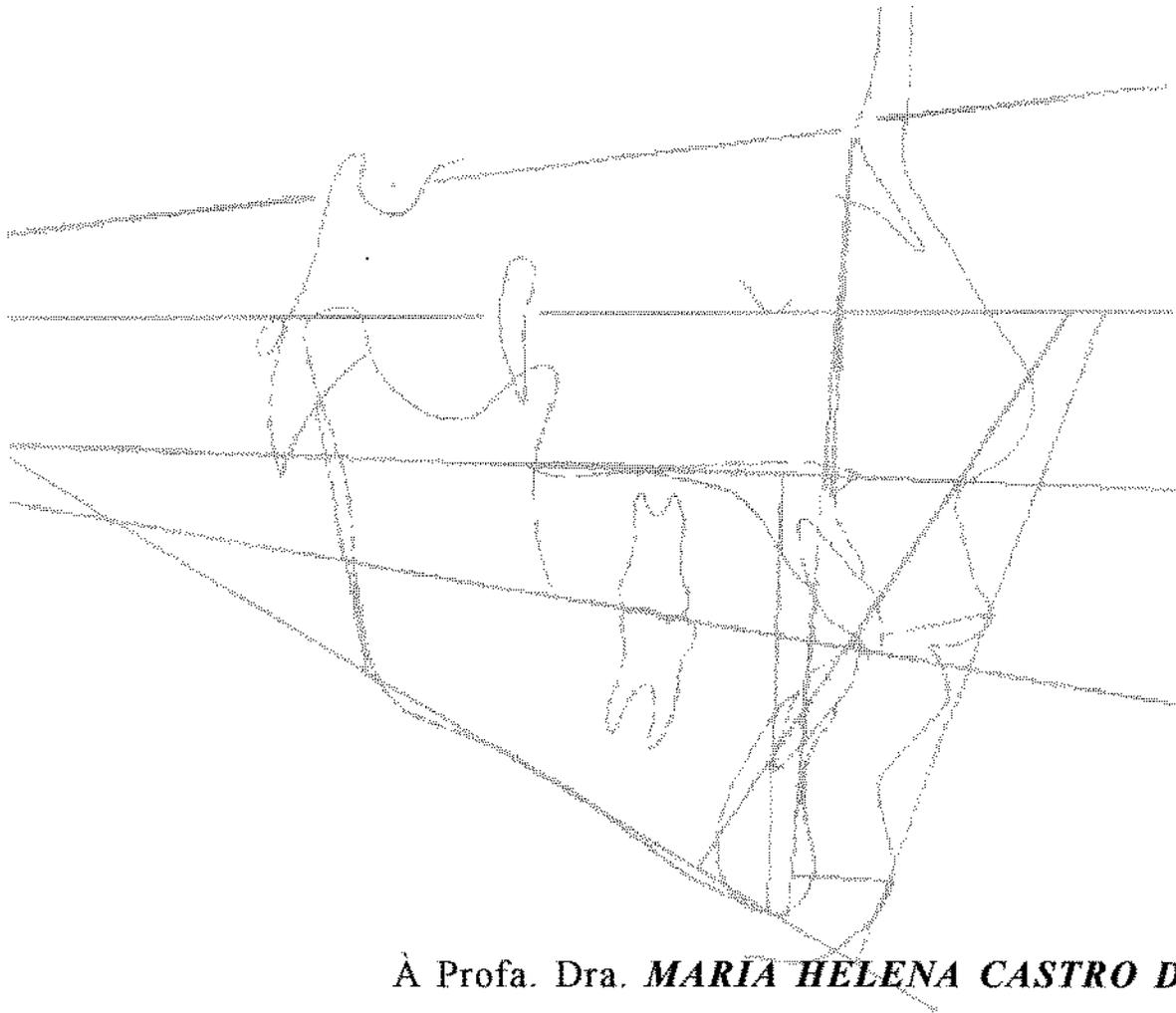
Aos amados *Haroldo* e *Socorro*,
exemplos de amor, apoio e
dedicação sempre tão presentes
na minha vida.

Aos meus irmãos *Alexandre*,
Antonieta e *Gerardo*, amigos
inseparáveis.

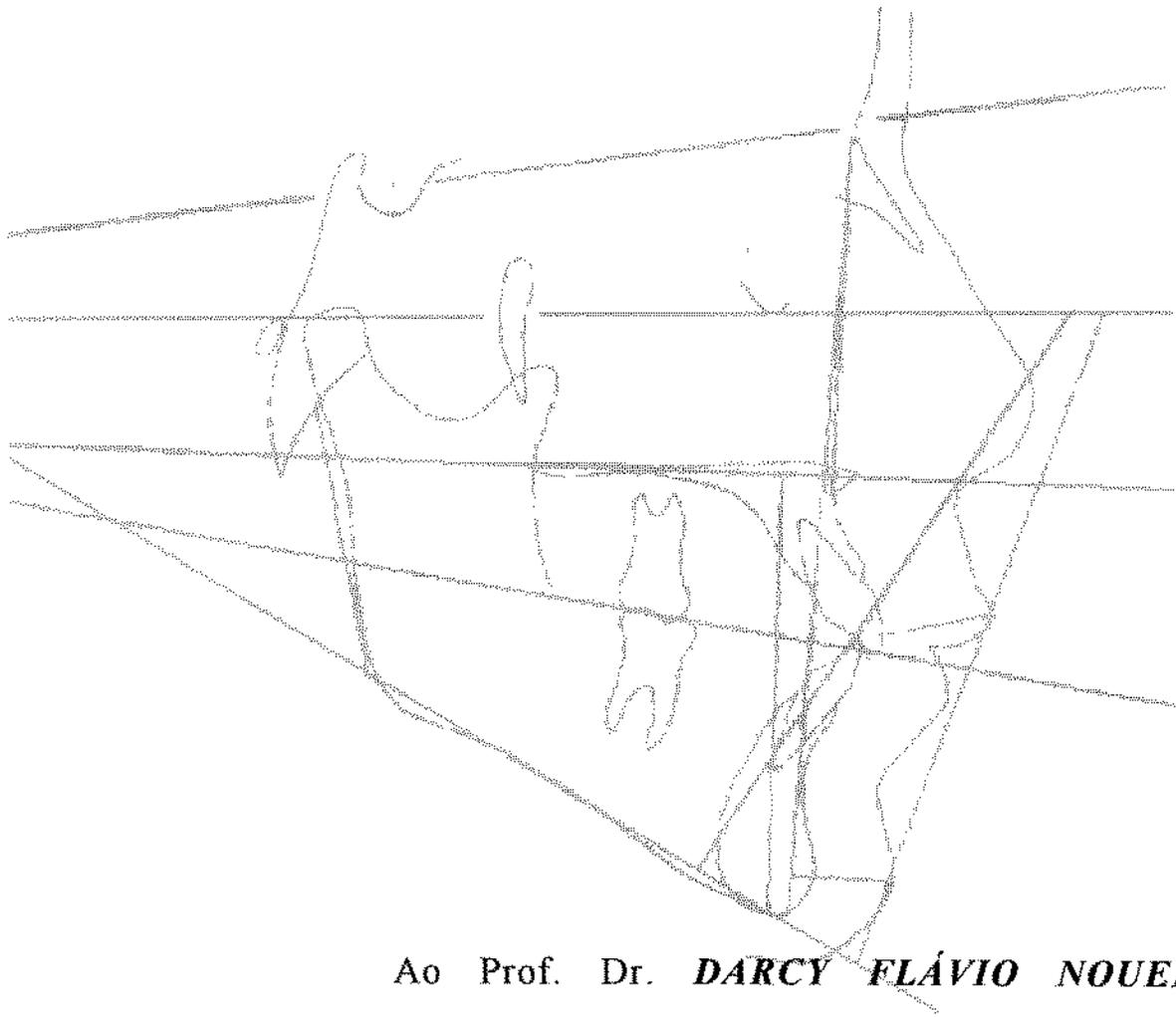
À *Paula* e à *Gabriela*, cúmplices da
minha vida, estímulos de vitória e
conquistas.



Agradecimentos Especiais



À Profa. Dra. **MARIA HELENA CASTRO DE ALMEIDA**, pela orientação paciente e segura deste trabalho, por acreditar na idéia de quem quer contribuir para o desenvolvimento do saber científico.



Ao Prof. Dr. **DARCY FLÁVIO NOUER**,
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em
Ortodontia da FOP-UNICAMP, pela
oportunidade e incentivo à pesquisa e ao
ensino.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em
Ortodontia da FOP-UNICAMP:

Dra. *NORMA SABINO PRATES*,

Dr. *EVERALDO OLIVEIRA SANTOS BACCHI*,

Dra. *MARIA BEATRIZ B. ARAÚJO MAGNANI*,

Dra. *VÂNIA CÉLIA VIEIRA DE SIQUEIRA*,

pelos ensinamentos transmitidos para nossa
formação científica e técnica.

Ao Prof. Dr. *JOÃO HILDO CARVALHO
FURTADO*, Professor Emérito da Universidade
Federal do Ceará, amigo e grande batalhador da
Odontologia.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, representada pelos Professores Doutores **José Ranalli**, Diretor e **Oslei Paes de Almeida**, Diretor Associado;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - **CAPES**, do Ministério da Educação e do Desporto, pela concessão da bolsa de estudo;

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - **FAPESP**, pela concessão do auxílio para realização da fase experimental deste estudo, Processo 95/1130-5;

À Profa. Dra. **Sônia Vieira**, Titular da área de Bioestatística da FOP/UNICAMP, pela consultoria da análise estatística;

Aos Drs. **Mônica I. Casajúse** **Carlos H. Domenech**, pela brilhante execução da análise estatística;

Ao Prof. Dr. **Renato Castro de Almeida**, pela valiosa colaboração, sem a qual a realização deste estudo estaria prejudicada;

Ao Prof. Dr. **Tatsuko Sakima**, Titular da área de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara-UNESP, e ao Cirurgião-Dentista **Paulo Roberto Tatsuo Sakima**, pela atenção dispensada na orientação sobre o uso e manejo do *software* e *digitizer* utilizados neste estudo;

Ao Prof. Dr. **Myrson Lima**, professor de Língua Portuguesa da Universidade Estadual do Ceará, pela correção do vernáculo;

~~As Senhoras **Sueli Duarte de Oliveira Soliani** e **Luzia de Fátima da Silva**, Bibliotecárias da FOP/UNICAMP, pela revisão bibliográfica;~~

Ao amigo **Pedro Cesar F. dos Santos**, fiel companheiro de anseios e lutas;

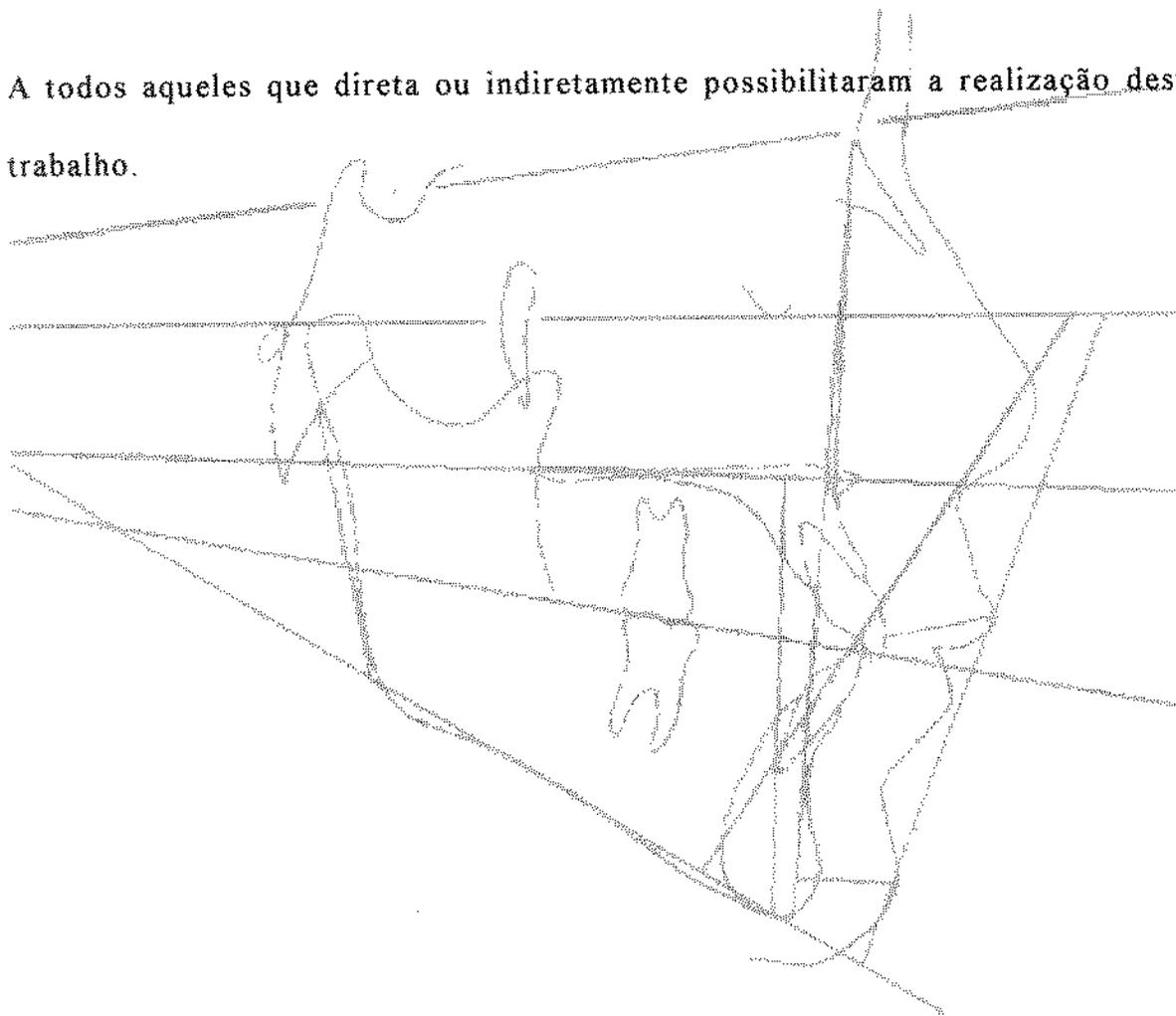
Aos amigos **Cauby, Benedito, João e Paulo Edelvar**, pela ajuda a mim dispensada;

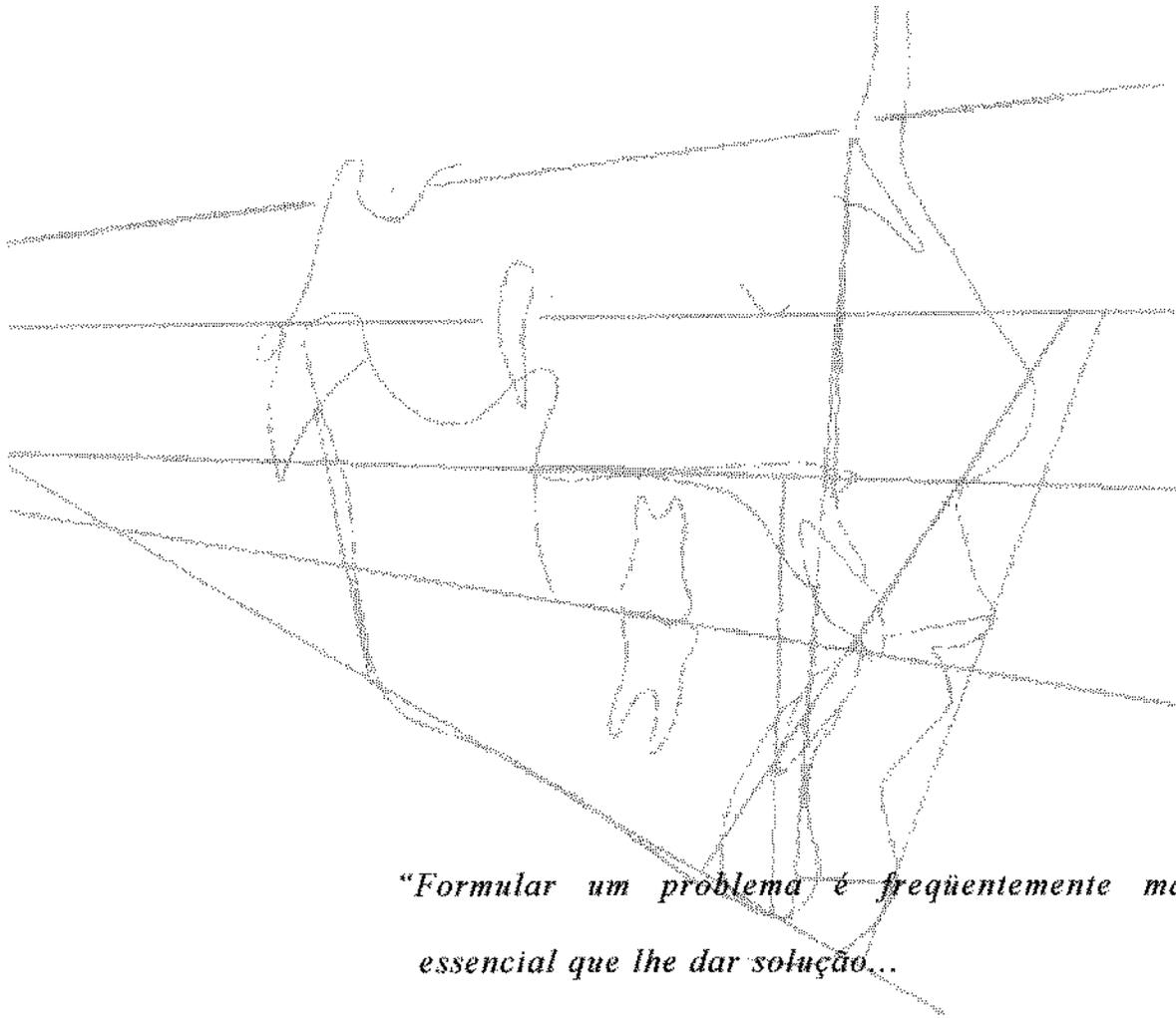
Ao amigo piracicabano **Mário Sinhoretti**, pela atenção e generosidade com que sempre me recebeu;

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pelas experiências trocadas;

Aos Funcionários do Departamento de Odontologia Infantil da FOP/UNICAMP, Senhor **Pedro de Oliveira Miguel** e Senhoras **Joselena Casati Lodi** e **Maria de Lourdes Gaspar Correa**, pela atenção e auxílio durante o decorrer do Curso de Pós-Graduação;

A todos aqueles que direta ou indiretamente possibilitaram a realização deste trabalho.





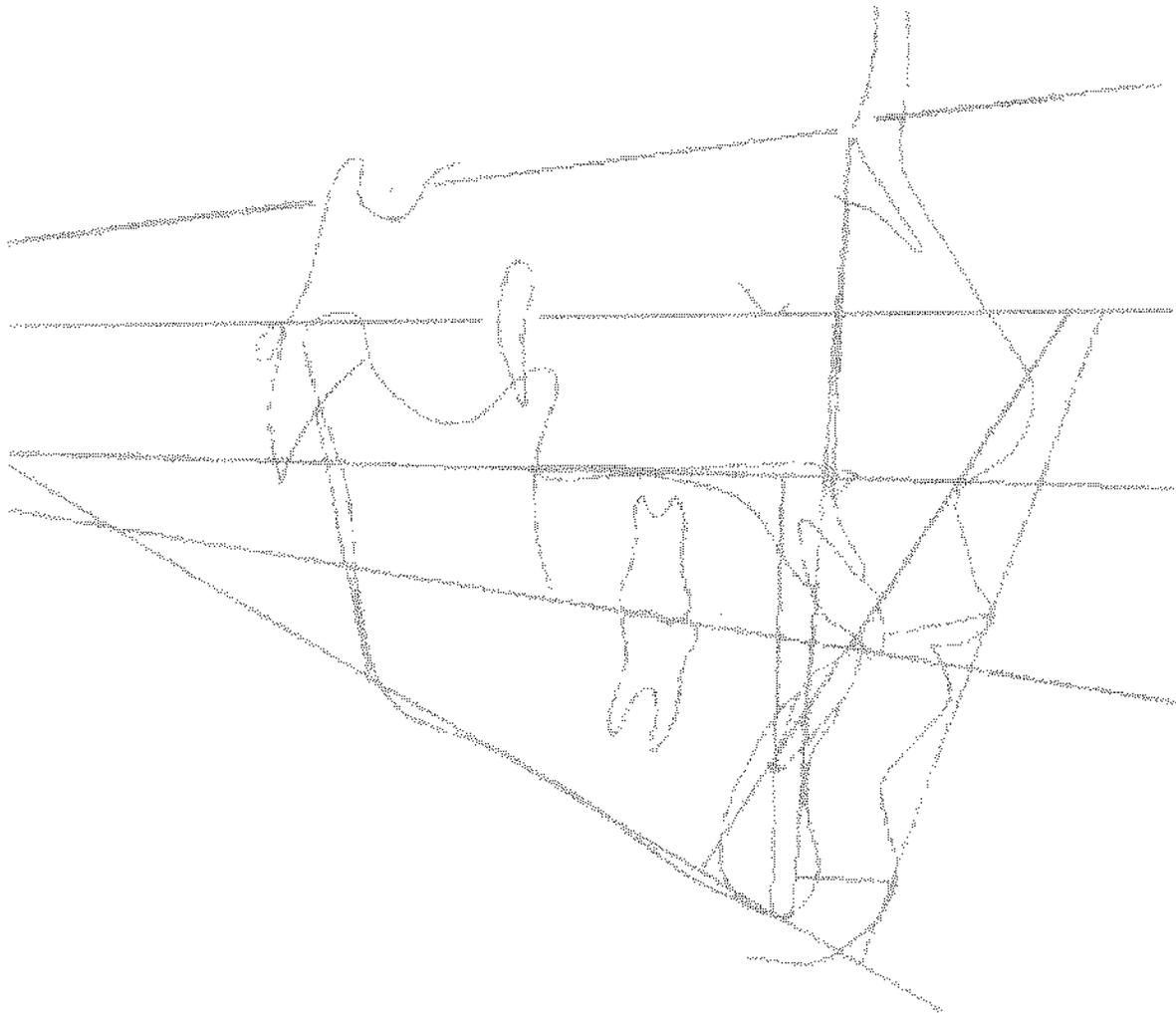
“Formular um problema é freqüentemente mais essencial que lhe dar solução...”

Provocar o aparecimento de novas questões e possibilidades, considerar velhos problemas sob um ângulo novo, isso exige imaginação criadora e marca um real progresso na Ciência.”

Albert Einstein

SUMÁRIO

LISTAS	1
RESUMO	10
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
3. PROPOSIÇÃO	64
4. MATERIAIS E MÉTODOS	66
5. RESULTADOS	84
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	103
7. CONCLUSÃO	117
ANEXOS	119
SUMMARY	157
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159



LISTAS

LISTA DE TABELAS

5.1.1	Valores cefalométricos da filosofia Tweed-Merrifield (FMIA, FMA e IMPA). Método Convencional.	124
5.1.2	Valores cefalométricos da filosofia Tweed-Merrifield (SNA, SNB e ANB). Método Convencional.	125
5.1.3	Valores cefalométricos da filosofia Tweed-Merrifield (AO-BO, Plano Oclusal HF e Ângulo Z). Método Convencional.	126
5.1.4	Valores cefalométricos da filosofia Tweed-Merrifield (Lábio Superior, Queixo Total e AFP). Método Convencional.	127
5.1.5	Valores cefalométricos da filosofia Tweed-Merrifield (AFA e AFP/AFA). Método Convencional.	128
5.1.6	Valores cefalométricos da filosofia Tweed-Merrifield (FMIA, FMA e IMPA). Método Computadorizado.	129
5.1.7	Valores cefalométricos da filosofia Tweed-Merrifield (SNA, SNB e ANB). Método Computadorizado.	130
5.1.8	Valores cefalométricos da filosofia Tweed-Merrifield (AO-BO, Plano Oclusal HF e Ângulo Z). Método Computadorizado.	131
5.1.9	Valores cefalométricos da filosofia Tweed-Merrifield (Lábio Superior, Queixo Total e AFP). Método Computadorizado.	132
5.1.10	Valores cefalométricos da filosofia Tweed-Merrifield (AFA e AFP/AFA). Método Computadorizado.	133

5.2.1	Médias e desvios padrões por Método, Operador e Momento (FMIA, FMA, IMPA, SNA e SNB).	134
5.2.2	Médias e desvios padrões por Método, Operador e Momento (ANB, AO-BO, Pl.Ocl.HF, Âng.Z e LÁBIO).	135
5.2.3	Médias e desvios padrões por Método, Operador e Momento (QUEIXO, AFP, AFA e AFP/AFA).	136
5.2.4	Médias por Método e Operador.	137
5.2.5	Médias por Método e Momento.	138
5.2.6	Médias por Operador e Momento.	139
5.2.7	Médias por Método.	140
5.2.8	Médias por Operador.	141
5.2.9	Médias por Momento.	142
5.3.1	FMIA. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	86
5.3.2	FMA. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	87
5.3.3	IMPA. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	88
5.3.4	SNA. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	89
5.3.5	SNB. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	90
5.3.6	ANB. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	91

5.3.7	AO-BO. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	92
5.3.8	Plano Oclusal HF. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	92
5.3.9	Ângulo Z. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	92
5.3.10	Espessura Lábio Superior. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	93
5.3.11	Espessura Queixo Total. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	94
5.3.12	AFP. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	95
5.3.13	AFA. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	95
5.3.14	AFP/AFA. Análise de variância dos fatores Método, Operador e Momento.	96
5.3.15	Significância dos efeitos em estudo para todas as variáveis.	97
5.4.1	Coefficientes de correlação (r) entre as médias de Métodos, Operadores e Momentos.	98
5.5.1	Variância do erro em relação à variância total e coeficientes de confiabilidade para o método convencional, operador A.	100
5.5.2	Variância do erro em relação à variância total e coeficientes de confiabilidade para o método convencional, operador B.	100

- 5.5.3 Variância do erro em relação à variância total e coeficientes de confiabilidade para o método computadorizado, operador A. 101
- 5.5.4 Variância do erro em relação à variância total e coeficientes de confiabilidade para o método computadorizado, operador B. 101

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

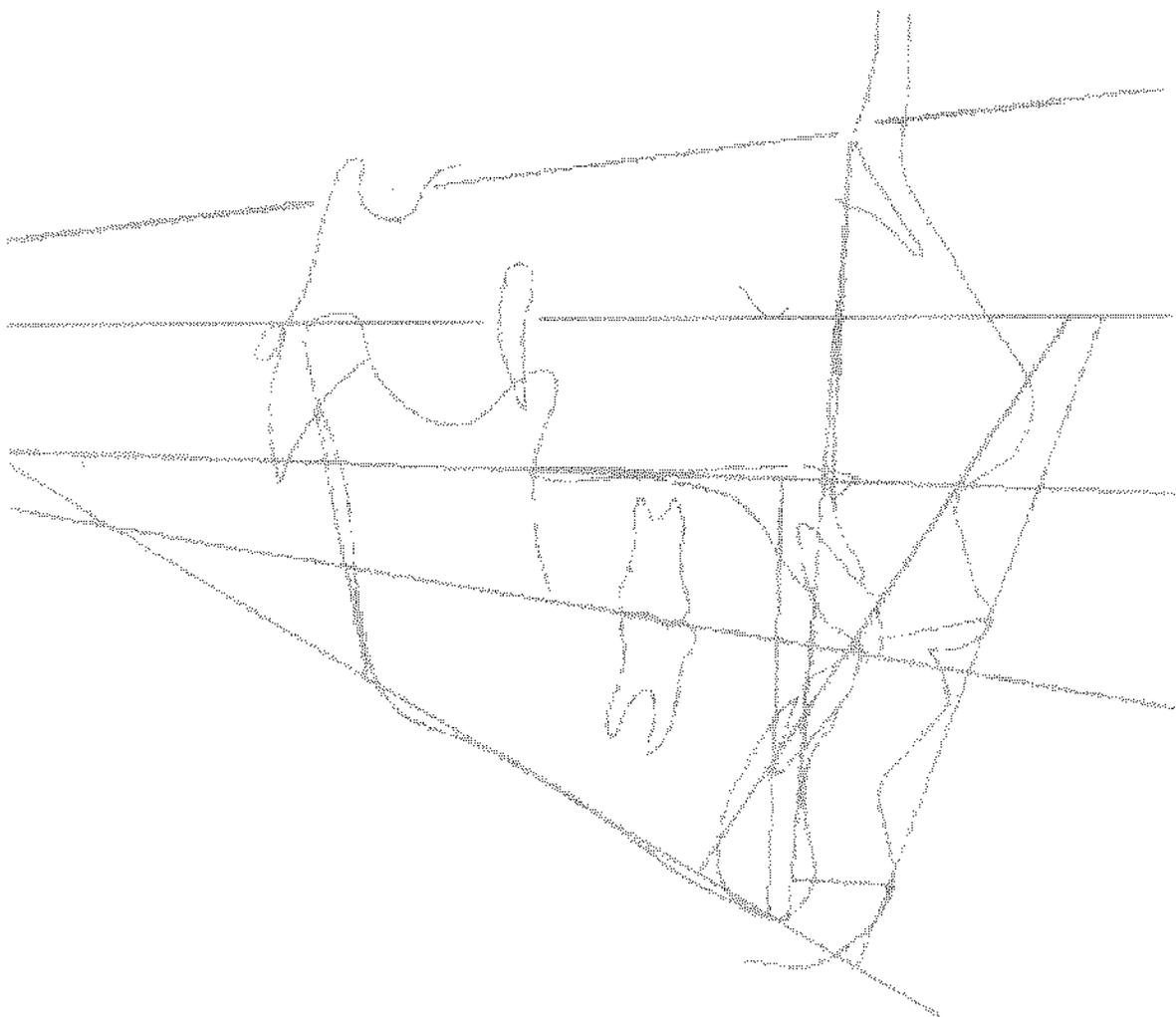
4.1	Desenho anatômico. Método Convencional.	120
4.2	Desenho anatômico . Método Computadorizado.	121
4.3	Traçado cefalométrico. Método Convencional.	122
4.4	Traçado cefalométrico. Método Computadorizado.	123
4.5	Mesa digitalizadora/Sistema de microcomputador.	78
4.6	Representação gráfica dos fatores incluídos no estudo.	81
5.3.1	FMIA. Médias por Operador e Método.	86
5.3.2	FMA. Médias por Operador e Método.	87
5.3.3	IMPA. Médias por Operador e Método.	88
5.3.4	SNA. Médias por Operador e Método.	89
5.3.5	SNA. Médias por Momento e Método.	89
5.3.6	SNB. Médias por Operador e Método.	90
5.3.7	SNB. Médias por Momento e Método.	91
5.3.8	Espessura Lábio Superior. Médias por Momento e Método.	93
5.3.9	Espessura Queixo Total. Médias por Operador e Método.	94
5.3.10	AFA. Médias por Operador e Método.	96
5.4.1	Correlações entre Métodos, Operadores e Momentos.	99
5.4.2	FMIA. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	143
5.4.3	FMA. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	144

5.4.4	IMPA. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	145
5.4.5	SNA. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	146
5.4.6	SNB. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	147
5.4.7	ANB. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	148
5.4.8	AO-BO. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	149
5.4.9	Plano Oclusal HF. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	150
5.4.10	Ângulo Z. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	151
5.4.11	Espessura Lábio Superior. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	152
5.4.12	Espessura Queixo Total. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	153
5.4.13	AFP. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	154
5.4.14	AFA. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	155
5.4.15	AFP/AFA. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.	156

5.5.1	Porcentagens da variância do erro em relação à variância total por Método e Operador.	102
5.5.2	Coefficientes de confiabilidade por Método e Operador.	102

ABREVIATURAS E SIGLAS

kV	quilovolt(s)
mA	miliampère(s)
MHz	megahertz
%	porcentagem
s	segundo(s)
°	grau(s)
mm	milímetro(s)
cm	centímetro(s)
m	metro(s)
=	igual
>	maior que
<	menor que
Fig.	figura(s)
et al.	e outros
Apud	em

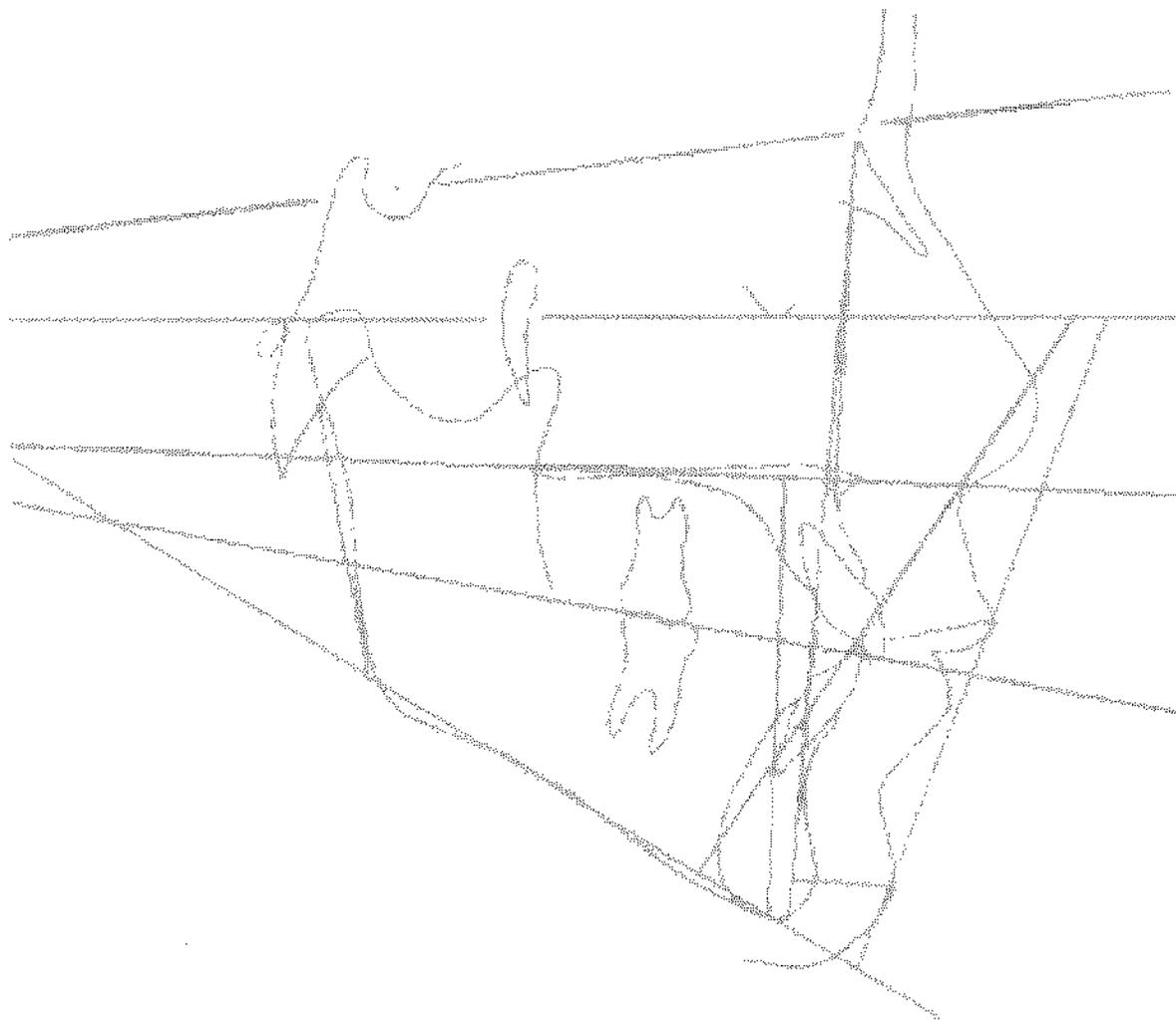


RESUMO

RESUMO

Foi realizado um estudo para avaliar o erro de reprodutibilidade dos valores cefalométricos usados na filosofia Tweed-Merrifield, tanto pelo método computadorizado quanto pelo método convencional. Utilizou-se uma amostra de trinta telerradiografias da cabeça em norma lateral, do arquivo do Curso de Pós-Graduação em ortodontia da FOP-UNICAMP. Dois operadores realizaram os traçados e mensurações em dois momentos, com intervalo de trinta dias entre cada conjunto de traçados. Para avaliar o efeito sistemático dos fatores em estudo, realizou-se uma análise de variância para cada variável investigada, levando-se em consideração a dependência gerada pela realização de diversas medidas nas radiografias de cada paciente, assim como foram feitos testes t-Student. Para estimar os erros aleatórios, determinou-se a variância do erro, fórmula de Dahlberg, para combinação de método e operador, e para cada medida. Como alternativa de avaliar a contribuição dos erros aleatórios na reprodutibilidade das medidas, calculou-se o coeficiente de confiabilidade. A investigação demonstrou que os erros na cefalometria radiográfica, inevitavelmente, ocorrem, havendo uma interferência significativa do fator operador na reprodutibilidade das medidas. O método computadorizado foi confiável, apresentando variâncias do erro menores que as do método convencional. As medidas FMIA e IMPA manifestaram as maiores possibilidades de erro, sendo essencial, dentro da filosofia em estudo, a replicação de traçados, para tomadas de decisões seguras.

Palavras chaves: Ortodontia, Cefalometria, Precisão de medidas - erro.



1. INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Há vários anos, a cefalometria radiográfica tornou-se essencial nas análises ortodônticas. A avaliação radiográfica é um pré-requisito tanto para o planejamento ortodôntico quanto para a avaliação de casos tratados. Entretanto, para estimar os métodos de tratamento, os resultados terapêuticos são quantificados, permitindo conhecer os padrões da morfologia craniofacial, através do desenvolvimento de inúmeras análises cefalométricas.

De acordo com MOYERS et al.⁴⁰, 1988, a maioria das análises cefalométricas é de conceito estático, preocupando-se apenas com a forma do indivíduo no momento, sem tentar determinar os efeitos dinâmicos do futuro crescimento. Naturalmente, há grandes dificuldades conceituais e técnicas para utilizar uma forma dinâmica quantificada de uma imagem bidimensional estática. As análises cefalométricas tentam, por meio de medidas lineares e angulares, fixar a forma ou o crescimento da face, de modo que proporcione prontamente comparações com padrões conhecidos ou normas idealizadas.

A contribuição de qualquer sistema de medidas cefalométricas não pode ser avaliada até que seus erros tenham sido analisados⁵². Através das análises dos erros, a reprodutibilidade das medidas é claramente conhecida.

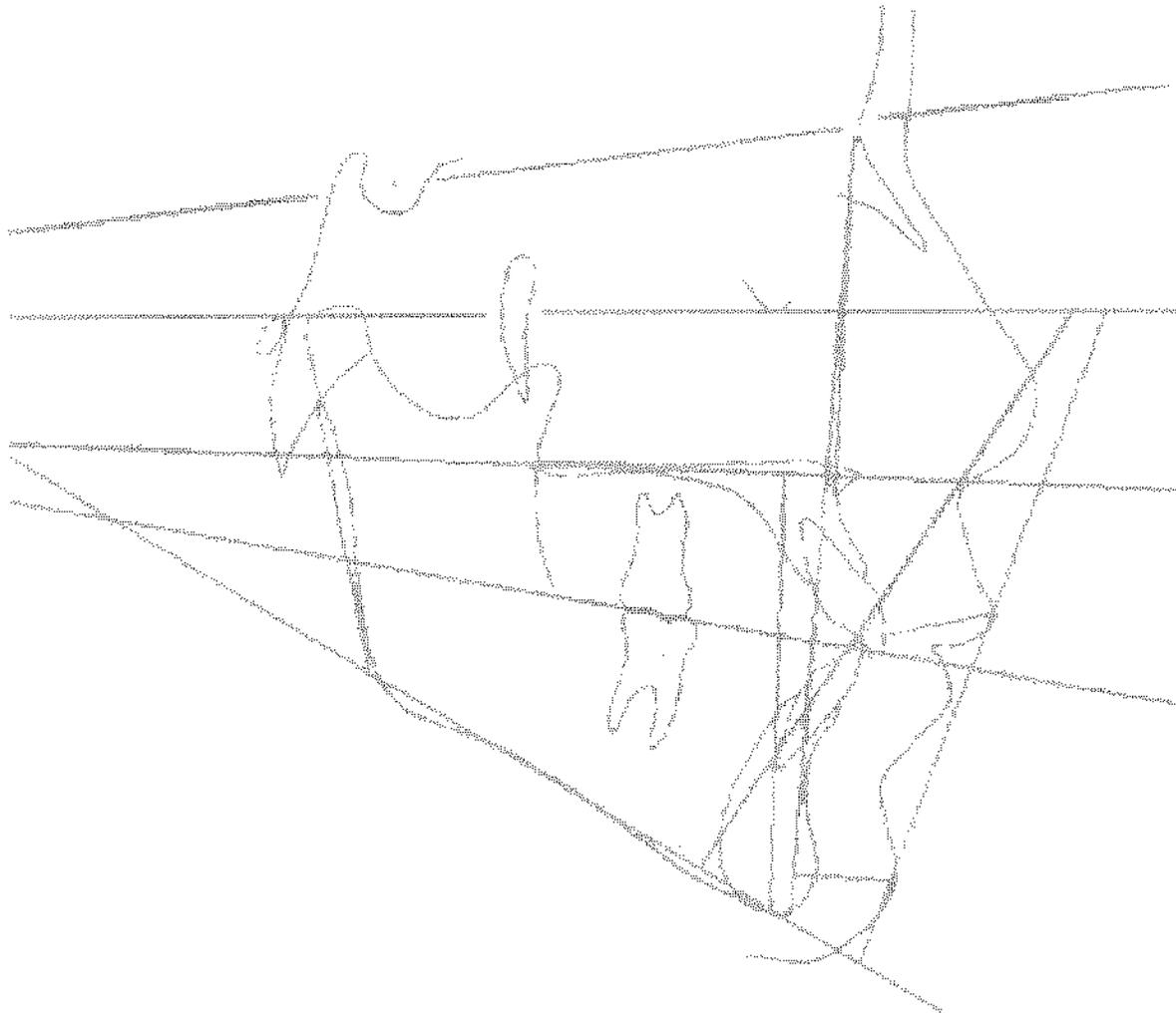
Verifica-se, pela literatura pesquisada, que a radiografia cefalométrica não é uma ferramenta tão precisa quanto se possa imaginar, pois erros significantes estão presentes nas suas medidas^{5,6,25,30,39,48}. Todo esforço, portanto, deve ser feito para minimizar seus efeitos, principalmente, a maneira pela qual os erros afetam a interpretação dos resultados.

Tem-se alcançado ao longo dos anos um considerável progresso na padronização dos equipamentos e das técnicas, com o objetivo de diminuir o dano dos erros de projeção, distorção e ampliação na cefalometria. Contudo, faz-se necessário um grande avanço no controle dos erros implicados na identificação e registro dos pontos de referência.

Mais recentemente, com o advento do computador e do uso de aparelhos eletrônicos de digitalização, permitiu-se o cálculo matemático de ângulos e distâncias, utilizando coordenadas cartesianas a partir da digitação dos pontos. Diante disto, possibilitou-se uma alternativa de redução dos erros nas mensurações feitas com réguas e transferidores^{37,42}.

Segundo BJÓRK¹⁰, 1947, estabelecer a precisão do erro envolvido é utópico e irrealístico. O que se deve é estimar o erro, através de uma metodologia acertada, para fundamentar a validade da pesquisa cefalométrica e sua aplicação clínica. Desta forma, a determinação dos erros de qualquer método cefalométrico é um instrumento necessário para uma manipulação segura dos dados. Poucos são, porém, os estudos cefalométricos^{16,23,30,36,37,49} que documentam detalhadamente uma análise do erro.

Por acreditar na importância do estudo do erro na cefalometria radiográfica, considerou-se de grande valia esta investigação, colaborando, assim, para o desenvolvimento da pesquisa científica.



2. REVISÃO DA LITERATURA

REVISÃO DA LITERATURA

Desde seu início, através das publicações de BROADBENT¹² e HOFRATH²⁹ em 1931, a cefalometria radiográfica tornou-se bastante utilizada como instrumento descritivo e analítico do diagnóstico e planejamento na prática ortodôntica, bem como no campo da pesquisa científica. A aplicação de números às imagens radiográficas, por meio dos valores e das análises cefalométricas, facilmente apresenta uma impressão de exatidão e precisão matemática. Entretanto, diversos estudos e técnicas, ao longo da literatura investigada, demonstraram a existência de diversas fontes de erros envolvidas na cefalometria radiográfica.

Em 1940, ADAMS¹ admitiu que o valor da imagem radiográfica dependia, principalmente, de três propriedades: contraste e densidade; nitidez dos detalhes; e grau de distorção do objeto. Entretanto, com o aperfeiçoamento da técnica e dos equipamentos, obteve-se um alto grau de controle do contraste e da nitidez. A distorção nas telerradiografias não constituía mais um obstáculo significativo em estudos relacionados somente com as alterações decorrentes do tratamento ortodôntico. Todavia, nas análises onde se levavam em consideração taxas de crescimento era necessária uma tentativa de correção da distorção. O autor checkou a eficiência das escalas de correção dos erros de distorção com objetivo de manter os erros dentro dos limites tolerados para obtenção de maior precisão dos resultados. Nesta época, foi assegurada maior confiabilidade às medidas angulares que às lineares, pela presença de menor distorção.

BJÖRK¹⁰, 1947, em seu estudo clássico intitulado *The face in profile*, investigou profundamente as discrepâncias que ocorriam quando dois observadores mediam distâncias entre pontos cefalométricos selecionados de radiografias duplicadas de um mesmo indivíduo. A partir da variabilidade do número de mensurações realizadas e da variabilidade na localização dos pontos envolvidos, foi possível deduzir a reprodutibilidade dos pontos cefalométricos, embora a imprecisão absoluta na reprodução de cada ponto não possa ser determinada, pois todos os pontos se encontram sujeitos ao mesmo grau de incerteza. Para BJÖRK, a discrepância na reprodução de medidas cefalométricas estava sujeita às diferenças entre duas telerradiografias de um mesmo indivíduo; às diferenças na interpretação da localização dos diversos pontos cefalométricos e, finalmente, às diferenças na mensuração da distância entre dois pontos.

Através de uma profunda análise crítica da aplicação da cefalometria radiográfica na pesquisa científica e na prática privada, THUROW⁵⁶, em 1951, resumiu as características diferenciais da cefalometria em dois pontos: colocação do paciente numa posição definida e reprodutível; e controle do aumento e da distorção presentes em toda radiografia. Considerou o posicionamento do paciente, a ampliação e distorção, e a penumbra da imagem como alguns dos problemas envolvidos com a cefalometria. O posicionamento do paciente reflete uma dificuldade, sendo mais aguda na localização precisa do pório. A chave para a ampliação da imagem radiográfica está na distância. No filme cefalométrico, a ampliação está entre 5% e 8%, e a solução mais simples é torná-la constante e ignorá-la. Para as medidas angulares,

eras, definindo objetivos de diagnóstico e tratamento em cada uma. Na última divisão - ERA DA COMUNICAÇÃO CIBERNÉTICA-CULTURAL - com o propósito de *feedback* do diagnóstico biológico, foi introduzida na cefalometria a tecnologia de computadores, onde as medidas são feitas e registradas automaticamente. Para o pesquisador, as telerradiografias com auxílio de *scanners* óticos e gráficos fornecem medidas precisas e confiáveis. O computador é empregado para descrever, elaborar e armazenar uma extraordinária quantidade de informações em forma de dados, de grande valor para o diagnóstico e planejamento do tratamento ortodôntico. A automação e a informatização podem suprir o ortodontista com informações de qualidade e quantidade que, até o momento, não foram possíveis de acumular. Mesmo sabendo da complexidade e sofisticação da tecnologia do computador, o profissional deve ser o juiz final, usando seu senso clínico e sua experiência prática, pois o computador deve funcionar apenas como um guia organizado e de rápido acesso.

KVAM & KROGSTAD³⁵, 1969, investigaram a variabilidade nos traçados cefalométricos para o propósito de diagnóstico, avaliando a magnitude dos erros em oito medidas angulares, através de comparações dos resultados entre operadores com diferentes níveis de experiência em cefalometria clínica. Foram selecionadas ao acaso telerradiografias, de boa qualidade, pertencentes a três indivíduos jovens. Dezoito operadores realizaram os traçados, treze dos quais estudantes de Graduação, que haviam participado de um pequeno curso de traçado cefalométrico, em complemento aos ensinamentos obtidos na Graduação. Os cinco restantes eram estudantes de

superposições de traçados e para as proporções de valores lineares, a ampliação pode ser ignorada, mas não para valores lineares absolutos. Para a correção constante da ampliação, deve-se usar o mesmo fator ou escala de correção, requerendo simplesmente a padronização da distância objeto-filme, que não deve ser maior que 1/10. A distorção é consideravelmente mais séria, por afetar ângulos, linhas e proporções, pois resulta do fato de que o objeto a ser radiografado é tridimensional e as estruturas situadas fora do plano são distorcidas de diversas formas. O autor testou alguns pontos cefalométricos, presentes nas seguintes estruturas anatômicas: órbitas, primeiros molares, borda inferior da mandíbula e fissura ptérigo-maxilar, observando, em todos os casos, que os pontos localizados no lado mais distante do filme são mais afetados pela ampliação do que seus correspondentes, oferecendo uma visão distorcida. A correção desse erro é realizada usando-se um ponto médio, entre os pontos bilaterais. Isso produz um efeito de projeção dos pontos no plano sagital, fazendo com que todas as medidas deste tipo tenham a mesma ampliação.

A falta de nitidez, ainda segundo THUROW⁵⁶, coloca uma limitação definitiva na precisão com a qual se pode localizar os pontos e conseqüentemente obter valores corretos para uma análise cefalométrica. A falta de nitidez pode ser causada pelos seguintes fatores: 1. movimentação do paciente ou do aparelho. Apesar da tomada radiográfica ter apenas 1/25 segundos de exposição ou até mais rápido, pequenos movimentos podem ocultar imagens. Mesmo que o paciente não mova toda a cabeça, durante a exposição aos raios X, algum movimento pode ocorrer nos atos de respirar,

falar, deglutir, chorar, umedecer os lábios, e até mesmo, em acomodar a mandíbula. Para minimizar essa fonte de erro, as seguintes medidas devem ser tomadas: a) posicionar o paciente confortavelmente, certificando-se de que esteja sentado corretamente, e não inclinado para baixo ou esticado para cima; b) ajustar as olivas nos ouvidos, cuidadosamente; c) orientar o paciente para prender a respiração durante a exposição; d) reduzir o tempo de exposição utilizando "écrans" intensificadores e aumentando a miliamperagem disponível, pois sua duplicação diminui, pela metade, o tempo de exposição e a possibilidade de movimento; 2. penumbra ótica. É diretamente proporcional ao tamanho do anódio, no tubo de raios X, e à distância do objeto ao filme, pois é inversamente proporcional à distância do tubo de raios X ao filme. Para reduzir a penumbra ótica, deve-se posicionar o paciente o mais próximo possível do filme e distante da fonte de raios X, usando o menor foco possível; 3. granulação causada pelo "écran" intensificador e filme pode apresentar extensa área borrada dependendo, de algum modo, da quantidade de luz que está sendo dispersa. As bordas de uma área muito escura sobre o filme serão, consideravelmente, mais borradas que as outras bordas mais claras. Isso pode ser visto, facilmente, sobre o filme, onde a parte metálica do aparelho faz sombra sobre o crânio, com uma área radiolúcida circundando-a.

Com o objetivo de avaliar as limitações e os fenômenos envolvidos com a tomada das radiografias cefalométricas, FRANKLIN²¹, 1952, reconheceu os principais fatores de aberração causadores dessas limitações, dentre os quais se destacam: 1. a miliamperagem e a quilovoltagem. Quanto maior a quilovoltagem, maior o contraste da imagem no filme. O aparelho de raios X,

portanto, deve ser calibrado para que o operador controle a miliamperagem e a quilovoltagem; 2. área focal, quanto menor, mais delgada e definida será a linha de nitidez de detalhe da imagem radiográfica; 3. distância foco-filme é um fator de aumento da distorção, não sendo possível se obter uma imagem verdadeiramente fiel de um objeto, pois sempre ocorre alguma ampliação. Afinal, o corpo a ser radiografado não está contido no mesmo plano do filme. Esse aumento é uma distorção dos detalhes. Uma maior distância foco-filme e uma menor distância objeto-filme resultam em redução da distorção da imagem; 4. distância objeto-filme é também um fator envolvido na nitidez de detalhes e no aumento da distorção radiográfica. Quanto menor a distância objeto-filme, melhor definição e mínimo de distorção; 5. radiação secundária: quanto maior a área e a massa total do objeto a ser radiografado, maior será a radiação secundária, responsável pela produção de áreas veladas, produzindo, portanto, áreas obscuras na nitidez de detalhe; e 6. a disposição do equipamento. O aparelho de raios X, bem como o cefalostato fixos, introduzem menor variabilidade e, conseqüentemente, menor possibilidade de erro humano na tomada radiográfica.

Em 1954, GRABER²² publicou uma revisão crítica das análises cefalométricas, apontando suas similaridades, complexidades, fortalezas e fraquezas. Para o autor, a tentativa de reduzir relações anatômicas e funcionais em ângulos e números, transformando um fenômeno tridimensional num diagrama linear bidimensional, pode induzir o clínico a erros. Entre as análises cefalométricas inspecionadas, houve uma forte linha em comum: obter padrões de normalidade. A criação do conceito do “normal” ou “padrão” é

bastante difícil, pois é repleto de armadilhas de expressões matemáticas das variações morfológicas e fisiológicas. GRABER destacou, como principal crítica às análises, a incerteza na marcação dos pontos cefalométricos. Frequentemente, critérios confiáveis para pesquisadores treinados não foram os mesmos para os ortodontistas clínicos. Para o autor, o objetivo da cefalometria deve ser a obtenção de análises baseadas em critérios de reprodutibilidade de medidas, pelo clínico, evitando-se pontos cefalométricos variáveis de pouca reprodutibilidade.

No ano de 1956, HIXON²⁸ estudou as limitações da cefalometria e a utilização de padrões de normalidade dentro da Ortodontia. As médias cefalométricas que descrevem os traços dentofaciais, tendo como referência a variabilidade populacional, são bastante úteis. É abusivo o uso de médias como padrões específicos para o diagnóstico e tratamento, uma vez que estas nem sempre constituem substitutos para o julgamento clínico. A média cefalométrica, porém, não constitui valor único, mas variações de valores, em termos percentuais, apresentando, portanto, certas vantagens. Desde que a variabilidade seja enfatizada, o emprego de percentuais, provavelmente, reduz a tendência natural de se pensar na média como objetivo de tratamento. Entretanto, HIXON reconheceu algumas limitações do método cefalométrico em estabelecer padrões de normalidade, principalmente no que se refere à amostra. O tamanho da amostra, na maioria das pesquisas, sempre foi reduzido para ser considerado expressivo dentro da variabilidade populacional, bem como o critério de seleção da amostra é bastante subjetivo. É importante considerar que duas pessoas raramente duplicarão traçados e medidas

mantendo, exatamente, os mesmos valores. Enfim, mesmo admitindo restrições ao método, reafirmou que os dados cefalométricos disponíveis eram auxiliares no diagnóstico e planejamento durante o tratamento ortodôntico e que, no futuro, o uso de dados cefalométricos como indicadores de normalidade será bem mais confiável.

Para KROGMAN & SASSOUNI³³, 1957, a reprodução de qualquer estrutura óssea depende da sua orientação, assim como da sua densidade, razão pela qual a imagem da telerradiografia em norma lateral é mais nítida que a imagem oferecida pela frontal. Entretanto, até mesmo quando a face está perfeitamente orientada e as estruturas ósseas bilaterais são simétricas, elas não necessariamente se sobrepõem, devido à divergência dos raios X. Portanto, quando uma imagem dupla está presente, faz-se necessário checar se todas as estruturas bilaterais se apresentam duplicadas, a fim de localizar a assimetria. Os autores recomendaram tomar a linha média das imagens das estruturas do lado direito e esquerdo, principalmente quando não há assimetria, para a correta identificação dos pontos bilaterais. Na confecção do traçado, algumas estruturas podem ser identificadas facilmente, enquanto que outras fornecem margem a interpretações controvertidas, deduzindo-se que o traçado radiográfico requer um mínimo de interpretação individual, o que produz certo grau de erro pessoal. Com a prática, as estruturas mais importantes são identificadas com maior facilidade diminuindo, assim, esse erro.

A confiabilidade das medidas cefalométricas usadas no Centro de Pesquisa Ortodôntica de Burlington foi investigada por HATTON & GRAINGER²⁵, em 1958. Os erros casuais, presumíveis, já que é assumido que

a média de erro é zero, foram examinados. Tais tipos de erros reduzem a precisão, mas não influenciam a tendenciosidade das medidas cefalométricas. Para computar a variação do erro utilizaram-se dados obtidos de cefalogramas e traçados duplicados de quinze indivíduos com média de idade de três anos. Para cada traçado, determinaram-se três medidas lineares, entre pontos localizados em estruturas dentárias e esqueléticas. A partir destas medidas, quatro *sets* de dados foram produzidos. Os resultados demonstraram que o processo técnico de obtenção das medidas cefalométricas, do Centro de Pesquisa, foi altamente refinado e nenhum aprimoramento prático foi necessário. De longe, a maior fonte de distribuição da variação do erro foi originária da diferença real entre os indivíduos investigados. Do ponto de vista da obtenção de dados para criação de padrões de normalidade e possibilidade de comparações, o melhor procedimento experimental, de acordo com os autores, é utilizar um número suficiente de indivíduos na amostra, preferivelmente, a tentar reduzir o erro casual pela duplicação de medidas.

YEN⁶¹, 1960, considerou que os detalhes anatômicos nas radiografias são, muitas vezes, mascarados pela superposição de imagens ósseas e pelas diferenças nas suas espessuras e densidades, dificultando sua interpretação. Com o objetivo em diminuir a possibilidade de erro na identificação de pontos cefalométricos, o autor descreveu um método de localização de pontos cefalométricos em crânios secos, uma vez que a imagem radiográfica produzida é mais distinta que a obtida diretamente de um crânio vivo, facilitando a identificação das características anatômicas. O conhecimento alcançado através do método idealizado foi aplicado em estudos cefalométricos de seres vivos.

Para BJÖRK & SOLOW¹¹, em 1962, nas análises de precisão das telerradiografias há dois tipos de erros: o de reprodução radiográfica e o de exatidão nas mensurações. Entretanto, outro problema deve ser considerado nesta conexão: a extensão pela qual estes diferentes procedimentos afetam as análises das medidas, particularmente, no caso de se determinar uma correlação. Os autores investigaram o relacionamento dos procedimentos de mensuração, bem como verificaram a extensão dos diferentes coeficientes de correlação de medidas obtidas diretamente a partir do filme ou indiretamente, pela adição ou subtração de outras medidas obtidas diretamente. Foram utilizados 101 crânios secos, de indivíduos adultos, de ambos os sexos, onde se estudaram onze medidas angulares. O experimento foi dividido em duas partes. Na parte I, eram realizadas mensurações, alternadamente, com e sem marcação de pontos sobre a telerradiografia. Observou-se que a precisão das mensurações parece melhor quando estes não eram registrados. Os pontos marcados sobre a telerradiografia introduziam erro sistemático aumentando o coeficiente de correlação entre as medidas. Na parte II, em que as medidas eram obtidas diretamente e indiretamente, observou-se que os valores indiretos incorporam muitos erros obtidos pela adição e subtração, recomendando-se que todas as medidas usadas nas correlações de análises devem ser mensuradas diretamente sem a utilização de cálculo de outros valores.

No mesmo ano, BROADWAY et al.¹³ pesquisaram o erro proveniente do traçado cefalométrico usando quarenta telerradiografias, selecionadas ao acaso, traçadas duas vezes pelo operador A e uma vez pelo operador B, determinando sete medidas angulares. O desvio padrão das diferenças entre

mensurações sucessivas de um mesmo ângulo variou de 1.05° a 3.14° para o operador A e de 1.44° a 5.54° para os diferentes operadores. O ângulo do incisivo inferior com o plano mandibular e o ângulo interincisal foram, particularmente, mais difíceis nas suas medições. Tal dificuldade foi estatisticamente significativa entre operadores e intra-operador. Os ângulos envolvendo os longos eixos dos incisivos aumentaram os erros de medidas, bem como estiveram sujeitos a diferenças consistentes entre as sucessivas mensurações. Os autores recomendam alguns procedimentos para melhorar a precisão nas mensurações, tais como usar pontos cefalométricos facilmente visíveis; realizar mensurações somente por um operador, com objetivo de superposição de resultados; e tirar conclusão levando-se em consideração a limitada precisão de cada técnica de mensuração.

Resumindo sua análise cefalométrica, TWEED⁵⁸, 1966, salienta que o resultado final de suas pesquisas foi o desenvolvimento do “Triângulo Diagnóstico Facial” como um meio de predeterminar corretamente o limite anterior da dentadura e harmonia funcional. Para aqueles indivíduos que apresentam um FMA maior que 30° , o FMIA deverá ser 65° ; para aqueles casos em que o FMA varia de 20° a 30° , o FMIA variará de 65° , quando o FMA for 30° , para 72° e quando o FMA for de 20° , para 68° em média; e para aqueles casos em que o FMA for menor que 20° , uma tentativa deverá ser feita para que o IMPA não exceda a 94° . O FMIA, porém, variará de 66° a 80° ou mais. Ressalta o autor que ângulo ANB é muito importante, pois expressa a relação mésio-distal das bases ósseas superior e inferior.

A reprodutibilidade de alguns pontos, planos e linhas usados nas análises cefalométricas foi estudada por RICHARDSON⁴⁵, em 1966. Examinando dez telerradiografias, dois observadores fizeram, cada um, dois traçados cefalométricos em duas ocasiões diferentes, com intervalo de uma semana. Com auxílio de uma régua "T", foram medidas as variações em linhas e planos. As conclusões do estudo indicaram que alguns pontos cefalométricos podem ser localizados com maior precisão do que outros. Uma vez que alguns destes foram considerados mais reprodutíveis verticalmente do que horizontalmente e vice-versa, esse fator deve ser tomado em consideração na avaliação da adequação de pontos, planos e linhas para uma determinada investigação.

Segundo SAVARA et al.⁵², 1966, a contribuição de qualquer sistema de análise cefalométrica não pode ser utilizada, até que seus erros tenham sido analisados. Através das análises dos erros cefalométricos, a distinção entre validade e confiabilidade deve ser claramente entendida. A validade da medida se refere ao grau de aproximação dos valores verdadeiros, enquanto que a confiabilidade consiste na repetibilidade das medidas. Na cefalometria, a validade deve ser verificada pela comparação das medidas a partir do cefalograma com as medidas tomadas diretamente no crânio, e a confiabilidade será determinada pela repetição das medidas de um filme. Nos erros atribuídos à confiabilidade, a marcação dos pontos e as mensurações lineares e angulares entre esses pontos representam duas fontes distintas de variação. Os autores analisaram a confiabilidade de cinco medidas lineares da mandíbula. Dezesesseis duplicações para cada medida linear foram feitas em cefalogramas de dez indivíduos, com sete anos de idade, por dois localizadores treinados, cada um,

fazendo dois traçados independentes e dois medidores, cada um, fazendo dois traçados independentes, obtendo-se 160 medidas. Pela técnica de análise de variância, as variabilidades nas distâncias observadas foram divididas em quatro fatores: intralocalizadores e entrelocalizadores, e intramedidores e entremedidores. A variabilidade na localização dos pontos cefalométricos foi de aproximadamente cinco vezes maior que aquela observada no processo de mensuração. A comparação das estimativas dos componentes do desvio padrão dentro do sistema e entre os pacientes mostrou que as variabilidades entre as condições experimentais, do sistema, eram em torno de 15% a 37% das variabilidades entre os indivíduos.

De acordo com CARLSSON¹⁷, em 1967, o processo do erro cefalométrico apresenta vários componentes, a partir dos erros geométricos, também chamados de erros de projeção; não geométricos, que indica a perda da definição da imagem devido à ação dos grãos intensificadores ou distorção da imagem causada pela redução ou inclinação do filme; de identificação dos pontos cefalométricos; e, finalmente, dos erros no processo de mensuração. É necessária, para um melhor entendimento da avaliação do erro, a distinção entre precisão e exatidão, (*accuracy*). Precisão é uma qualidade associada a uma série de observações com relação à proximidade de observações replicadas ou repetidas em torno de uma medida. Exatidão é a proximidade das observações, computadas ou estimadas como valores verdadeiros ou assumidos como sendo verdadeiros. O autor examinou os efeitos da distância foco-filme, da técnica de mensuração, da escolha dos pontos e das linhas de referências na precisão e *accuracy* sobre a técnica cefalométrica utilizada. A metodologia foi

aplicada através de um estudo longitudinal, sobre o esqueleto facial, de dois grupos de indivíduos adultos, um com os dentes naturais presentes e o outro edêntulo. Todas as medidas foram realizadas diretamente nas radiografias, e as distâncias mensuradas com calibradores graduados em décimos de milímetros. Os ângulos foram obtidos através de um *protractor* graduado em 0.5°, as coordenadas medidas com uma régua milimetrada e as áreas com um planímetro polar. As conclusões do estudo indicaram que, para reduzir o erro total do método cefalométrico, algumas atitudes devem ser tomadas para diminuir a ação dos vários componentes do erro, especialmente aqueles envolvidos na localização dos pontos de referência. Além da utilização de instrumentos de mensuração graduados em décimos de milímetros ou em graus, pode ser alcançada uma melhor precisão no processo de mensuração de telerradiografias, usando-se maior distância foco-filme. Entretanto, essa vantagem teórica pode ser mascarada pelos erros não geométricos.

Ainda, no mesmo ano, WALKER⁶⁰ advogou o uso da ciência computadorizada na cefalometria radiográfica, pois o computador possibilita a obtenção de informações quantitativas, a partir de radiografias, com relativa velocidade e confiabilidade. Através dos dados computadorizados, é possível combinar grupos de padrões cranianos, bem como computar médias e desvios padrões de pontos cefalométricos. Desta forma, as médias e os “padrões de normalidade” podem, fácil e rapidamente, ser obtidos, derivando uma grande variedade de medidas craniométricas, lineares ou angulares.

Com a finalidade de esclarecer os objetivos da Ortodontia contemporânea, RICKETTS⁴⁶, 1969, dividiu a história ortodôntica em cinco

Pós-Graduação em Ortodontia, com dois anos de curso de traçado cefalométrico. Os operadores receberam impressos, contendo as definições dos pontos e linhas de referência utilizadas na investigação. Um modelo padrão de traçado esteve disponível durante toda a fase experimental. Quando se compararam os resultados dos dois grupos, observou-se que o desvio padrão do grupo de estudantes de Graduação foi bem maior que o do grupo de Pós-Graduação. Conseqüentemente, o grupo Pós-Graduação apresentou variabilidade significativamente menor. Os ângulos de relacionamento dento-facial e do plano palatino apresentaram os maiores índices de variabilidade, em ambos os grupos. A variabilidade foi reduzida, quando os pontos cefalométricos eram facilmente localizados, concluindo-se que a localização dos pontos de referência foi responsável pela grande variabilidade verificada no estudo.

A precisão de sete medidas angulares provenientes de análises cefalométricas foi calculada por BENNETT & SMALES⁸, em 1969. Trinta telerradiografias padronizadas foram traçadas por três ortodontistas, registrando as medidas com aproximação de 1/10 de grau. Os resultados encontrados confirmaram que as medidas envolvendo os longos eixos dos dentes com os planos faciais apresentavam uma considerável tendência à variação e ao erro.

De acordo com SAVARA⁵¹, 1970, o uso de computadores para análise estatística dos dados sobre crescimento, bem como de seus erros, ampliou-se ao longo dos anos. O estudo do crescimento requer repetidas observações sobre um determinado período de tempo. Para a obtenção de dados precisos, o

pesquisador, sua equipe de trabalho e a amostra em estudo devem manter continuidade com mínima rotatividade.

Para BAUMRIND & FRANTZ⁵, em 1971, as medidas cefalométricas são utilizadas com dois propósitos: descrição e predição. Descritivamente, as medidas cefalométricas podem: 1) categorizar casos de acordo com o tipo, exemplo: “caso com ângulo alto” ou “caso com ANB de seis graus”; 2) definir o grau pelo qual o caso observado se afasta de uma norma, comparando valores entre Downs, Steiner ou Tweed; 3) indicar a extensão das alterações ocorridas durante o tratamento, como por exemplo: “o plano mandibular abriu três graus” ou “o ângulo ANB reduziu quatro graus”. Com o propósito de predição, as medidas são usadas na tentativa de predizer a tendência de crescimento, baseado no fato de que as estruturas crescem conforme a tendência herdada. Os autores estudaram os erros envolvidos nos procedimentos de identificação dos pontos anatômicos nas telerradiografias, os quais variam de ponto para ponto. Embora para muitos pareça óbvio que “o ponto nácio é mais fácil de identificar que o ponto B”, a magnitude e a natureza destas diferenças na precisão de identificação para diferentes pontos usados em cefalometria nunca, até então, haviam sido investigadas. Foi analisada uma amostra de vinte telerradiografias, selecionadas ao acaso dentre 122 casos da clínica da Universidade da Califórnia, tratados entre 1954 e 1964. As telerradiografias foram traçadas por cinco estudantes do primeiro ano do curso de Pós-Graduação. Para simular a gama de variação que ocorre na prática clínica, não houve calibração direta entre os operadores, somente um consenso verbal na definição de cada ponto cefalométrico. Foram definidos

dezesseis pontos cefalométricos, com os pontos Gônio e primeiro molar inferior marcados duas vezes, o lado direito e o esquerdo. As avaliações da confiabilidade dos pontos cefalométricos foram executadas utilizando-se um equipamento automático de localização de coordenadas, bem como um programa computadorizado. Para os autores, até mesmo quando ocorre a réplica da localização dos pontos na mesma telerradiografia, os erros de identificação são significantes, não devendo ser ignorados. A magnitude do erro varia imensamente conforme o ponto, pois a distribuição dos erros para a maioria dos pontos não é casual, e sim, sistemática, de modo que cada ponto tem sua própria característica, normalmente, não apresentando um envelope circular de erro, representativo da dispersão em torno da média. Nos pontos localizados em curvas acentuadas, como na ponta dos incisivos, os cálculos para marcação são muito bons. Entretanto, quando localizados em curvas graduais, ponto A, B ou Gônio, a percepção é mais difícil e os erros tendem a ser proporcionalmente maiores. Há alguns pontos nos quais a confusão de mistura de estruturas adjacentes é bem maior, requerendo do operador uma avaliação subjetiva da posição, como ocorre por exemplo no ápice do incisivo inferior. Dos pontos estudados, Sela e Násio apresentaram melhor reprodutibilidade em relação aos pontos A, B, Me, Or e Pg, enquanto que o ápice do incisivo inferior e o Gônio apresentaram menor confiabilidade. Na conclusão sugere-se que a reprodutibilidade deve ser utilizada como forma de reduzir os erros observados na localização dos pontos em decisões clínicas, introduzindo, desta forma, um controle clínico nas análises das telerradiografias.

Ainda, de acordo com BAUMRIND & FRANTZ⁶, no ano 1971, os erros nas medidas angulares e lineares são de três tipos: 1) erros de projeção; 2) erros de localização dos pontos cefalométricos, e 3) erros mecânicos no desenho de linhas entre pontos, no traçado, e, ainda, nas mensurações com a régua ou *protractor*. Quanto ao erro de projeção, é apropriado repetir que um controle completo não é possível, a não ser que as posições dos pontos sejam conhecidas nas três dimensões. Uma tentativa de reduzir o impacto dos erros de projeção é o uso de medidas angulares ao invés de lineares. Os erros introduzidos no desenho de linhas entre pontos feitos manualmente, método convencional, e nas mensurações com régua e *protractor* são reais, mas conceitualmente triviais, pois estes tipos podem ser inteiramente eliminados por um simples programa de computação. Reconhecem que existem três considerações que determinam o tipo de impacto do erro de localização dos pontos sobre os valores das medidas angulares e lineares. A primeira é a magnitude do erro envolvido na localização do ponto. A segunda é a distância no traçado entre os pontos de uma medida. Para medidas lineares, quanto menor for a distância entre dois pontos, maior será a porcentagem de erro. O mesmo é válido para medidas angulares. A terceira é a direção pela qual o segmento de linha entre os dois pontos cruza o envelope de erro de cada ponto. Se a direção do segmento de linha cruzar a borda do envelope, a média de erro será menor do que no caso de o segmento cruzar toda extensão do envelope.

Os autores⁶ acima citados estabeleceram algumas normas e limites de confiança, através de rigorosos procedimentos, para os erros de estimativa de

medidas lineares e angulares específicas, utilizando dados de pontos cefalométricos anteriormente registrados, pois os erros na computação de medidas lineares e angulares ocorrem devido a erros anteriores, isto é, na identificação dos pontos. Estatísticas simples foram apresentadas para análise da distribuição desses erros, os quais foram consideráveis e variaram de medida para medida. Não se pode considerar medidas angulares e lineares iguais em fidelidade. Parece que os valores dos erros e a variabilidade entre réplicas tendem a ser maiores para medidas angulares que para lineares. Os procedimentos clínicos sempre invocam comparações entre valores de dois traçados ou entre o valor de um traçado e um valor padrão "normal". Em ambos os eventos a importância reside na diferença dos valores. Parece óbvio que, para que uma diferença seja considerada real, biológica, deverá exceder a margem de erro para esta medida. Somente assim, pode-se afirmar, com razoável certeza, que a diferença observada é real e não simplesmente um produto de estimativas, podendo aceitar-se que a diferença observada seja, no mínimo, duas vezes o desvio padrão do erro estimado. Usando esse critério, a diferença será real, verdadeira, para o ângulo ANB e não o fruto de um possível erro, quando esta for maior que 2×0.62 ou 1.12° . Da mesma forma, não se pode atribuir significância clínica para uma alteração no plano mandibular, a não ser que essa fosse maior que 2×1.81 ou 3.6° . Os exemplos, porém, não servem para se afirmar que pequenas mudanças não são importantes para os clínicos, mas sim, para dizer que os instrumentos atuais de medidas - de medidas angulares - são, na maioria, inexatos para diferenciar pequenas mudanças. A percepção deste caso não é nova. A severidade deste

problema tem levado alguns observadores críticos a abandonarem diversas tentativas de discernir pequenas alterações em casos individualizados. Existem, porém, passos para diminuir tais erros, como reconhecer a existência do problema e ter mais cuidado e concentração na obtenção dos detalhes durante o traçado. A partir disto, cresce a consideração de que os requisitos quanto aos procedimentos da tomada radiográfica e de interpretação devem ser padronizados e realizados sob ótimas condições. Existem, ainda, dois aspectos oriundos das pesquisas destes autores: rigorosa e uniforme definição dos pontos cefalométricos, abandonando aqueles com pouca chance de reprodutibilidade; a duplicação de traçados deverá ser uma rotina.

KROGSTAD & KVAM³⁴, 1971, realizaram um estudo em treze telerradiografias de uma lâmina de acrílico, onde se apresentavam doze esferas de 0,8mm estrategicamente colocadas em relação a um desenho facial, com variação da distância filme-objeto de 13 a 37cm, com aumento de 2cm a cada exposição de raios X. Doze estudantes de Pós-Graduação efetuaram as mensurações cefalométricas, utilizando papel de acetato, em cinco oportunidades, com uma semana de intervalo de tempo entre as mensurações. O objetivo do estudo foi de estimar as medidas lineares quando os pontos cefalométricos são precisamente localizados. O erro de medida foi bastante pequeno, resultado este atribuído à precisa localização dos pontos, confirmando assim que a mensuração representa uma fonte de erro. Independente do tamanho da dimensão mensurada, o erro de medida deve ser esperado, uma vez que a variabilidade está correlacionada com o erro de medida. Isto implica que se os pontos forem bem definidos e se o procedimento

de mensuração foi realizado com suficiente precisão, a influência do erro de medida sobre a variabilidade pode ser desprezível, exceto para pequenas dimensões. A distorção do tamanho real das medidas, com alteração da distância objeto-filme, foi linear com um fator de 0,085mm por centímetro de aumento na distância objeto-filme.

Em 1972, SEKIGUCHI & SAVARA⁵³ discutiram a problemática da variabilidade na localização dos pontos cefalométricos, apresentando alguns critérios para a correta identificação. As variações individuais nas imagens dos pontos nos cefalogramas são consideráveis. Os fatores que contribuem para esse problema são: 1) técnica radiográfica deficiente; 2) complexidade anatômica da região a ser traçada; e 3) dificuldade de localização precisa dos pontos anatômicos.

No mesmo ano, SAVARA⁵⁰ alertou que os implementos anuais de crescimento facial promovem pequenas alterações ósseas, donde se conclui a necessidade em obter medidas com a máxima precisão. Mesmo os mais suaves erros de medidas podem levar a conclusões errôneas. Desta forma, faz-se necessário empregar métodos de registros com máximo de precisão e o mínimo de erro. Visto que as medidas são utilizadas para construir normas, que constituem as bases do diagnóstico, elas devem ser derivadas a partir de pontos cefalométricos válidos e confiáveis, em complemento à sua precisão. O autor propõe um método tridimensional, computadorizado, que satisfaz todas essas solicitações.

Para RICKETTS⁴⁷, em 1972, a cefalometria, com o propósito clínico ou de pesquisa, pode ser analisada dentro de quatro funções principais: 1)

inspeção; 2) descrição; 3) crescimento e tratamento; e 4) planejamento do tratamento. A análise cefalométrica é um sistema que visa a definir, em valores numéricos, os componentes crânio-faciais. Estas partes, independentemente, afetam o todo. Podem ser estática ou dinâmica: estática, quando não há crescimento esperado, sendo útil apenas para o planejamento de movimento de dentes, preparo de ancoragem e alterações nos lábios; dinâmica, quando realizada para indivíduos que apresentam potencial de crescimento, sendo importante considerar o comportamento da base do crânio, estimativas de mudanças na maxila, prognóstico de comportamento da mandíbula, movimentos de dentes e alterações nos tecidos moles. O autor defende a aplicação prática do serviço computadorizado nas análises cefalométricas, dentro de quatro categorias: 1) uso como auxiliar no planejamento do tratamento; 2) uso para educação de pacientes e relações públicas; 3) uso na monitoração de tratamento e resultados; e 4) uso em pesquisas.

Os erros envolvidos nos traçados cefalométricos e seus efeitos foram estudados por GRAVELY & BENZIES²³ em 1974. Os erros de traçado podem ser gerados pela falta de visualização dos limites das imagens, causada por superposição de estruturas; obscurecimento, devido a movimentos do paciente durante a exposição aos raios X; falta de contraste do filme e granulação da emulsão; bem como pelos erros de medidas associados à espessura da linha do lápis e aos limites de percepção do olho humano. Em duas ocasiões, três operadores traçaram 103 telerradiografias, com um intervalo de catorze dias para minimizar o efeito proporcionado pela memorização dos cefalogramas. Dois operadores, A e B, eram ortodontistas praticantes, e o terceiro, C, era

técnico administrativo da Universidade de Leeds. O operador C não possuía experiência anterior em traçado cefalométrico, entretanto, foi treinado na identificação de pontos anatômicos e cefalométricos. Durante a pesquisa, os três operadores trabalharam independentes um do outro. Os traçados foram feitos num fino papel de acetato, em ambiente escuro, proporcionando maior iluminação ao negatoscópio. Houve uma padronização no desenho dos pontos, linhas e no processo de mensuração. Os resultados mostraram que, em geral, os erros entre os dois ortodontistas, A e B, foram bastante parecidos e se apresentaram suavemente inferiores àqueles do operador C; quanto maior o número de repetição de traçados para cada cefalograma, maior a redução do erro, menor erro é estimado. É impossível medir a qualidade do filme cefalométrico, pois as avaliações da qualidade do filme são subjetivas e a nitidez, quase sempre, varia de um ponto anatômico para outro no mesmo filme. Por causa da extensa variação no nível do erro entre os pontos cefalométricos, é importante selecionar os que podem ser traçados com menor possibilidade de erro.

MIDTGARD et al.³⁹, 1974, estudaram a reprodutibilidade de quinze pontos cefalométricos da análise de perfil do padrão de Örebo, bem como apresentaram a margem de erro em sete medidas lineares cranianas pertencentes a esta mesma análise de perfil. A amostra consistiu de telerradiografias de 25 indivíduos jovens, tomadas em duas oportunidades durante o mesmo exame. Para a obtenção dos resultados, os seguintes procedimentos foram realizados: 1) comparação da localização dos pontos cefalométricos nas duas telerradiografias tomadas consecutivamente de um

mesmo indivíduo, utilizando-se apenas um observador; 2) comparação da localização dos pontos cefalométricos de uma mesma telerradiografia tomada em duas ocasiões, com intervalo de um mês, utilizando-se dois observadores; 3) comparação das medidas lineares de uma mesma telerradiografia mensurada por dois observadores; 4) comparação das medidas lineares com um mês de intervalo. Notou-se que na localização dos diferentes pontos de referência, em dois cefalogramas separados, o observador ficou tão incerto que as diferenças das médias dos pontos de medição diferiram significativamente de zero. A mesma variação foi observada na estimativa das posições dos pontos de referência num mesmo cefalograma, em duas ocasiões. Isso significa que as diferenças nas medições relatadas foram, na maior parte, dependentes da incerteza do observador na localização dos pontos de referência, ao passo que o erro do método, através da tomada radiográfica repetida simultaneamente, pode ser considerado de mínima importância. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as medições de dois observadores na mesma telerradiografia. A maior diferença entre a localização de dois pontos foi para o ponto Or, maior que 2mm, enquanto que o maior grau de precisão foi encontrado para os pontos S e Ar. No cálculo das medidas lineares, a maior incerteza foi observada nas distâncias N-A e N-B.

Em 1978, BERGIN et al.⁹ desenvolveram um sistema computadorizado de análise cefalométrica, idealizado para facilitar a rotina de análises e de estudos biométricos, através da padronização e visualização dos resultados. Desta forma, proporcionando a possibilidade de imediata correção pela redução dos erros na entrada dos dados. As limitações da cefalometria estão

envolvidas, principalmente, com a falta de precisão na localização dos pontos de referência nas telerradiografias, colocando, muitas vezes, em dúvida a significância biológica dos resultados. A proposta metodológica do estudo foi analisar o erro de medidas pelo método computadorizado, comparando-o com o método convencional. Esses erros foram avaliados em três testes: o primeiro referia-se à precisão na transferência dos pontos cefalométricos do traçado para o computador. Quatro dentistas realizaram dez repetições de um mesmo traçado, via mesa digitalizadora. O segundo teste se preocupou na localização precisa dos pontos cefalométricos, estimando os erros através de duplos registros, em cinco telerradiografias, realizados por cinco dentistas. No terceiro, os erros de medidas angulares e lineares foram calculados quando o ponto Násio se deslocou em torno de um círculo com raio de 1mm. Os resultados do estudo indicaram que a precisão na transferência dos pontos do traçado para o computador, via mesa digitadora, foi boa e os pequenos erros introduzidos foram de menor importância; as restrições da cefalometria computadorizada estavam, apenas, nas limitações inerentes à técnica radiográfica; a duplicação do traçado em quatro oportunidades reduziu o efeito dos erros de identificação dos pontos cefalométricos.

A reprodutibilidade do perfil dos tecidos moles em telerradiografias foi investigada, por HILLESUND et al.²⁷, 1978, com particular referência às posições de lábios relaxados e fechados, em pacientes com grandes sobressaliências. Foram, também, avaliadas as variações na espessura dos lábios superior e inferior em indivíduos com diferentes posturas labiais e intensidade da sobressaliência. A amostra compreendeu 68 indivíduos: sendo

35 com sobressaliência maior que 8mm e 32 com relações de incisivos horizontais e verticais "normais". Foram tomadas duas telerradiografias de cada indivíduo, em intervalo de três semanas, sendo uma com o lábio em leve contato e outra com os dentes em oclusão, mas com os lábios relaxados. Utilizou-se baixa quilovoltagem para conseguir boa reprodução dos tecidos moles. As medidas foram feitas numa mesa digitalizadora eletrônica, com um equipamento de localização automático. Os registros foram aplicados a um sistema de coordenadas, baseados no plano facial esquelético. O erro do método e a variância foram calculados, assim como diagramas individualizados de difusão para os diversos pontos cefalométricos foram produzidos para ilustrar a dispersão, magnitude e direção de localização de erros. Além disto, foram registradas a espessura do lábio, alterações em espessura do lábio da posição relaxada para a posição fechada e o espaço interlabial nos dois grupos. Os registros foram feitos por dois observadores, com mesmo grau de treinamento.

Os resultados obtidos deste estudo²⁷ foram: 1) as diferenças na expressão facial, a partir de um registro para outro, introduzem certa imprecisão na reprodução de alguns pontos de referência; 2) a reprodutibilidade não foi diretamente dependente, se os registros foram ou não feitos com lábios relaxados ou fechados; 3) a reprodutibilidade dos pontos de tecidos moles apresentou um padrão de distribuição que variou, em extensão e direção, de ponto para ponto. O estudo demonstrou que, tanto do ponto de vista da confiabilidade quanto das alterações do perfil associadas com tratamento ortodôntico e naqueles com normalidade, os registros devem ser

com os lábios em repouso, pois a reprodutibilidade do perfil torna-se aceitável. Assim, os cefalogramas feitos com lábios relaxados e dentes em oclusão parecem propiciar a reprodução mais correta da posição e da morfologia dos lábios.

HOUSTON³¹, 1979, advogou o uso da mesa digitalizadora ligada diretamente ao computador, *on line*, oferecendo vantagens consideráveis aos métodos nos quais esta se apresenta desconectada do computador, *off line*, permitindo interação entre o usuário e a mesa, com a finalidade de corrigir possíveis erros. Naquela época, a grande maioria dos computadores trabalhava desconectados, não sendo possível visualizar os traçados. O autor chama atenção para a necessidade de cuidados na seleção das mesas digitalizadoras, *digitizer*, descrevendo as características necessárias para a adequação desta à prática ortodôntica. A digitalização dos registros e suas subseqüentes análises foram consideradas, pelo pesquisador, dentro de três estágios: digitação e armazenamento dos dados; seleção e correção dos registros, e finalmente as análises. HOUSTON destaca o uso de pontos fiduciais para o caso de registros duplicados. Estes pontos são orifícios realizados nas radiografias e servem de referenciais para relacionar traçados de duas digitações. Foi enfatizada a oportunidade de usar uma sub-rotina de redigitação imediata para cada ponto, possibilitando a correção do erro de localização de pontos cefalométricos.

BAUMRIND & MILLER⁷, 1980, apresentaram uma análise cefalométrica computadorizada desenvolvida na Universidade de São Francisco, Califórnia, com o objetivo de aumentar a confiabilidade na localização dos pontos, facilitando a superposição de traçados, assim como a complexidade dos dados.

A análise consiste num método padronizado de traçados cefalométricos, onde se utilizam quatro pontos fiduciais de registro como referencial, possibilitando a redução do erro, para aproximadamente 1/10 daquele que seria cometido com o método convencional. A duplicação dos traçados reduz os erros de localização dos pontos, sendo importante nas decisões cruciais, como nos casos nos quais as extrações dentárias são indicadas ou na apresentação de dados em publicações científicas. Mesmo que alguns pesquisadores afirmem que tal procedimento consome bastante tempo, os custos são bem menores e os benefícios mais significativos que se possa imaginar. Defende-se, portanto, o método computadorizado com a finalidade de duplicação de traçados pela rapidez do procedimento em relação ao método convencional. O traçador, neste caso, apenas localiza os pontos de referência deixando as operações mais demoradas, como desenho e medidas de distâncias ou ângulos, para o computador. A probabilidade de má estimativa para qualquer ponto cefalométrico, por definição, gira em torno de 5% de erro e 95% de chance de uma estimativa aceitável. De acordo com os autores, a análise completa de um filme sem se cometer erro, considerando-se um nível de 0,05 utilizando vinte pontos de referência, seria de 0,95 elevada à potência vinte, ou seja, não maior que 36%. Na avaliação de dois traçados de um mesmo paciente, esta probabilidade de não se cometer erro, ao nível de 0,05, não é maior que $0,36 \times 0,36$, ou seja, 13%. A possibilidade de erro é muito grande, o que levou os autores a indagarem qual o número ideal de replicações. Provavelmente uma seja eficaz na detecção de erros grosseiros, pois a probabilidade de dois

operadores cometerem o mesmo erro, ao nível de 0,05, para o mesmo ponto cefalométrico, não é maior que $0,05 \times 0,05$, ou 1 vez em 400 tentativas.

Para BROCH et al.¹⁴, 1981, o processo convencional de obtenção de dados a partir de telerradiografias envolve quatro estágios - identificação dos pontos; traçado; mensuração e registro - os quais são, potencialmente, fontes de erros. No processo computadorizado, considerando que o cursor eletrônico esteja funcionando bem e seja corretamente operado, a identificação do ponto é a única fonte de erro. No estudo foi quantificado o erro na identificação de quinze pontos, os mais comumente usados, via cursor eletrônico. Essa localização foi realizada por um operador experiente em duas ocasiões, com um intervalo de um mês. A precisão do método de registro indicou uma boa reprodutibilidade, na maioria dos pontos, devido à alta qualidade dos equipamentos. Em estudos com pequeno número de telerradiografias, porém, podem ocorrer ocasionalmente discrepâncias pronunciadas.

Comparando a análise cefalométrica tradicional com a análise computadorizada, RICHARDSON⁴⁴, 1981, utilizou uma amostra de cinquenta telerradiografias, de qualidade e maloclusões variadas, onde foram registrados catorze pontos cefalométricos, em duas oportunidades. As discrepâncias dos erros, em coordenadas X e Y de cada ponto, foram determinadas. Para a coordenada horizontal, a média das discrepâncias com o método computadorizado foi menor do que com o método tradicional em doze dos catorze pontos. Entretanto, no confronto dos desvios padrões, o computadorizado foi superior em nove dos catorze. Para a coordenada vertical, a média das discrepâncias do método computadorizado foi menor em doze dos

catorze pontos, mas o desvio padrão foi menor, em apenas, oito pontos. Portanto, o método tradicional foi ligeiramente inferior ao método computadorizado, mas em alguns casos o método tradicional produziu resultados mais precisos. Duas vantagens para o método computadorizado foram observadas: nos pontos em contornos curvos onde se utilizam os termos como "mais anterior" ou "mais posterior", "mais alto" ou "mais baixo" como parte de suas definições, o método computadorizado é mais seguro para encontrá-los e a mesa digitalizadora oferece vantagens em termos de velocidade e de preparação dos dados.

Com a finalidade de avaliar a reprodutibilidade de catorze pontos cefalométricos examinando as diferenças intra e entre observadores, STABRUN & DANIELSEN⁵⁵, 1982, realizaram um estudo especial com relação ao ponto ápice do incisivo inferior. Foram selecionadas ao acaso cem telerradiografias, de cinquenta indivíduos do sexo masculino e cinquenta indivíduos do sexo feminino na faixa etária de doze anos, do Departamento de Ortodontia da Universidade de Oslo. Os pontos foram registrados em duas ocasiões, com um intervalo de um mês, por dois observadores previamente calibrados na definição dos pontos de referência. Os pontos foram consignados num sistema de coordenadas, com o eixo X, aproximadamente, paralelo ao plano de Frankfurt. Diagramas para mostrar a variabilidade, inter e entre observadores, denunciaram que, em geral, a precisão na localização foi boa, apesar das variações entre os diferentes pontos. Os diagramas refletiram as características anatômicas radiográficas de cada ponto e as dificuldades na localização. Houve diferenças interobservadores na interpretação da definição

e localização dos diversos pontos. Para evitar erros grosseiros, os clínicos devem ser orientados para retrazar cada telerradiografia, após um intervalo de tempo. O ponto cefalométrico ápice do incisivo inferior não foi localizado com confiança pelos observadores em 75% dos casos.

Em 1983, HOUSTON³⁰ apresentou e discutiu os diversos tipos de erros envolvidos nas medidas cefalométricas, bem como, em suas análises, despertou a atenção para a importância e a correta avaliação dos erros de análises cefalométricas, principalmente a maneira pela qual estes afetam a interpretação dos resultados. Para o autor, é vital distinguir os termos básicos: validade e reprodutibilidade. Validade é a extensão pela qual, na ausência do erro de medida, o valor obtido representa o objeto de interesse, podendo-se usar o termo acurácia ou fidelidade, (*accuracy*). Reprodutibilidade ou precisão é aproximação dos valores de medidas sucessivas de um mesmo objeto. A validade, do que é medido e do método de mensuração, deve ser sempre considerada. O autor pergunta: Násio e Sela são pontos válidos para medir a base do crânio? Pode ser feita uma medida válida desta variável na telerradiografia? Muitos pontos cefalométricos têm sido definidos pela conveniência de identificação e reprodutibilidade, mais do que por validade anatômica. Antes de rejeitar tais variáveis como inválidas, é preferível usá-las com cuidado e reconhecer que, em certas circunstâncias, elas podem induzir ao erro.

De acordo com HOUSTON³⁰, vários estudos de reprodutibilidade de pontos cefalométricos têm sido publicados, promovendo um guia na seleção destes pontos. A reprodutibilidade varia de acordo com a qualidade da

telerradiografia, das condições de medidas, do cuidado e da habilidade do operador, razão pela qual todo estudo deve incluir sua avaliação, mesmo quando se usam medidas padronizadas. Os erros das medidas são sistemáticos ou casuais. Se uma medida é persistentemente aumentada ou diminuída do seu valor real, foi introduzido um erro sistemático. Os erros sistemáticos ou *bias* podem surgir durante a tomada de uma telerradiografia, se a geometria do sistema variou e nenhuma compensação foi feita. Quando medidas são comparadas a partir de dois estudos diferentes e é assumido, incorretamente, que as magnificações são as mesmas, a comparação é tendenciosa. O erro sistemático está presente, da mesma forma, quando duas séries de radiografias são medidas por diferentes operadores, com conceitos diferentes de pontos cefalométricos, ou, se o mesmo observador mudar seus conceitos com a experiência. Desta forma, um grupo de medidas pode diferir sistematicamente da outra série. Os erros casuais ou aleatórios podem surgir como resultado de variações na posição do paciente no cefalostato. Os pontos de tecidos moles podem variar por mudanças posturais do paciente. Variações na densidade e definição dos filmes, também, levam a erros casuais. O autor destaca que, talvez, a maior fonte dos erros casuais seja a dificuldade na identificação de um ponto por imprecisão ou indefinição. Daí porque muitos pontos afetados por estas dificuldades são identificados segundo a opinião do observador.

O autor³⁰ destacou alguns métodos de controle dos erros: o mecanismo de obtenção de radiografias, a identificação dos pontos cefalométricos e o desenho experimental. Na tomada radiográfica, a relação da fonte de raios X, cefalostato e filme tem que ser constante, as olivas devem permanecer

alinhadas, podendo ainda incluir uma escala metálica de comprimento conhecido, no plano sagital mediano, para controle da ampliação da imagem. A contribuição mais importante para o aperfeiçoamento da localização precisa dos pontos é a experiência e a calibração dos operadores. Sobre o desenho experimental, foi evidenciado que as medidas devem ser checadas à procura de valores “alarmantes”, quando maiores que três desvios padrões da média deverão ser descartados. HOUSTON³⁰ sugeriu a replicação das medidas, bem como dos traçados para se estimarem os erros sistemáticos e casuais. Os erros sistemáticos e casuais devem ser avaliados separadamente. Para o sistemático, o autor propõe a aplicação de um teste t-Student, em cada par: a) utilizando suficiente número de casos duplicados, senão, apenas os erros sistemáticos “grosseiros” serão revelados. O número necessário depende em parte do desvio padrão das diferenças, mas em geral, pelo menos 25 casos; b) observando o desvio padrão das diferenças; e c) utilizando um nível de significância aceitável. Em relação à estimativa dos erros casuais, o autor ressaltou a sua importância, pois adicionam uma variabilidade natural às medidas e, assim, podem esconder a diferença real entre os grupos, além do que, também, podem reduzir a correlação entre variáveis. O desvio padrão das diferenças entre réplicas é a medida do erro casual, erro de Dahlberg¹⁹. No estudo da significância do efeito do erro casual na interpretação dos resultados, a questão fundamental é se a variância do erro aumentou muito. Um resultado que poderia ser estatisticamente significativo na ausência de erros, não o será por influência destes.

COHEN¹⁸, 1984, avaliou e comparou a reprodutibilidade de medidas cefalométricas aplicando técnicas distintas no uso da mesa digitalizadora, *digitizer*. Estudou vinte telerradiografias do arquivo da Faculdade de Odontologia da Universidade de Londres. Os registros foram obtidos utilizando-se a digitação direta da telerradiografia e a digitação indireta, digitação do traçado, em duas ocasiões separadas. Os resultados demonstraram que o erro ocorre mesmo quando as mensurações são repetidas. Quando o traçado se faz antes, surgem duas oportunidades de erro - durante o desenho manual e na digitação dos pontos. Parece que quanto mais direto o registro, menor a probabilidade de erros. O estudo sugere, portanto, a digitação direta dos pontos cefalométricos.

A magnitude dos erros de projeção em algumas medidas cefalométricas lineares foi estudada por AHLQVIST et al.³ em 1986. O estudo limitou-se apenas aos efeitos do posicionamento incorreto dos pacientes ante às medidas lineares. Três diferentes situações de distâncias e inclinações foram construídas. A rotação do objeto em até 5° da posição ideal resultou em erros de medição, quase sempre, menores a um por cento e que, na maioria das situações, foram encobertos por outros tipos de erros. As rotações maiores que 5° aumentaram consideravelmente o erro. Entretanto, implicou em desalinhamento da cabeça, que foi evidente no posicionamento do paciente.

Para BUSCHANG et al.¹⁶, 1987, o erro deve ser metodicamente quantificado para fundamentar a validade da pesquisa e sua aplicação clínica. A determinação da confiabilidade na identificação dos pontos constitui pré-requisito fundamental para uma interpretação segura e manipulação correta dos

dados cefalométricos. Com o objetivo de analisar o coeficiente de confiabilidade, intra-observador, de oito pontos cefalométricos, foi utilizado o método de análise de variância ANOVA, investigando os pontos em função da idade, sexo e raça dos indivíduos da amostra, bem como o erro sistemático, casual e global.

Em 1987, SPOLYAR⁵⁴ investigou a quantidade e a direção do erro de posicionamento da cabeça durante a tomada radiográfica, correlacionando os resultados com as alterações nos pontos anatômicos, utilizando pinos metálicos colocados em regiões craniofaciais distintas numa amostra de vinte indivíduos. Foram avaliadas duas séries de telerradiografias em norma lateral e frontal da cabeça. O erro de posicionamento da cabeça apresentou mudança da imagem, em média, de 1,7mm entre implantes bilaterais, com uma variação de 0,5mm a 6,2mm e a média de alteração angular foi de 1,59°, com variação entre 0° - 5,23°, em 85% das radiografias. Não houve uma predominância da direção de mudança da imagem. Erro de posicionamento da cabeça acima de 5° pode introduzir erro significativo, principalmente em medidas lineares.

SAVAGE et al.⁴⁹, 1987, investigaram a variabilidade de medidas cefalométricas repetidas, associando-a ao nível de experiência do operador, à qualidade das radiografias traçadas e ao tipo de ponto de referência, determinado diretamente ou geometricamente construído. Em quatro ocasiões, com intervalo de uma semana, doze operadores identificaram dezoito pontos de referência, em quatro telerradiografias. Dividiram-se os operadores em três grupos de acordo com o nível de experiência de cada um. Os pontos cefalométricos foram localizados no traçado de papel de acetato, de forma

semelhante e nas mesmas condições para todos os operadores. As definições dos pontos foram previamente determinadas. Os resultados indicaram a confiabilidade em ambas as maneiras de identificação dos pontos. Gônio e Pório, pontos menos confiáveis, são estatisticamente diferentes de outros, e clinicamente apresentam tanta variabilidade que a informação tirada do seu uso deve ser considerada no mínimo com uma aproximação. O nível de experiência do observador não foi relacionado à variabilidade da identificação do ponto cefalométrico replicado. A qualidade da radiografia medida, também, não esteve relacionada com a variabilidade.

Em 1987, JÄRVINEN³² analisou a variação de medidas cefalométricas lineares com ênfase nos fatores que supostamente possam ter influência sobre esta variabilidade. O material deste estudo compreendeu 73 medidas lineares de amostras distintas de indivíduos jovens e adultos. Foram calculadas as médias, os desvios padrão e os coeficientes de variabilidade, através de análise de regressão, comparou-se a variabilidade dos coeficientes de variação das diferentes medidas. Os resultados obtidos indicaram que, aproximadamente, 75% da variação do coeficiente de variabilidade pode ser atribuída à variação da média das medidas de comprimento, devido às propriedades matemáticas do coeficiente de variabilidade. Dois fatores foram considerados como responsáveis pelo aumento da variabilidade: a localização dos pontos de referência no contorno ósseo, pois está ligada às alterações locais na configuração óssea; e a localização destes na mandíbula, cuja alteração depende do crescimento e do movimento de rotação mandibular. Enfim, o

posicionamento dos pontos de referência deve ser fixado através de características consistentes da morfologia local.

SANDLER⁴⁸, 1988, comparou os erros envolvidos na obtenção de medidas lineares e angulares, através do traçado convencional, da digitação dos traçados e da digitação direta da radiografia. Estudou vinte e cinco telerradiografias, levando em consideração a qualidade radiográfica e presença completa dos ápices dos incisivos. Cada telerradiografia foi traçada quatro vezes, sendo duas para medidas manuais e duas para digitação. Em cada sessão, traçou-se, apenas, dez telerradiografias para evitar a fadiga do operador e nenhuma telerradiografia foi retraçada na mesma semana impedindo o risco de memorização dos pontos. O teste "t" foi realizado para cada variável duplicada, ao nível de um por cento, apenas um dos resultados mostrou-se significativo. Concluiu-se, portanto, que a amostra não foi amplamente afetada por erros sistemáticos. Ocorreram nos três métodos, erros casuais - erros de Dahlberg¹⁹ - maiores que 1,5° e 1mm. Dos três métodos, a digitação direta das radiografias provou ser mais reproduzível com medidas angulares, embora diferenças estatisticamente significantes fossem raramente encontradas. Levaram vantagem somente as medidas lineares envolvendo pontos construídos como o Gônio e o Articular. Os métodos tradicionais de medidas, usando régua e *protractor*, apresentaram-se semelhantes ao método computadorizado. Certas medidas lineares apresentaram erros, similarmente, nos três métodos, indicando a importância de uma rígida seleção e definição de pontos adequados quando uma determinada dimensão é requerida. Algumas

medidas angulares demonstraram alta possibilidade de erro, notadamente, aquelas que envolvem os incisivos inferiores.

A distorção angular e seus efeitos nas medidas cefalométricas angulares foram estudadas por AHLQVIST et al.², em 1988. Presumiu-se que o alinhamento do equipamento permaneceu com a mesma precisão durante a investigação. O estudo foi limitado apenas aos efeitos do posicionamento incorreto do indivíduo - erro de projeção não sistemático. Quando o objeto era girado 5° ou menos da sua posição correta, a distorção angular foi menor que mais ou menos 1° e, na maioria dos casos, menor que 0,5°. Quando a rotação foi maior que 5° e menor que 10°, a distorção aumentou consideravelmente. Entretanto, o mau posicionamento da cabeça do paciente excedendo 5° é notado clinicamente. Neste estudo o recurso utilizado ao aumentar a distância foco-filme, a fim de corrigir este tipo de erro, pareceu duvidoso.

DAVIS & MACKAY²⁰, 1991, estudaram a confiabilidade de análises cefalométricas utilizando quatro métodos: 1) traçado manual; 2) digitação direta da telerradiografia; 3) método de computação gráfica interativo, onde imagens processadas e técnicas gráficas computadorizadas são usadas para a seleção dos pontos a partir de uma telerradiografia digitada; e 4) sistema de interpretação de imagem, possibilitando automação completa da análise cefalométrica. As radiografias foram captadas por um sistema de câmera digital. A investigação utilizou cinco telerradiografias, representando padrões esqueléticos diferentes. Analisaram-se seis medidas angulares em cinco oportunidades, com um intervalo de uma semana entre elas. Os resultados foram estatisticamente a favor do sistema interativo de computador. Este

estudo proporciona uma base para continuar a pesquisa sobre métodos alternativos de análises cefalométricas, tais como a digitação e identificação automática de pontos cefalométricos, através de sistemas interativos sofisticados, visuais e gráficos.

No mesmo ano, LIU & GRAVELY³⁶ avaliaram a confiabilidade de análises cefalométricas, utilizando o método "Ortho Grid", através da comparação dos resultados com aqueles obtidos a partir do método tradicional, da digitação direta da telerradiografia e da digitação do traçado. O "Ortho Grid" é um instrumento de medida desenhado para uma avaliação rápida e direta de telerradiografias, sem a necessidade de superposição de papel ou de cursor eletrônico. A amostra consistiu de cinquenta telerradiografias, traçadas por um observador em duas ocasiões diferentes, com intervalo de aproximadamente dois meses. Para evitar a memorização na identificação dos pontos, dez dias decorreram entre as leituras de cada método. Foi avaliado o erro do método através da análise do erro sistemático e casual. Para determinar o erro sistemático, a réplica de mensurações foi obtida e um teste "t" aplicado. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as medidas ao nível de um por cento de probabilidade e apenas um resultado foi significativo a cinco por cento. Desta forma, o erro sistemático manifestou-se insignificante para os quatro métodos de leitura. O erro casual foi estimado pelo método de Dahlberg¹⁹, e para calcular a componente do erro padrão numa simples mensuração, o desvio padrão das diferenças entre as mensurações repetidas foi dividido por dois, método de Houston³⁰. Neste estudo, tanto o método de Houston quanto de Dahlberg apresentaram valores similares para o

erro casual dos métodos, indicando que os efeitos sistemáticos foram insignificantes. Os achados do estudo demonstraram que a maioria dos erros casuais se posicionou abaixo ou bem abaixo de 1° ou 1mm, exceção para angulação dos incisivos superiores ou inferiores que exibiu erros entre 0,9° e 1,6°. Para os autores, os erros de medidas, inevitavelmente, ocorrerão seja qual for o método de leitura utilizado. Na clínica, normalmente, as alterações medidas são muito pequenas e é importante que todo esforço seja feito para assegurar um alto grau de precisão nas medições, evitando confusão entre alterações reais e erros de medição. Pelos resultados deste estudo, os autores recomendam o uso do "Ortho Grid" como alternativa satisfatória à digitação eletrônica, embora, um pouco mais cara para uso clínico de rotina.

OLIVER⁴², 1991, analisou medidas cefalométricas angulares através de cinco métodos diferentes de registros. Utilizou-se um sistema moderno ISI, onde uma câmera capta a imagem e a lança diretamente no monitor da unidade gráfica do computador. Cinco telerradiografias foram escolhidas ao acaso, sem que nenhuma tentativa fosse feita para relacionar radiografias de boa qualidade. Cada radiografia foi traçada, manualmente, num papel de acetato em cinco oportunidades diferentes. Assim como, cada telerradiografia digitada diretamente usando o sistema de vídeo ISI e, da mesma forma, foi digitado um primeiro traçado manual, digitação indireta. Os registros foram obtidos com uma semana entre as leituras. Os resultados foram alcançados pela combinação do sistema ISI, traçado manual, digitação direta e indireta das radiografias. A digitação direta foi menos precisa quando comparada com o método tradicional, assim como com o método de digitação do traçado. A utilização de

um sistema que reproduz a imagem da telerradiografia em vídeo - ISI - para localização dos pontos não apresentou qualquer vantagem.

No ano de 1993, BATTAGEL⁴ realizou uma profunda e crítica análise comparativa das variáveis e dos métodos de estudo dos erros cefalométricos. Segundo o autor, a significância estatística pode estar ausente quando a amostra estudada é pequena. O tamanho adequado da amostra, portanto, constitui variável de grande importância. Previamente à análise, é desejável que todas as radiografias sejam de alta qualidade e tomadas em condições padronizadas. Deve-se, portanto, utilizar filme de alta sensibilidade com filtro apropriado para os tecidos moles e distância constante, objeto-filme, além da padronização da posição da cabeça. Os registros digitais são mais convenientes que as mensurações com régua e *protractor*. Em termos de precisão, há pouca escolha entre digitação direta da radiografia e digitação do traçado, visto que o maior componente do erro de registro é a identificação do ponto de referência. Os registros devem ser feitos em ambiente escuro, com boa iluminação apenas por trás da área de interesse. Todos os pontos devem ser registrados duas vezes para evitar erros grosseiros. Os erros interobservadores são diminuídos, quando os registros são feitos por operadores experientes. A literatura revelou não existir método aprovado para proceder ao cálculo do erro, levando o autor a rever e comparar clinicamente os métodos mais comuns de análise do erro. O material usado neste estudo compreendeu, de início, 246 telerradiografias: 105 do grupo controle, crianças com oclusão aceitável; 141 representam radiografias pré-tratamento de pacientes classe III. Médias e desvios padrões para cada variável selecionada foram obtidas destas 246

radiografias. De cada grupo selecionaram-se vinte telerradiografias, de onde registros duplicados foram feitos. Todas as análises do erro se basearam nestas quarenta telerradiografias. As conclusões da investigação demonstraram que os resultados de qualquer estudo cefalométrico têm que ser interpretados relacionando-os com os erros de mensuração envolvidos; nenhum método de avaliação do erro oferece a imprecisão total presente na investigação; a estimativa de Dahlberg¹⁹ é o mais completo método matemático para avaliar os erros de medição; a estatística de Dahlberg não leva em conta o tamanho proporcionado do erro em relação à simples mensuração, sendo indicado o método alternativo de Houston³⁰. Toda estatística que seja influenciada pela homogeneidade dos dados deve ser interpretada com bastante cuidado.

MARTINS³⁷, 1993, investigou o erro de reprodutibilidade das medidas das análises cefalométricas de Steiner e de Ricketts pelos métodos convencional e computadorizado, selecionando trinta telerradiografias de boa qualidade, que foram traçadas em duas oportunidades por dois operadores, um professor experiente e um aluno de Pós-Graduação, com intervalos de tempo de um mês. Determinou-se o erro do método cefalométrico, avaliando os erros sistemáticos e casuais, bem como o desempenho dos dois operadores. O estudo mostrou que o erro em cefalometria é uma constante, mesmo quando o traçador é experiente e, conseqüentemente, a necessidade de replicar as mensurações com finalidade de diagnóstico, plano de tratamento ou de pesquisa científica. O uso do computador não reduziu significantemente os erros sistemáticos ou casuais. A pesquisa evidenciou erros significantes,

cometidos pelos operadores em ambos os métodos, principalmente com as mensurações que envolvem os incisivos.

Em 1994, a reprodutibilidade de pontos cefalométricos de tecidos moles e duros através de três técnicas cefalométricas de intensificação da imagem do perfil facial foi avaliada por BURGER et al.¹⁵. Para cada técnica, a amostra foi restrita a vinte telerradiografias de indivíduos com convexidade esquelética maior que +4mm. Em cada radiografia, três operadores identificaram quatro pontos cefalométricos, sendo dois em tecidos duros e dois em tecidos moles, em três oportunidades, com um intervalo de sete dias. Não houve diferenças estatisticamente significantes, para se recomendar uma técnica mais consistente facilitando a identificação dos pontos de referência. Os resultados apresentados permitiram concluir que a qualidade da imagem é menos importante dentre vários fatores na confiabilidade de identificação dos pontos cefalométricos.

Para HALAZONETIS²⁴, 1994, a análise cefalométrica computadorizada é, significativamente, mais rápida que o método convencional, permitindo ao ortodontista avaliar o maior número de grandezas e obter um diagnóstico mais compreensivo. O uso do computador eletrônico pode, potencialmente, aumentar a precisão dos registros. Os erros nas análises cefalométricas são atribuídos aos processos de identificação dos pontos e mensuração das medidas. A redução dos erros relacionados à identificação dos pontos é difícil e requer uma minuciosa definição dos pontos anatômicos, radiografias de alta qualidade e conhecimento detalhado de anatomia radiográfica. Entretanto, o aumento na precisão da localização do ponto pode ser obtido se o programa

computadorizado foi idealizado para permitir múltiplas digitações de um mesmo ponto, pois, com o uso de médias de aproximações, localiza-se o ponto cefalométrico "verdadeiro". A telerradiografia deve ser digitada diretamente, sem a necessidade de traçados anteriores.

TNG et al.⁵⁷, em 1994, avaliaram a validade de quinze pontos cefalométricos dentários e esqueléticos e os efeitos subseqüentes em dezessete ângulos e distâncias derivados destes pontos. Pequenas esferas de aço foram colocadas em trinta crânios secos de chineses representando os pontos anatômicos verdadeiros. Montaram-se os crânios secos num dispositivo de suporte e dois cefalogramas foram registrados de cada crânio, sendo um registro sem as esferas e outro com as esferas de aço. Determinou-se a validade pela diferença entre as mensurações dos dois registros. Os erros de validade foram maiores para os ângulos envolvendo pontos dentários e para os ângulos envolvendo quatro pontos quando comparados com aqueles que envolvem três pontos cefalométricos. Em geral, os pontos dentários tendem a ter pior validade que os esqueléticos. A validade depende da visibilidade do ponto na radiografia. Nas áreas, portanto, onde o contraste é pobre, há superposição de imagens de estruturas adjacentes e conseqüentemente, tem-se uma validade comprometida.

No mesmo ano, ÖRTENDAHL et al.⁴³ investigaram os diferentes tipos de erros que levam a rejeição das telerradiografias pelos radiologistas, bem como a extensão pela qual os ortodontistas avaliam as retomadas radiográficas com o objetivo de se melhorar a qualidade técnica. Vinte telerradiografias rejeitadas por radiologistas foram retomadas e, subseqüentemente, aprovadas

como de alta qualidade, perfazendo uma amostra total de quarenta telerradiografias. Dez ortodontistas com diferentes níveis de experiência clínica e científica foram convidados a decidir quais radiografias da amostra eram aceitáveis para o propósito de análise cefalométrica. As radiografias foram avaliadas em conjunto, simultaneamente, sem que nenhuma discussão fosse permitida. Os resultados apresentaram discrepâncias entre os radiologistas e ortodontistas na avaliação dos critérios, assim como uma grande variação individual entre os ortodontistas. Na metade dos casos, onde os radiologistas rejeitaram as telerradiografias houve aprovação pelos ortodontistas. É possível que algumas das diferenças entre ortodontistas sejam explicadas pela tolerância na condição de observação das radiografias. A situação de stress criada quando a observação foi realizada simultaneamente entre os ortodontistas pode, de alguma forma, impedir a habilidade dos observadores em detectar cada ponto de referência.

VADEN et al.⁵⁹, em 1994, publicaram uma sinopse da filosofia, diagnóstico e tratamento ortodôntico com o aparelho de *edgewise* de TWEED-MERRIFIELD. Destacaram o diagnóstico diferencial como base para a correção da maloclusão, pois relacionando a face, o padrão esquelético e a dentadura, é possível identificar as maiores áreas de desarmonias. Ressaltaram que a observação analítica do padrão esquelético é parte essencial de qualquer diagnóstico, bem como uma análise cefalométrica cuidadosa deve incluir, mas não de modo limitado, um estudo e entendimento dos seguintes valores cefalométricos: FMIA, FMA, IMPA, SNA, SNB, ANB, AO-BO, ângulo do plano oclusal, ângulo Z, AFP, AFA e AFP/AFA. Para os autores, a dimensão

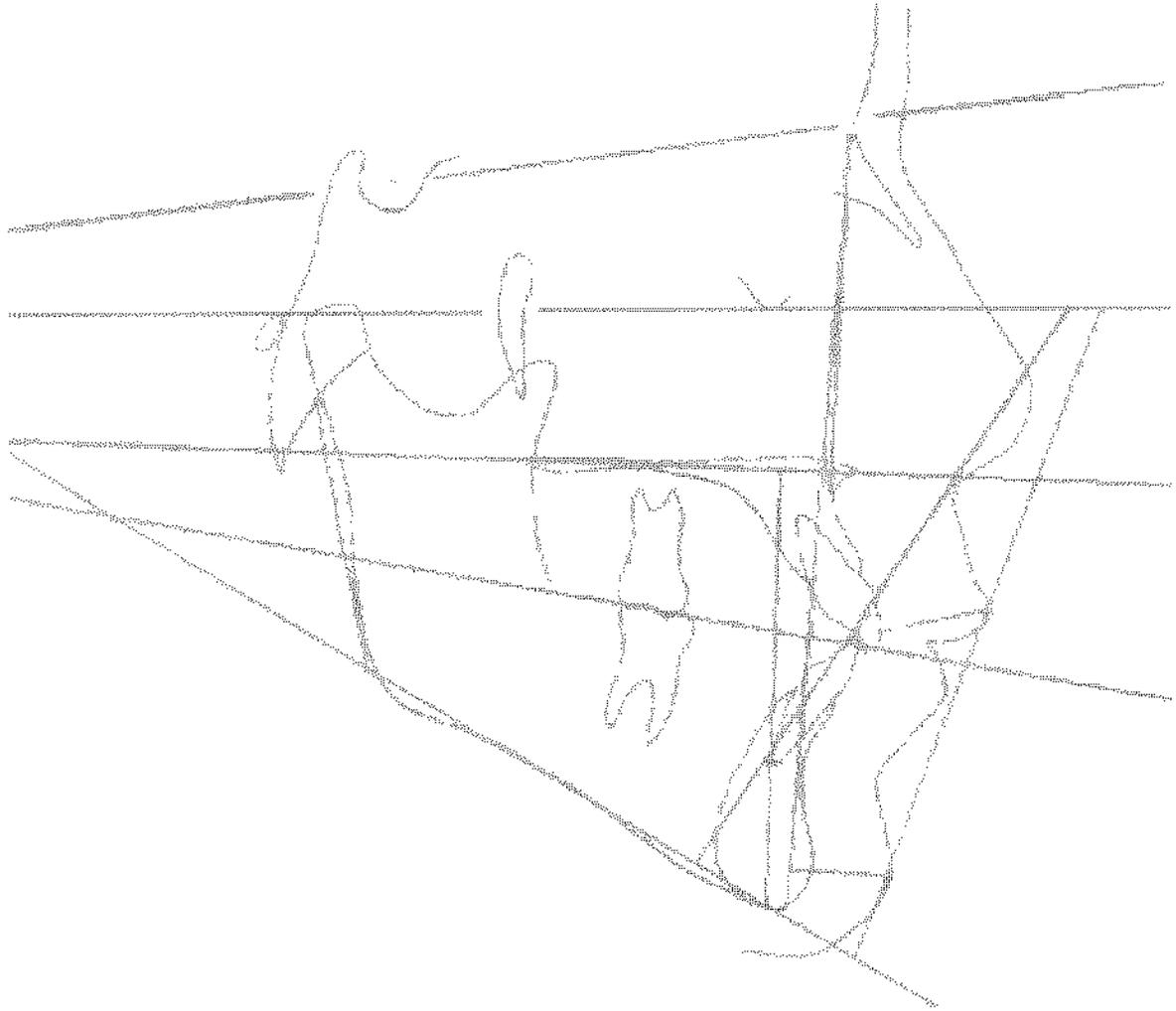
da face inferior é de importância vital para a obtenção do equilíbrio da estética com a harmonia facial, recomendam como parte integrante do diagnóstico facial a análise da espessura do lábio superior e do queixo total.

Para NIMKARN & MILLES⁴¹, 1995, o uso da imagem de vídeo com objetivo de proporcionar imagens digitais em cefalometria computadorizada pode ser uma fonte de erro. A distorção a partir da imagem do vídeo talvez seja introduzida pelo: 1) monitor; 2) câmera de vídeo e lente; e, 3) *software*. O objetivo deste estudo foi identificar e quantificar as fontes de erro envolvidas no processo de análise cefalométrica computadorizada quando a digitação é utilizada. A amostra consistiu de quarenta telerradiografias, onde foram traçados cefalogramas e identificados pontos cefalométricos. As imagens das radiografias e de seus traçados foram capturadas por uma câmera de vídeo e projetada para o monitor do computador, os pontos identificados foram digitados a partir do monitor, utilizando apenas um operador. Os valores cefalométricos foram obtidos através de um software. A investigação consistiu de cinco partes: erro de reprodutibilidade da técnica de medida computadorizada; erro da imagem do vídeo, da digitação na imagem e do software; erro da digitação na imagem e do *software*; erro da medida computadorizada versus medida manual; e, erro de calibração do *software* e de digitação do operador. As medidas obtidas através do método computadorizado foram reprodutíveis para a maioria dos parâmetros estudados. Os erros combinados a partir da imagem do vídeo, digitação da imagem e do *software* não foram metodologicamente significantes. Nenhum erro estatisticamente significativo foi encontrado para as medidas repetidas de

imagens digitais recuperadas. Entretanto, valores absolutos de 0,7 a 1,0mm para todos os parâmetros relacionados ao plano horizontal a partir do método computadorizado foram maiores que aqueles do método convencional, indicando que ocorreu algum aumento no plano horizontal. Estas informações são úteis para a interpretação dos dados obtidos a partir da cefalometria computadorizada.

A reprodutibilidade e a repetibilidade da análise de Wits foram avaliadas por HAYNES & CHAU²⁶, em 1995. Para os autores, desde a introdução da análise de Wits, a validade do método tem sido bastante questionada, por usar como referência principal o plano oclusal funcional, sendo citado como a maior fonte de erro. Porque o plano oclusal funcional é definido, apenas, como “linha desenhada através da região de máxima intercuspidação dentária”, o diagnóstico da “discrepância ântero-posterior da arcada” pelo conceito da medida de Wits pode incorporar um vasto erro, surgido da subjetividade do método. Vinte e oito telerradiografias foram traçadas duas vezes por dois observadores, com um intervalo de três a quatro semanas. Os traçados foram digitados via mesa digitalizadora, *digitizer*, que registrou o valor da coordenada X e Y de cada ponto automaticamente, para a subsequente análise cefalométrica. O plano oclusal funcional foi determinado pela união dos pontos: OPM, plano oclusal mesial; e OPD, plano oclusal distal. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada para a repetibilidade, comparação intra-observador, da medida AO-BO para cada observador. Houve, entretanto, diferença estatisticamente significativa quando se compararam os resultados entre observadores: a média dos valores variou em

aproximadamente 75% das medidas replicadas. Os autores concluem que, apesar da definição apresentada ao “plano oclusal funcional” para a realização da investigação, a avaliação de Wits não é um método confiável para o diagnóstico e planejamento de tratamento, sendo indicado apenas na ausência de dados craniofaciais mais fundamentados.

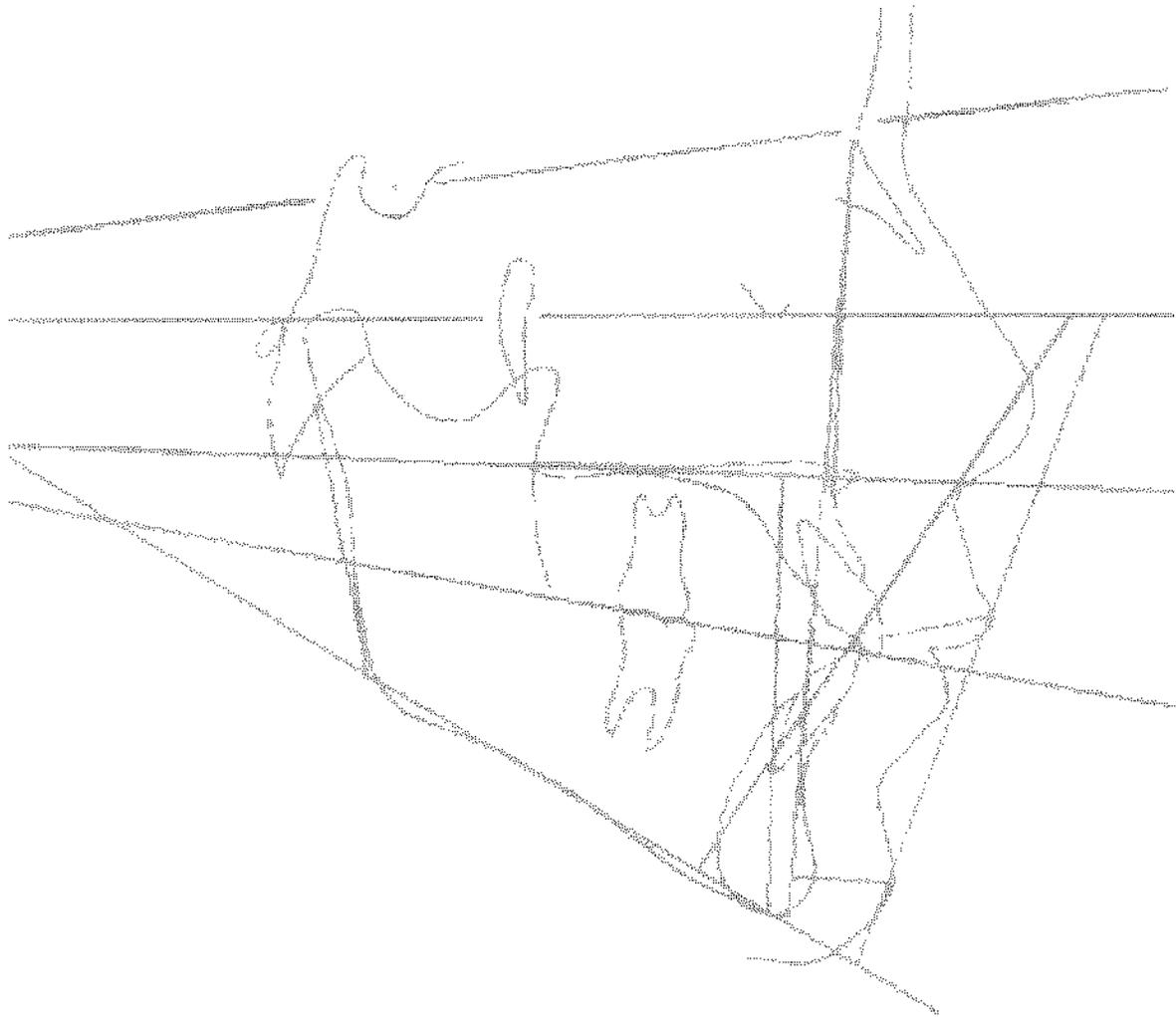


3. PROPOSIÇÃO

PROPOSIÇÃO

Com base nos trabalhos consultados na literatura pertinente e considerando a importância do erro na cefalometria radiográfica, propõe-se um estudo da avaliação do erro de reprodutibilidade, pelos métodos convencional e computadorizado, dos valores cefalométricos utilizados durante o Diagnóstico Diferencial³⁸ na filosofia TWEED-MERRIFIELD, com os seguintes objetivos:

- investigar o nível de interferência do operador nos erros de reprodutibilidade;
- verificar se o método computadorizado, com auxílio da mesa digitalizadora (*digitizer*) e da digitação indireta da telerradiografia, reduz a possibilidade dos erros de reprodutibilidade.



4. MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS E MÉTODOS

O material desta investigação consistiu de uma amostra de trinta telerradiografias da cabeça em norma lateral, obtidas de indivíduos de ambos os sexos, sendo treze do sexo masculino e dezessete do sexo feminino, na faixa etária de doze a dezesseis anos, dotados de oclusão dentária clinicamente excelente, integrantes do arquivo do Curso de Pós-Graduação em Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, FOP-UNICAMP. As imagens telerradiográficas da amostra em estudo foram consideradas subjetivamente como sendo de boa qualidade para o uso clínico normal, pelos operadores envolvidos na pesquisa.

A tomada das telerradiografias da cabeça em norma lateral foi efetuada no Serviço de Radiodiagnóstico da Disciplina de Radiologia Oral da FOP-UNICAMP, de acordo com a técnica descrita por BROADBENT¹² e HOFRATH²⁹, 1931. Foi utilizada como única fonte produtora de Raios X uma unidade teleortopantomográfica, tipo "SK-150" da Siemens, com filtragem total equivalente a 2mm de alumínio, calibrada para operar com 20mA e 65kV e com tempo de exposição variando de 0,32s a 0,4s, dependendo da idade do paciente. Os indivíduos foram posicionados com a coluna cervical verticalizada, mantendo o plano médio sagital perpendicular ao solo e o plano de Camper paralelo ao solo, ajustadas às olivas metálicas, de forma que estas ficassem numa posição mais alta possível nos seus condutos auditivos externos. A posição de oclusão foi de máxima intercuspidação habitual, com os lábios em repouso.

A distância foco-plano médio sagital do paciente foi de 1,52m, utilizando-se placas intensificadoras de imagem de média sensibilidade, marca LANEX - regular. O processamento das radiografias foi realizado automaticamente, através de uma processadora MACROTEC M2.

As telerradiografias da cabeça em norma lateral foram distribuídas de modo casual a dois operadores, A e B. É importante destacar que, o operador A é aluno de Pós-Graduação em Ortodontia, de uma renomada Instituição de Ensino Superior, de onde recebeu treinamento de cefalometria radiográfica durante três anos, entretanto, não utilizava de modo específico, nas análises e re-análises de seus casos clínicos, os valores cefalométricos empregados nesta investigação. O operador B é aluno de Pós-Graduação em Ortodontia da FOP-UNICAMP, onde recebeu treinamento específico de traçado cefalométrico para os valores aplicados no Diagnóstico Diferencial³⁸ da filosofia TWEED-MERRIFIELD, durante três anos.

Os operadores obtiveram os valores cefalométricos, pelo método convencional, manual, e computadorizado, em duas oportunidades, com intervalo de trinta dias. Estes traçados compreendem oito valores angulares, cinco lineares e um índice facial, componentes do Diagnóstico Diferencial³⁸ utilizado na filosofia TWEED-MERRIFIELD.

A. CEFALOGRAMAS

Para elaboração dos cefalogramas, utilizaram-se folhas de papel de acetato, no tamanho padronizado de 17,5cm x 17,5cm, nas quais foram

desenhados, com lápis 5H, os contornos das imagens radiográficas das estruturas anatômicas.

A.1. DESENHO DAS ESTRUTURAS ANATÔMICAS (Figs. 4.1 e 4.2 - ANEXOS 1 e 2)

Foram identificadas e traçadas as seguintes imagens radiográficas anatômicas:

- Sela túrcica, corpo do esfenóide e porção basilar do osso occipital;
- Contornos dos condutos auditivos externos;
- Contornos das fossas pterigomaxilares;
- Contornos posterior e inferior das órbitas;
- Região da glabella, contorno do osso frontal e contornos dos ossos próprios do nariz;
- Contorno do perfil tegumentar facial;
- Contorno das superfícies inferior e superior do palato ósseo;
- Contorno da espinha nasal anterior e região subespinhal estendendo-se à crista alveolar entre os incisivos centrais superiores;
- Contorno do incisivo central superior;
- Contorno do incisivo central inferior;
- Contorno do primeiro molar superior;
- Contorno do primeiro molar inferior;
- Contorno da região supramentoniana;
- Contorno do mento e sínfise mandibular;

- Contorno da borda inferior da mandíbula;
- Contorno da borda posterior do ramo mandibular;
- Contorno do côndilo e processo coronóide mandibular.

A.2. PONTOS CRANIOMÉTRICOS

Os pontos de referência para a obtenção dos valores cefalométricos foram os seguintes:

- Ponto S - Sela túrcica

Ponto que representa o centro geométrico da sela túrcica, determinado por inspeção visual.

- Ponto N - Násio

Ponto situado na região mais anterior da sutura fronto-nasal.

- Ponto A - Downs

Situado no ponto mais posterior da concavidade subespinal.

- Ponto B - Downs

Situado no ponto mais posterior da concavidade supramentoniana, entre infradentário e pogônio.

- Ponto Me - Mentoniano

Situado no ponto mais inferior na superfície externa da cortical anterior da sínfise mandibular.

- Ponto Go - Gônio

Situado na superfície externa da cortical do ângulo goniaco, equidistante aos pontos mais inferior e mais posterior desta região.

- Ponto Ar - Articular

Ponto de intersecção das corticais distais dos ramos ascendentes mandibulares com a cortical externa da porção basilar do occipital.

- Ponto Po - Pório

Ponto mais externo no contorno superior da imagem do meato auditivo externo.

- Ponto Or - Orbitário

Situado na porção mais inferior da imagem da órbita.

- Ponto ENA - Espinha nasal anterior

Situado na região mais anterior no soalho da fossa nasal.

- Ponto ENP - Espinha nasal posterior

Situado na região mais posterior no soalho da fossa nasal.

- Ponto IS - Incisivo superior

Situado na região mais convexa da face vestibular do incisivo superior mais vestibularizado.

- Ponto ISi - Incisal do incisivo superior

Ponto correspondente à borda da coroa do incisivo superior mais vestibularizado.

- Ponto Iii - Incisal do incisivo inferior

Ponto correspondente à borda da coroa do incisivo inferior mais vestibularizado.

- Ponto Iia - Ápice do incisivo inferior

Ponto correspondente ao ápice radicular do incisivo inferior mais vestibularizado.

- Ponto 6Sc - Cúspide do primeiro molar superior

Ponto correspondente a cúspide méso vestibular do primeiro molar superior.

- Ponto 6Ic - Cúspide do primeiro molar inferior

Ponto correspondente a cúspide méso vestibular do primeiro molar inferior.

- Ponto LS - Lábio superior

Ponto localizado na região mais anterior e superior na vermelhidão do lábio superior.

- Ponto LI - Lábio inferior

Ponto localizado na região mais anterior do lábio inferior.

- Ponto Pog' - Pogônio mole

Ponto localizado na região mais anterior do mento tegumentar.

Faz-se necessário esclarecer que os pontos cefalométricos escolhidos para a transferência dos cefalogramas para o computador, via mesa digitalizadora, *digitizer*, foram aqueles exigidos pelo *Software* Dentofacial Planner versão 7.0, copyright 1995 by Dentofacial Software Inc.: propriedade Maria Helena Castro de Almeida. O critério adotado para localização dos pontos bilaterais foi tomar o ponto médio, por estimativa ou construção, das imagens radiográficas correspondentes, conforme conduta utilizada no Curso de Pós-Graduação em Ortodontia da FOP-UNICAMP.

A.3. PLANOS E LINHAS DE ORIENTAÇÃO

Foram identificados e traçados os seguintes planos e linhas de orientação:

- Plano mandibular

Determinado pela linha que une os pontos Me e Go.

- Plano horizontal de Frankfurt

Determinado pela linha que une os pontos Po e Or.

- Plano oclusal

Determinado pela linha que une o ponto de entrecruzamento das bordas oclusais dos primeiros molares superiores e inferiores com o ponto de entrecruzamento das bordas incisais dos incisivos superiores e inferiores mais vestibularizados.

- Plano palatino

Determinado pela linha que une os pontos ENA e ENP.

- Eixo do incisivo central inferior

Determinado pela união dos pontos Iii e Iia.

- Linha de tecido mole

Linha tangente ao ponto Pog', passando pelo ponto LS e/ou LI, sendo o de referência aquele que se encontra mais protruído, indo até o nariz.

- Linha A-plano oclusal

Linha que une o ponto A ao plano oclusal, perpendicular ao plano oclusal.

- Linha B-plano oclusal

Linha que une o ponto B ao plano oclusal, perpendicular ao plano oclusal.

- Linha S-N

Determinada pela união dos pontos S e N.

- Linha N-A

Determinada pela união dos pontos N e A.

- Linha N-B

Determinada pela união dos pontos N e B.

A.4. VALORES CEFALOMÉTRICOS (Figs. 4.3 e 4.4 - ANEXOS 3 e 4)

Foram consideradas neste estudo as seguintes medidas angulares e lineares:

- Ângulo FMIA (1)

Ângulo formado pela intersecção do plano horizontal de Frankfurt com a linha correspondente ao eixo longitudinal do incisivo central inferior. É de grande significância para o estabelecimento da harmonia e equilíbrio do terço inferior da face.

Valor normal = 68° , quando FMA varia entre 21° a 29° .

= 65° , quando FMA maior ou igual a 30° .

- **Ângulo FMA (2)**

Ângulo formado pela intersecção dos planos horizontal de Frankfurt e mandibular. Indica a direção de crescimento do terço inferior da face nas direções horizontal e vertical.

Valor normal = 21° a 29°

- **Ângulo IMPA (3)**

Ângulo formado pela intersecção do plano mandibular com a linha correspondente ao eixo longitudinal do incisivo central inferior. Indica a orientação axial do incisivo central inferior em relação ao plano mandibular.

Valor normal = 88° , quando o FMA varia entre 21° a 29° .

= não $> 94^\circ$, quando FMA menor ou igual a 20° .

- **Ângulo SNA (4)**

Ângulo formado pela intersecção das linhas SN e NA. Indica a posição da maxila, no sentido ântero-posterior, em relação à base anterior do crânio.

Valor normal = 80° a 84°

- **Ângulo SNB (5)**

Ângulo formado pela intersecção das linhas SN e NB. Indica a posição da mandíbula, no sentido ântero-posterior, em relação à base do crânio.

Valor normal = 78° a 82°

- **Ângulo ANB (6)**

Ângulo formada pela intersecção das linhas NA e NB. Indica a relação maxila-mandíbula no sentido ântero-posterior.

Valor normal = 1° a 5°

- **AO-BO (7)**

Distância, medida no plano oclusal, entre a linha A-plano oclusal e linha B-plano oclusal. Indica o relacionamento horizontal entre a maxila e a mandíbula.

Valor normal = 0 a 4mm

- **Ângulo do plano oclusal (8)**

Ângulo formado pela intersecção dos planos horizontal de Frankfurt e oclusal. Expressa o relacionamento dento-esquelético do plano oclusal com o plano horizontal de Frankfurt.

Valor normal = 8° a 12°

- **Ângulo Z (9)**

Ângulo formado pela intersecção do plano horizontal de Frankfurt com a linha de tecido mole. Fornece uma análise crítica da face.

Valor normal = 75° a 78°

- **Espessura do lábio superior (10)**

Distância entre os pontos LS e IS.

- **Espessura do queixo total (11)**

Distância entre o ponto Pog' e a linha NB, perpendicular à linha NB.

A espessura do lábio superior deve ser igual à do queixo total. Se estes valores são diferentes, particularmente se a espessura do queixo total é

menor que a espessura do lábio superior, a compensação é feita através da retração anterior, resultando numa melhor harmonia e equilíbrio facial.

- Altura facial posterior (AFP) (12)

Distância vertical entre o ponto Ar e o plano mandibular, tangente ao bordo posterior do ramo mandibular. Está relacionada diretamente com a forma facial.

- Altura facial anterior (AFA) (13)

Distância vertical entre o plano palatino e o ponto Me, perpendicular ao plano palatino.

Em complemento aos valores cefalométricos, foi considerado ainda o índice facial:

- Índice da altura facial (AFP/AFA)

Determinado pela razão entre os valores da AFP e AFA. Expressa a proporção do terço inferior da face.

Valor normal = 0.65 a 0.75

B. SEQÜÊNCIA E PROCEDIMENTOS DOS TRAÇADOS E MENSURAÇÕES

A seqüência dos traçados foi diferente para as mensurações convencionais e computadorizadas.

Para a obtenção das medidas pelo método convencional, seguiu-se a seguinte seqüência: 1) desenho das estruturas anatômicas; 2) localização e

identificação dos pontos de referência; 3) traçado das linhas e planos de orientação; e 4) mensurações das distâncias e dos ângulos cefalométricos, feitas convencionalmente, com auxílio de régua milimetrada e de um *Protractor* da 3M-UNITEK. Estas medidas receberam, quando necessário, uma aproximação de 0,25 unidades (graus ou milímetros).

Já para as mensurações computadorizadas, a seqüência foi: 1) desenho das estruturas anatômicas; 2) localização e identificação dos pontos cefalométricos, de acordo com a orientação descrita no manual do Software utilizado na investigação; 3) digitação dos pontos, feita através de uma mesa digitalizadora, *digitizer*, *NUMONICS ACCUGRID*, com cursor eletrônico da mesma marca (**Fig. 4.5**); e 4) traçado e mensurações, foram feitas automaticamente pelo referido Software, através de um microcomputador PC STANDART - AT 486 - DX4 - 100MHz - PCI com monitor NEC-MultiSync 3FGx (**Fig. 4.5**).



Fig. 4.5 - Mesa digitalizadora / Sistema de microcomputador

Os traçados cefalométricos foram executados individual e isoladamente, evitando, desta forma, o stress causado pela presença simultânea de outro operador durante os procedimentos dos traçados e mensurações. Previamente à execução da parte experimental, foi realizada, entre os operadores, uma uniformização dos conceitos de anatomia radiográfica, onde foram definidos os pontos cefalométricos incluídos tanto no método convencional como no computadorizado. Da mesma maneira, uniformizaram-se os conceitos das medidas cefalométricas.

As telerradiografias da cabeça em norma lateral foram traçadas sempre em um mesmo ambiente, totalmente escuro, para melhor destaque dos contornos das imagens radiográficas das estruturas anatômicas evidenciadas no negatoscópio.

Os desenhos anatômicos foram realizados de dez em dez unidades, ao dia, para evitar que a fadiga interferisse nos desenhos. De cada desenho anatômico, foram feitas duas cópias, utilizando-se uma mesma máquina xerocopiadora CANON NP 6650 II, sendo uma para o traçado convencional e a outra para o computadorizado. Da mesma maneira, foram feitas dez análises em cada dia, evitando que a fadiga influenciasse, mais uma vez, na performance do operador. Entre o traçado convencional e o traçado computadorizado foi estabelecido um intervalo de oito dias, com o objetivo de evitar a memorização dos pontos cefalométricos. Esta primeira fase foi denominada momento 1. Trinta dias após, momento 2, foram realizados novamente os desenhos anatômicos para replicar as medidas, tanto pelo método convencional quanto pelo computadorizado. Tais procedimentos foram

repetidos alternadamente pelos dois operadores. Não houve qualquer correção dos procedimentos executados.

C. MÉTODOS ESTATÍSTICOS DE ANÁLISE DOS DADOS

Foram construídas medidas resumo para visualizar as diferenças entre os níveis dos fatores: método, operador e momento, assim como as diferenças entre os níveis dos fatores: método e operador; método e momento; operador e momento. Também foram construídas medidas resumo para visualizar as diferenças entre os níveis do fator: método; operador; momento.

Para avaliar o efeito sistemático dos fatores em estudo, realizou-se uma análise de variância para medidas repetidas, que leva em conta a dependência gerada pela realização de diversas medidas nas radiografias de cada paciente. Todos os testes executados foram testes "t" de amostras dependentes. Os fatores incluídos no estudo foram:

- Método: convencional e computadorizado;
- Operador: A e B;
- Momento: 1 e 2.

Os fatores acima foram representados na **Fig. 4.6**.

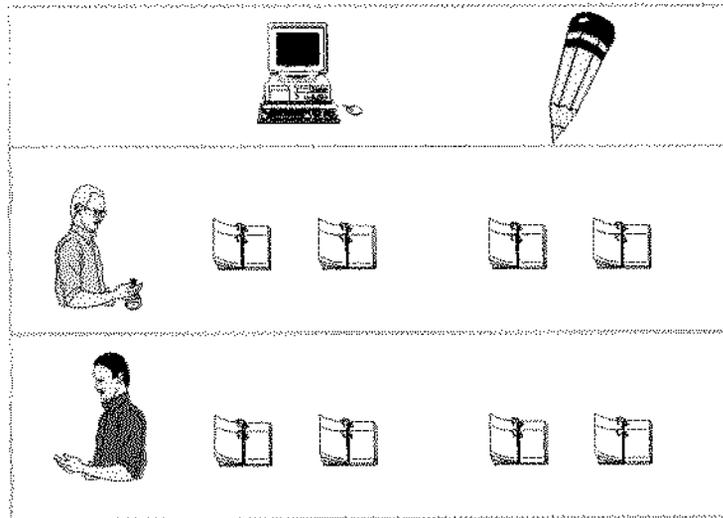


Figura 4.6: representação gráfica dos fatores incluídos no estudo

Investigaram-se, também, as interações entre os fatores estudados, tais como:

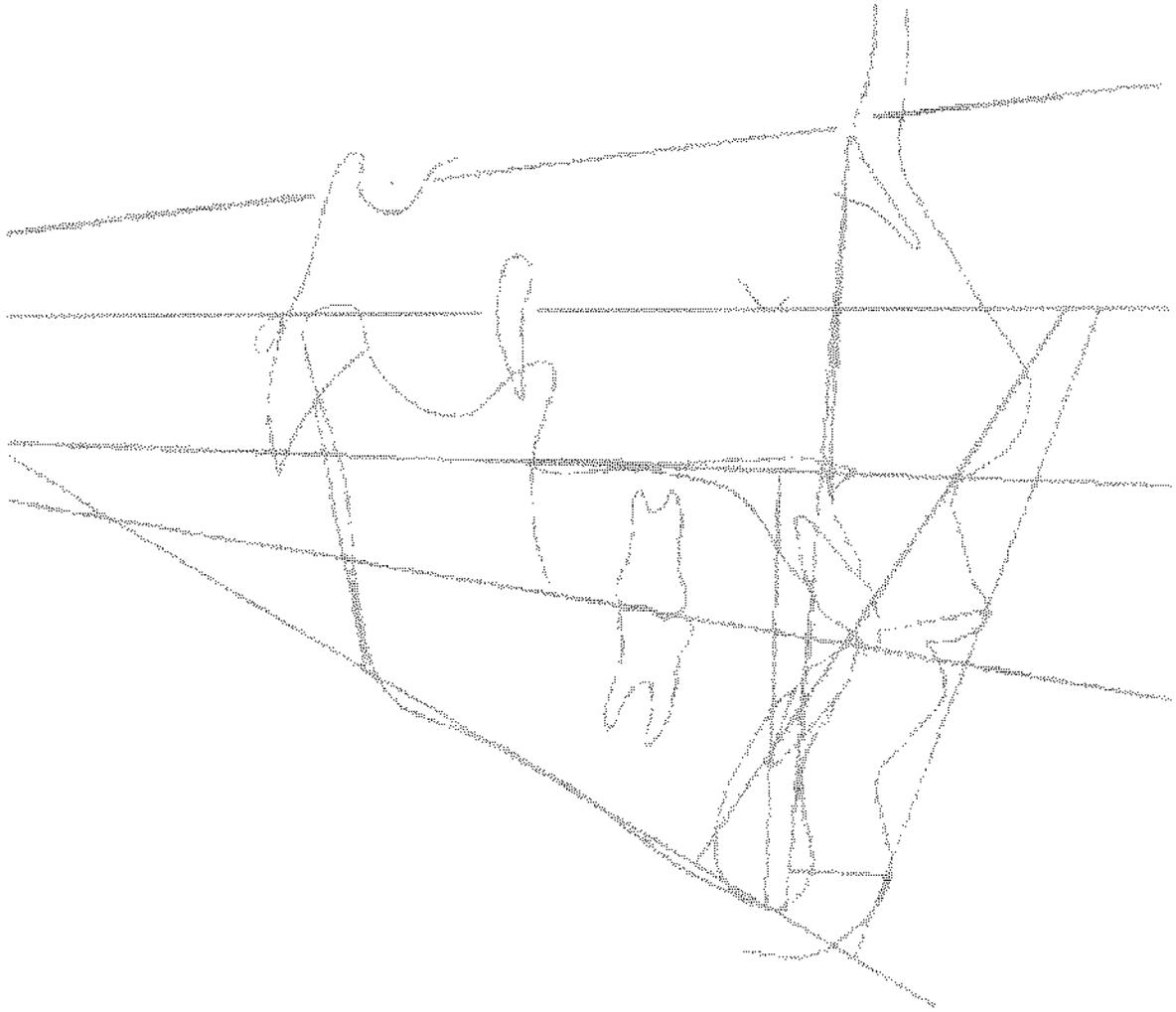
- Método x Operador: mede a contribuição de possíveis diferenças na destreza dos operadores ao variar o método de medida;
- Método x Momento: mede a contribuição de variação na performance dos métodos nos dois momentos em que foram realizadas as medições;
- Operador x Momento: mede a contribuição de variações nas medidas realizadas pelos operadores nos dois momentos do experimento.

Nas situações em que foram detectadas interações significantes, por exemplo, interação método x momento, foram feitos testes “t” de amostras dependentes dentro de cada um dos níveis de um dos fatores em estudo, neste caso método, para avaliar se existem diferenças entre as médias dos níveis do outro fator, neste caso momento.

Com o objetivo de investigar o grau de associação entre as medidas realizadas pelos dois métodos, pelos dois operadores e nos dois momentos calcularam-se as médias para cada nível dos fatores em estudo. Por exemplo, para estimar a correlação entre operadores, para cada paciente, foram feitas as médias de todas as medições (nos dois momentos e pelos dois métodos) obtidas pelo operador A e pelo operador B. Estas médias foram usadas para a construção de gráficos de dispersão e para calcular correlações de Pearson.

Para avaliar a magnitude dos erros aleatórios calculou-se, para cada combinação de método e operador (e para cada medida), a variância entre as duas medidas realizadas nos dois momentos para cada paciente. A seguir foi feita a média destas variâncias para todos os pacientes, para determinar a variância do erro (fórmula de DAHLBERG¹⁹). Note que, como menciona HOUSTON³⁰, 1983, esta variância estima tanto o erro aleatório como o sistemático, em consequência, quando se deseja avaliar só o erro aleatório, deve-se verificar se há efeitos sistemáticos, por exemplo, através do teste "t" de amostras dependentes. Também para cada momento, calculou-se a variância entre os pacientes (variância total) e fez-se a média das variâncias nos dois momentos. A partir da variância do erro e da variância total foi calculado o quociente entre a variância do erro e a variância total, assim como, foi calculado o coeficiente de confiabilidade sendo um menos o quociente anterior. Neste estudo, erros aleatórios acima de 1mm para medidas lineares e acima de 1,5° para medidas angulares, foram considerados como erros absolutos e significantes. Tal critério foi adotado tendo como base as investigações de SANDLER⁴⁸, 1988; LIU & GRAVELY³⁶, 1991; e MARTINS³⁷, 1993. Na

análise do coeficiente de confiabilidade, seguiram-se os estudos de MIDTGARD et al.³⁹, 1974; e HOUSTON³⁰, 1983, onde arbitrariamente foi sugerido que, de modo ideal, a variância do erro não deve exceder três por cento da variância total, sendo que nos casos onde a variação do erro foi maior que dez por cento, a mensuração seria imprópria.



5. RESULTADOS

RESULTADOS

1. DADOS OBTIDOS

Os dados alcançados das medições dos valores cefalométricos utilizados na filosofia TWEED-MERRIFIELD estão apresentados nas tabelas a seguir:

- As tabelas 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3, 5.1.4 e 5.1.5 exibem os valores para cada uma das medidas obtidas através do método convencional, pelos dois operadores em dois momentos diferentes (ANEXOS 5, 6, 7, 8 e 9);
- As tabelas 5.1.6, 5.1.7, 5.1.8, 5.1.9 e 5.1.10 encerram os valores para cada uma das medidas obtidas através do método computadorizado, pelos dois operadores em dois momentos diferentes (ANEXOS 10, 11, 12, 13 e 14).

2. MEDIDAS RESUMO

Nas tabelas 5.2.1, 5.2.2 e 5.2.3 contruíram-se medidas resumo para visualizar as diferenças entre os níveis dos fatores: método, operador e momento (ANEXOS 15, 16 e 17).

As tabelas 5.2.4, 5.2.5 e 5.2.6 encerram, respectivamente, medidas resumo para visualizar as diferenças entre os níveis dos fatores: método e operador; método e momento; operador e momento (ANEXOS 18, 19 e 20).

Nas tabelas 5.2.7, 5.2.8 e 5.2.9 construíram-se, respectivamente, medidas resumo para visualizar as diferenças entre os níveis do fator: método; operador; momento (ANEXOS 21, 22 e 23).

3. EFEITOS SISTEMÁTICOS. AVALIAÇÃO DAS INFLUÊNCIAS DOS FATORES: MÉTODO, OPERADOR E MOMENTO.

Para cada uma das variáveis em estudo, são apresentadas, a seguir, as tabelas de análise de variância com os testes para avaliar o efeito do método, operador e momento. Assim como das interações: método x operador; método x momento; operador x momento. Os efeitos significantes foram ilustrados através de gráficos.

3.1 FMIA:

Tabela 5.3.1: FMIA - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	0.5953	0.6668
Operador	1	8.9629	0.9523
Momento	1	2.7296	0.3073
Método x Operador	1	0.5228	0.0191 *
Método x Momento	1	0.2976	0.9626
Operador x Momento	1	3.5792	0.2780

*: Fator significativo ao 5%

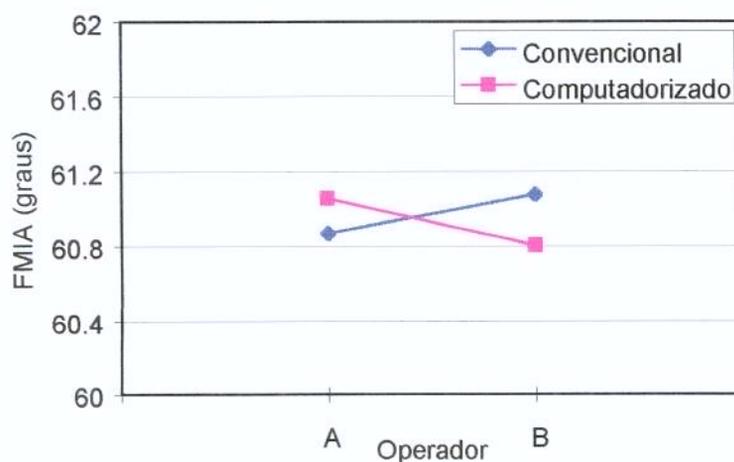


Gráfico 5.3.1: FMIA. Médias por Operador e Método.

Foram feitos testes t para amostras dependentes para cada operador para verificar se existem diferenças entre os métodos. Para o operador A não existem diferenças entre os métodos ($p=0.155$) e para o B existem diferenças ($p=0.028$).

3.2 FMA:

Tabela 5.3.2: FMA - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	0.4331	0.2605
Operador	1	4.5867	0.4241
Momento	1	1.9240	0.8717
Método x Operador	1	0.2430	0.0463 *
Método x Momento	1	0.2783	0.9516
Operador x Momento	1	1.2731	0.1347

*: Fator significante ao 5%

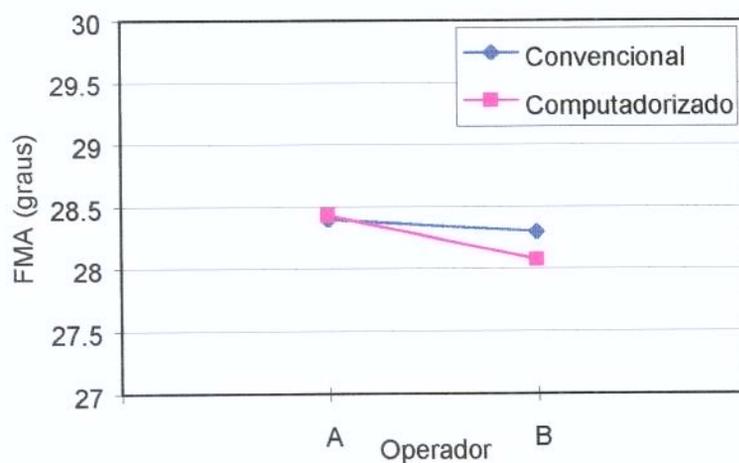


Gráfico 5.3.2: FMA. Médias por Operador e Método.

Para o operador A não existem diferenças de FMA entre os métodos ($p=0.776$) e para o B existem diferenças entre os métodos ($p=0.003$).

3.3 IMPA:

Tabela 5.3.3: IMPA - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	0.7969	0.2343
Operador	1	6.2904	0.4554
Momento	1	2.6352	0.2365
Método x Operador	1	0.4520	0.0002 **
Método x Momento	1	0.3367	0.8773
Operador x Momento	1	3.0964	0.8160

** : Fator significativo ao 1%.

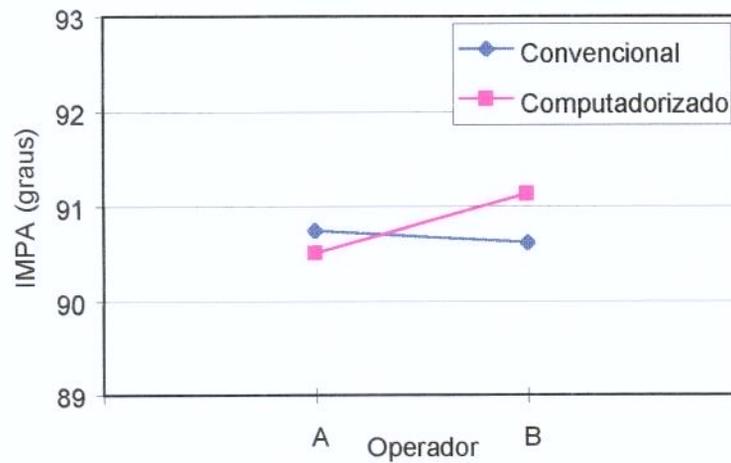


Gráfico 5.3.3: IMPA. Médias por Operador e Método.

Para o operador A não existem diferenças de IMPA entre os métodos ($p=0.076$) e para o operador B existem diferenças entre métodos ($p=0.001$).

3.4 SNA:

Tabela 5.3.4: SNA - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	0.2313	0.8315
Operador	1	0.5421	0.0001 **
Momento	1	0.4166	0.1204
Método x Operador	1	0.2264	0.0111 *
Método x Momento	1	0.1144	0.0446 *
Operador x Momento	1	0.2365	0.0659

*: Fator significativo ao 5%

** : Fator significativo ao 1%

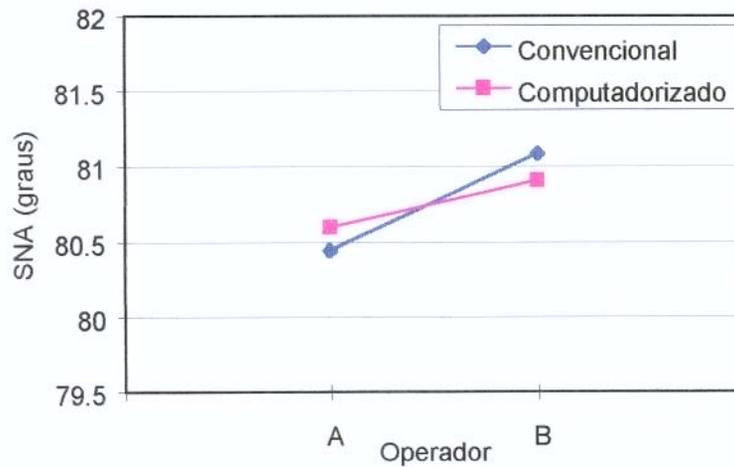


Gráfico 5.3.4: SNA. Médias por Operador e Método.

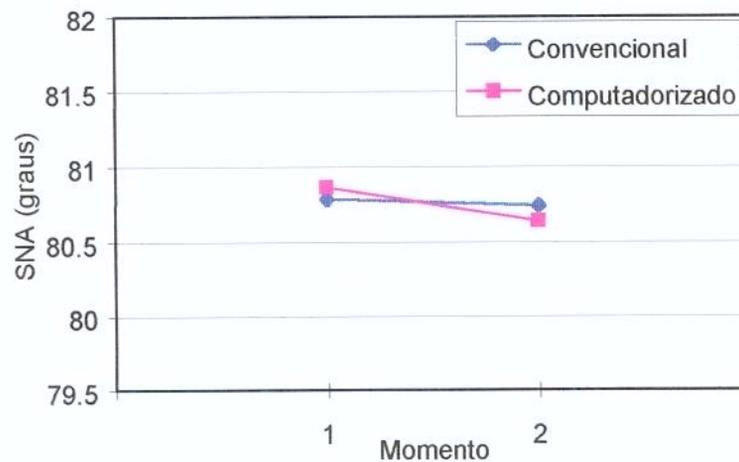


Gráfico 5.3.5: SNA. Médias por Momento e Método.

Para o operador A existem diferença de SNA entre os métodos ($p=0.021$) e também para o operador B ($p=0.041$). Nos momentos 1 e 2 não foram encontradas diferenças entre os métodos. O operador B apresentou médias globalmente superiores às do operador A.

3.5 SNB:

Tabela 5.3.5: SNB - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	0.1078	0.4611
Operador	1	0.5425	0.0085 **
Momento	1	0.4319	0.5346
Método x Operador	1	0.1057	0.0406 *
Método x Momento	1	0.1157	0.0389 *
Operador x Momento	1	0.1752	0.0893

*: Fator significativo ao 5%

** : Fator significativo ao 1%

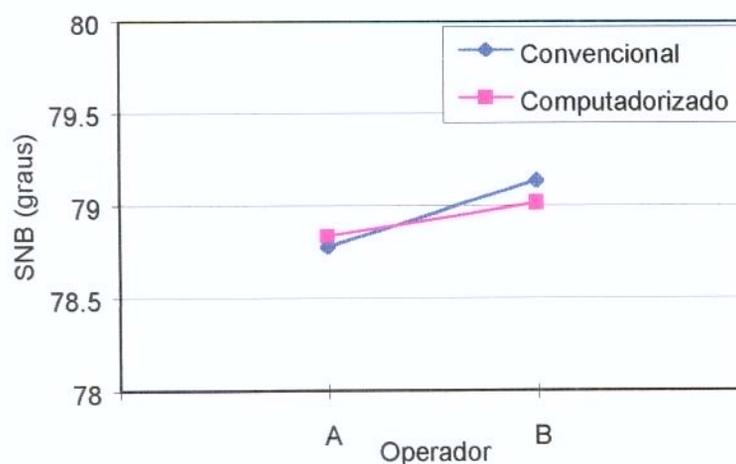


Gráfico 5.3.6: SNB. Médias por Operador e Método.

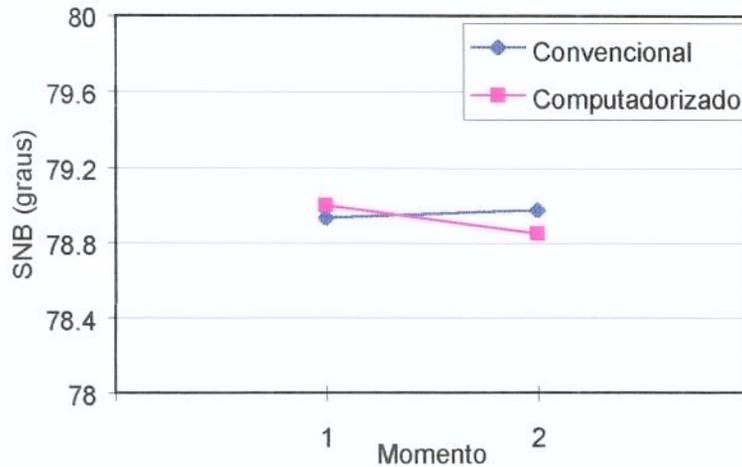


Gráfico 5.3.7: SNB. Médias por Momento e Método.

Para o operador A existem diferenças de SNB entre os dois métodos utilizados ($p=0.020$) e para o operador B não existem diferenças ($p=0.057$). No momento 1 não existem diferenças entre as médias de SNB dos dois métodos ($p=0.263$) e no momento 2 existem diferenças entre os métodos ($p=0.046$). Globalmente, o operador B apresentou média superior à do operador A.

3.6 ANB:

Tabela 5.3.6: ANB - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	0.1402	0.6947
Operador	1	0.1402	0.0001 **
Momento	1	0.2540	0.2149
Método x Operador	1	0.1016	0.0959
Método x Momento	1	0.0655	0.9800
Operador x Momento	1	0.1949	0.6959

** : Fator significativo ao 1%

Para ANB existem diferenças entre os dois operadores: a média de ANB do operador A foi menor que a do operador B (ver **tabela 5.2.8**).

3.7 AO-BO:

Tabela 5.3.7: AO-BO - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	1.5356	0.8810
Operador	1	0.7352	0.0019 **
Momento	1	0.4317	0.2221
Método x Operador	1	0.3444	0.1427
Método x Momento	1	0.1455	0.0573
Operador x Momento	1	0.5447	0.1857

** : Fator significante ao 1%

A média do operador A foi menor que a do operador B (tabela 5.2.8).

3.8 Plano Oclusal HF:

Tabela 5.3.8: Plano Oclusal HF - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	1.8767	0.0557
Operador	1	3.7595	0.0201 *
Momento	1	1.2103	0.0619
Método x Operador	1	0.7499	0.4665
Método x Momento	1	0.4171	0.3706
Operador x Momento	1	0.8173	0.1391

*: Fator significante ao 5%

A média do operador A foi maior que a do operador B ($p < 0.05$).

3.9 Ângulo Z:

Tabela 5.3.9: Ângulo Z - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	0.7489	0.5652
Operador	1	4.2482	0.0381*
Momento	1	1.5172	0.6187
Método x Operador	1	0.5429	0.7679
Método x Momento	1	0.5644	0.1413
Operador x Momento	1	1.4259	0.5217

*: Fator significante ao 5%

Para ângulo Z existem diferenças entre operadores: a média do operador A foi menor que a do operador B ($p < 0.05$).

3.10 Espessura lábio Superior:

Tabela 5.3.10: Espessura lábio superior - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	0.3132	0.9180
Operador	1	0.3552	0.0012 **
Momento	1	0.0756	0.0001 **
Método x Operador	1	0.1966	0.7840
Método x Momento	1	0.1112	0.0220 *
Operador x Momento	1	0.2245	0.3831

*: Fator significativo ao 5%

** : Fator significativo ao 1%

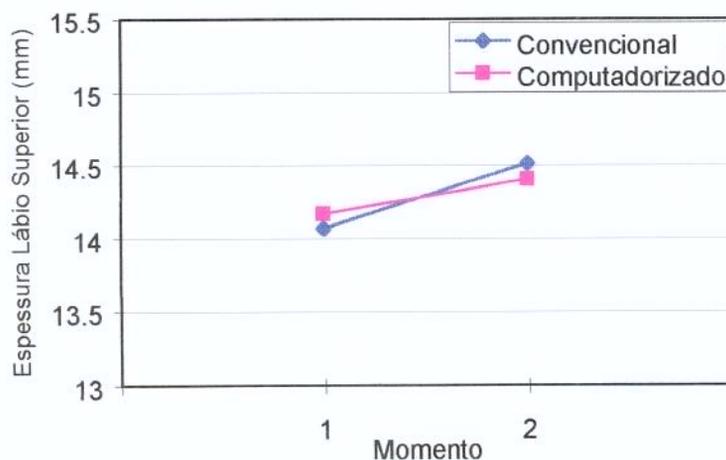


Gráfico 5.3.8: Espessura Lábio Superior. Médias por Momento e Método.

Não foram encontradas diferenças significativas entre os métodos em nenhum dos momentos em estudo. Globalmente, no momento 2 foram realizadas medidas superiores às do momento 1 ($p < 0.001$). A média das

medidas realizadas pelo operador A foi superior à média das medidas realizadas pelo operador B ($p < 0.01$).

3.11 Espessura Queixo total:

Tabela 5.3.11: Espessura queixo total - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	0.2850	0.0001 **
Operador	1	0.6594	0.4286
Momento	1	0.3892	0.0465 *
Método x Operador	1	0.2550	0.0009 **
Método x Momento	1	0.1446	0.4123
Operador x Momento	1	0.3717	0.6827

*: Fator significativo ao 5%

** : Fator significativo ao 1%

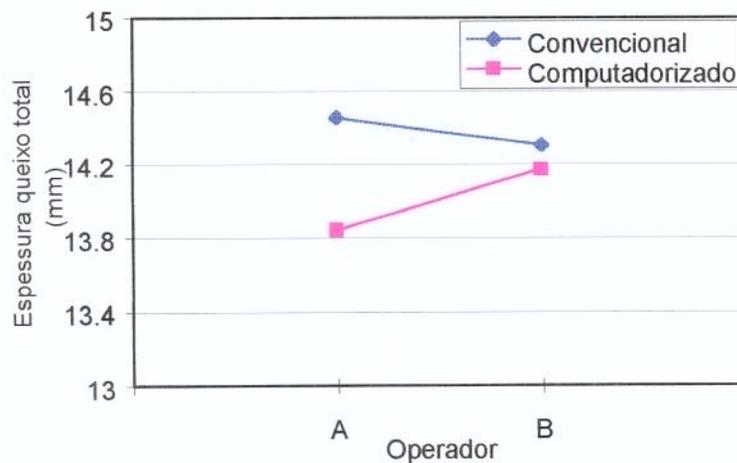


Gráfico 5.3.9: Espessura Queixo Total. Médias por Operador e Método.

Para operador A existem evidências de diferenças entre as médias das medições feitas pelos dois métodos ($p < 0.001$) e para operador B não existem diferenças significativas entre as médias dos dois métodos. A média de

espessura do queixo do momento 1 foi significativamente maior que a média do momento 2.

3.12 AFP:

Tabela 5.3.12: AFP - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	0.2984	0.0001 **
Operador	1	4.1149	0.6891
Momento	1	0.8977	0.1613
Método x Operador	1	0.3512	0.0557
Método x Momento	1	0.2384	0.9895
Operador x Momento	1	0.9961	0.1995

** : Fator significativo ao 1%

A média das medições feitas pelo método computadorizado foi maior que a do convencional ($p < 0.001$).

3.13 AFA:

Tabela 5.3.13: AFA - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	0.3178	0.9547
Operador	1	0.5474	0.0007 **
Momento	1	0.2618	0.0992
Método x Operador	1	0.1535	0.0001 **
Método x Momento	1	0.1250	0.5278
Operador x Momento	1	0.2355	0.9684

** : Fator significativo ao 1%

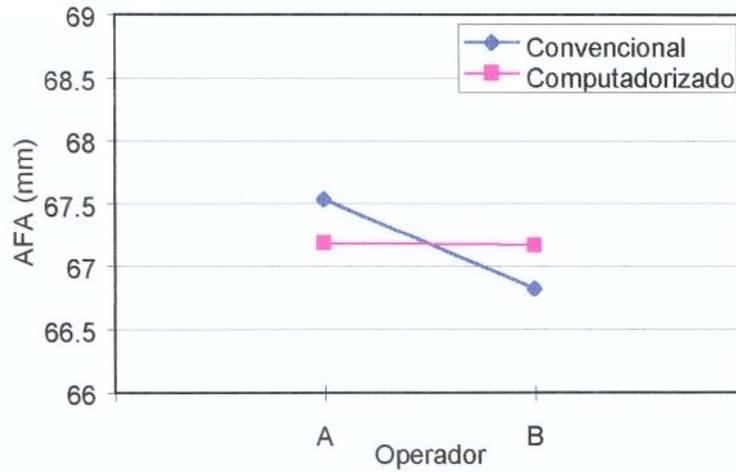


Gráfico 5.3.10: AFA. Médias por Operador e Método.

Existem diferenças significativas entre as médias dos métodos convencional e computadorizado para os operadores A e B ($p < 0.001$). O operador B apresentou médias (globais) menores que as do operador A ($p < 0.001$).

3.14 AFP/AFA:

Tabela 5.3.14: AFP/AFA - Análise de Variância dos fatores Método, Operador e Momento.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio do erro (29 gl)	Nível descritivo
Método	1	0.00009	0.0001 **
Operador	1	0.00089	0.4295
Momento	1	0.00020	0.0576
Método x Operador	1	0.00010	0.2249
Método x Momento	1	0.00007	0.8142
Operador x Momento	1	0.00025	0.2153

** : Fator significativo ao 1%

Existem evidências de diferenças entre os métodos convencional e computadorizado para AFP/AFA ($p < 0.001$). O método computadorizado apresentou média levemente superior à do método convencional.

Na **Tabela 5.3.15**, tem-se um resumo dos efeitos que foram significantes para todas as variáveis.

Tabela 5.3.15: Significância dos efeitos em estudo para todas as variáveis.

Medida	Método	Operador	Momento	Método x Operador	Método x Momento	Operador x Momento
FMIA				*		
FMA				*		
IMPA				**		
SNA		**		*	*	
SNB		**		*	*	
ANB		**				
AO-BO		**				
Pl.Ocl.HF		*				
Z		*				
LÁBIO		**	**		*	
QUEIXO	**		*	**		
AFP	**					
AFA		**		**		
AFP/AFA	**					

*: Fator significante ao 5%

** : Fator significante ao 1%

4. CÁLCULO DAS CORRELAÇÕES ENTRE AS MEDIDAS REALIZADAS PELOS DOIS MÉTODOS, PELOS DOIS OPERADORES E NOS DOIS MOMENTOS.

Na **tabela 5.4.1**, encontram-se as correlações calculadas para os três fatores em estudo.

Tabela 5.4.1: Coeficientes de correlação (r) entre as médias de métodos, operadores e momentos.

Medida	r Métodos	r Operador	r Momentos
FMIA	0.996	0.941	0.982
FMA	0.996	0.972	0.979
IMPA	0.996	0.968	0.986
SNA	0.997	0.992	0.995
SNB	0.998	0.992	0.994
ANB	0.990	0.990	0.983
AOBO	0.946	0.970	0.982
Pl.Ocl.HF	0.963	0.921	0.973
Z	0.995	0.974	0.993
LÁBIO	0.982	0.979	0.996
QUEIXO	0.987	0.968	0.981
AFP	0.995	0.925	0.983
AFA	0.997	0.994	0.997
AFP/AFA	0.994	0.949	0.987

Em geral as correlações observadas entre as médias dos métodos convencional e computadorizado foram maiores que as correlações entre os momentos e estas foram maiores que entre os operadores A e B (ver **gráfico 5.4.1**). As variáveis AO-BO e Pl.Ocl.HF apresentaram as mais baixas correlações entre os métodos. Note que quanto menores as correlações observadas, tanto maiores são os erros quadráticos médios das **tabelas 5.3.1 a 5.3.14**.

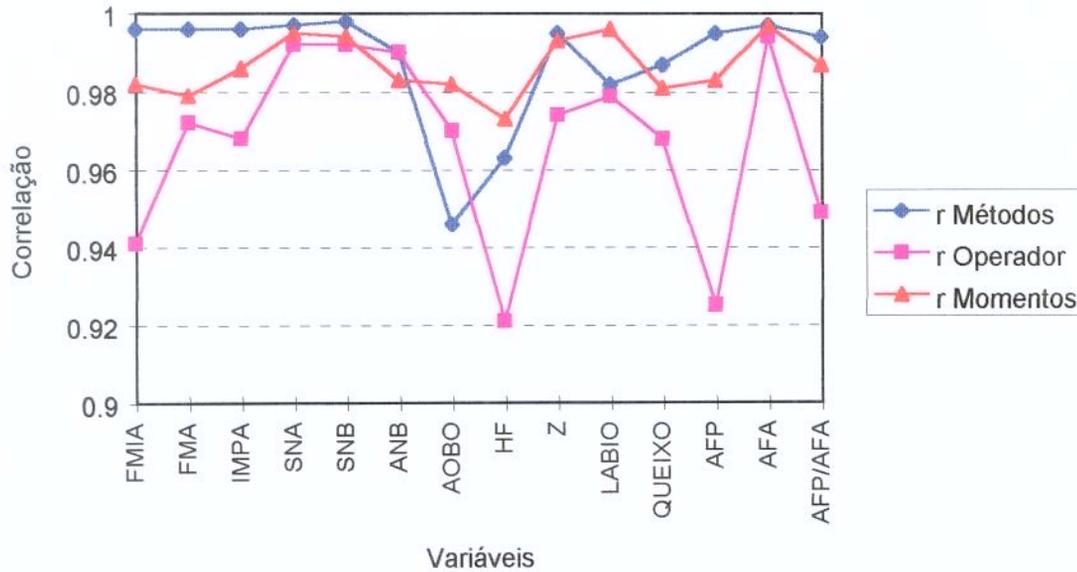


Gráfico 5.4.1: Correlações entre Métodos, Operadores e Momentos.

Nos **gráficos 5.4.2 a 5.4.15**, encontram-se os diagramas de dispersão entre métodos, operadores e momentos para todas as variáveis (ANEXOS 24 a 37).

5. QUANTIFICAÇÃO DOS ERROS ALEATÓRIOS

Nas **tabelas 5.5.1 a 5.5.4**, encontram-se a variância do erro em relação à variância total e os coeficientes de confiabilidade para cada método, operador e medida.

No **gráfico 5.5.1**, tem-se a porcentagem da variância do erro em relação à variância total. Em geral, o método computadorizado apresentou variâncias do erro menores que o método convencional. Não se observam diferenças apreciáveis entre os dois operadores. No **gráfico 5.5.2**, constam os coeficientes de confiabilidade por método e operador.

Tabela 5.5.1: Variância do erro em relação à variância total e coeficientes de confiabilidade para o método convencional, operador A.

Medida	Variância erro S_e^2	Variância total S_t^2	$(S_e^2 / S_t^2) \times 100$	$[1 - (S_e^2 / S_t^2)] \times 100$
FMIA	1.892	38.244	4.946	95.054
FMA	1.421	18.978	7.487	92.513
IMPA	1.446	48.194	3.000	97.000
SNA	0.263	17.833	1.472	98.528
SNB	0.138	17.110	0.804	99.196
ANB	0.117	3.549	3.288	96.712
AOBO	0.267	5.677	4.697	95.303
Pl.Ocl.HF	1.008	10.364	9.729	90.271
Z	1.217	42.810	2.842	97.158
LÁBIO	0.275	4.455	6.172	93.828
QUEIXO	0.279	4.844	5.763	94.237
AFP	0.692	13.897	4.977	95.023
AFA	0.125	23.871	0.524	99.476
AFP/AFA	0.00019	0.00343	5.388	94.612

Tabela 5.5.2: Variância do erro em relação à variância total e coeficientes de confiabilidade para o método convencional, operador B.

Medida	Variância erro S_e^2	Variância total S_t^2	$(S_e^2 / S_t^2) \times 100$	$[1 - (S_e^2 / S_t^2)] \times 100$
FMIA	2.188	39.447	5.545	94.455
FMA	0.775	28.190	2.749	97.251
IMPA	1.958	48.711	4.020	95.980
SNA	0.217	17.405	1.245	98.755
SNB	0.300	16.343	1.836	98.164
ANB	0.250	3.751	6.664	93.336
AOBO	0.346	5.592	6.185	93.815
Pl.Ocl.HF	0.958	11.710	8.184	91.816
Z	1.083	42.121	2.572	97.428
LÁBIO	0.196	4.035	4.854	95.146
QUEIXO	0.333	5.241	6.360	93.640
AFP	0.604	13.939	4.334	95.666
AFA	0.292	23.689	1.231	98.769
AFP/AFA	0.00018	0.00428	4.169	95.831

Tabela 5.5.3: Variância do erro em relação à variância total e coeficientes de confiabilidade para o método computadorizado, operador A.

Medida	Variância erro S_e^2	Variância total S_t^2	$(S_e^2 / S_t^2) \times 100$	$[1 - (S_e^2 / S_t^2)] \times 100$
FMIA	1.396	38.092	3.665	96.335
FMA	0.954	20.263	4.708	95.292
IMPA	1.393	50.776	2.744	97.256
SNA	0.197	17.998	1.095	98.905
SNB	0.183	16.949	1.082	98.918
ANB	0.100	3.630	2.746	97.254
AOBO	0.324	7.086	4.575	95.425
Pl.Ocl.HF	0.464	11.754	3.947	96.053
Z	0.618	40.232	1.535	98.465
LÁBIO	0.114	4.501	2.540	97.460
QUEIXO	0.113	5.186	2.185	97.815
AFP	0.685	14.065	4.871	95.129
AFA	0.083	23.315	0.355	99.645
AFP/AFA	0.00015	0.00353	4.150	95.850

Tabela 5.5.4: Variância do erro em relação à variância total e coeficientes de confiabilidade para o método computadorizado, operador B.

Medida	Variância erro S_e^2	Variância total S_t^2	$(S_e^2 / S_t^2) \times 100$	$[1 - (S_e^2 / S_t^2)] \times 100$
FMIA	1.673	39.469	4.240	95.760
FMA	0.599	29.523	2.029	97.971
IMPA	1.575	50.346	3.129	96.871
SNA	0.262	18.774	1.394	98.606
SNB	0.199	16.389	1.213	98.787
ANB	0.119	3.790	3.145	96.855
AOBO	0.413	7.507	5.495	94.505
Pl.Ocl.HF	0.520	14.376	3.616	96.384
Z	0.828	43.253	1.914	98.086
LÁBIO	0.196	4.525	4.324	95.676
QUEIXO	0.375	5.704	6.574	93.426
AFP	0.373	14.364	2.600	97.400
AFA	0.328	24.291	1.350	98.650
AFP/AFA	0.00010	0.00453	2.097	97.903

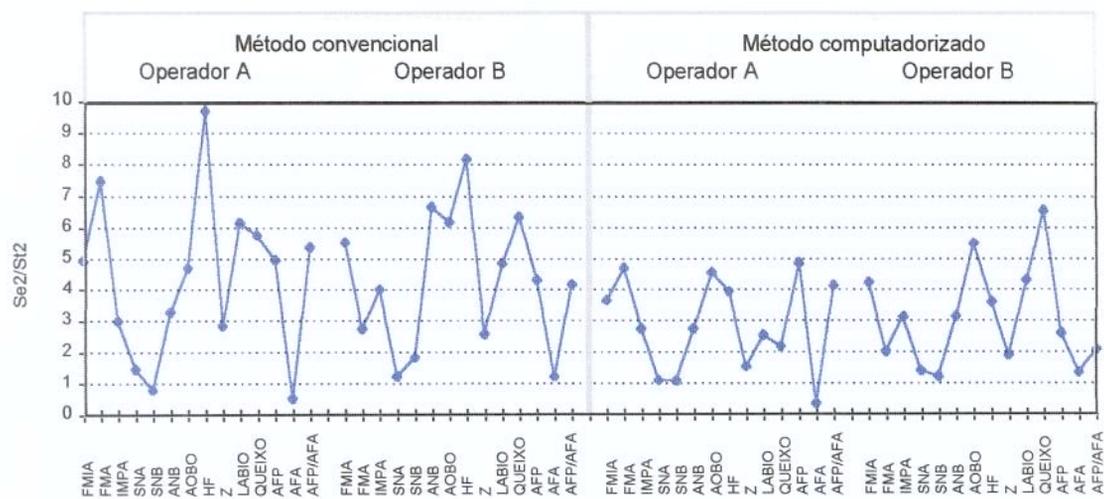


Gráfico 5.5.1: Porcentagens da variância do erro em relação à variância total por Método e Operador.

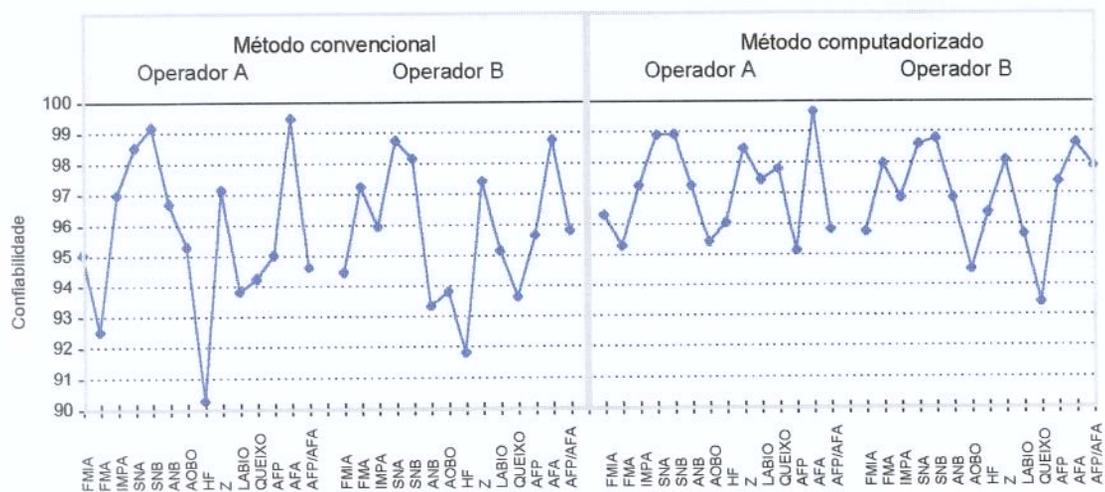
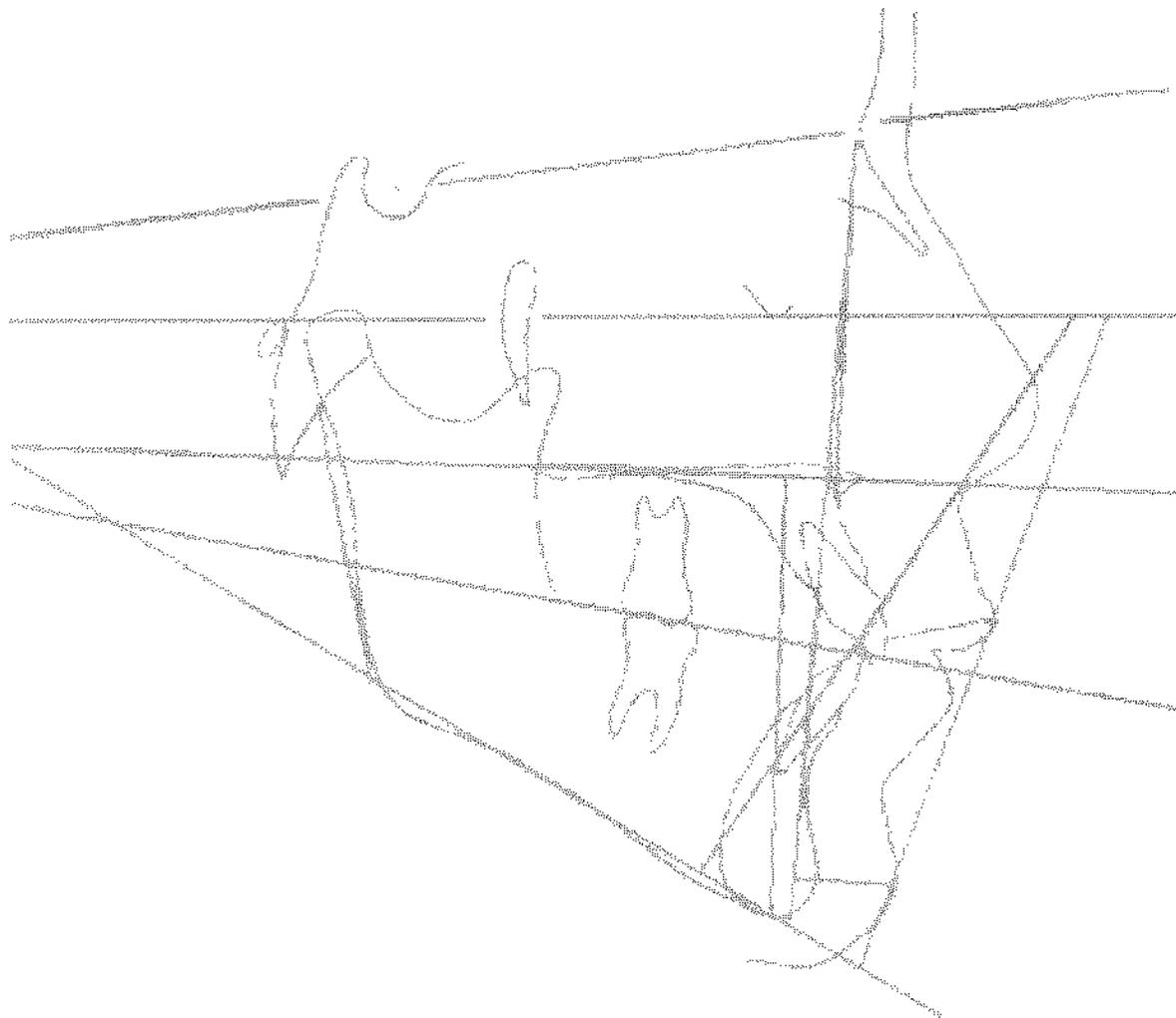


Gráfico 5.5.2: Coeficientes de confiabilidade por Método e Operador.



6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na análise dos resultados de qualquer estudo envolvendo erros em cefalometria radiográfica, faz-se necessário, primeiramente, conhecer e discutir os métodos de controle do erro implicados na investigação, pois, desta forma, a compreensão e o entendimento dos fatores e dos métodos de avaliação dos erros serão mais bem percebidos.

A precisão na obtenção dos valores cefalométricos é influenciada por diferentes fontes de erro. O erro total envolvido na medida é um efeito combinado de erros devido à projeção do objeto no filme radiográfico e de erros de estimativa de mensurações, que vêm a ser os erros na identificação e no registro dos pontos cefalométricos, na construção dos planos e linhas de orientação, assim como, na técnica requerida no processo de aferição das medidas^{3,5-7,11,15,23,30,56}.

Na presente pesquisa, os erros provenientes da tomada radiográfica não foram avaliados, pois podem ser controlados através da padronização e de cálculos compensatórios. Conforme os trabalhos de ADAMS¹, 1940; THUROW⁵⁶, 1951; FRANKLIN²¹, 1952; GRABER²², 1954; HIXON²⁸, 1956; BAUMRIND & FRANTZ⁵, 1971 e HILLESUND et al.²⁷, 1978, todas as telerradiografias da cabeça em norma lateral envolvidas nesta investigação foram tomadas em condições padronizadas, preocupando-se principalmente com o correto ajuste do aparelho de raios X, bem como do correto posicionamento do paciente no cefalostato. Houve uma preocupação quanto às imagens radiográficas da amostra em estudo, permitiu-se que os operadores

avaliassem a qualidade das radiografias. Idêntico procedimento foi realizado por RICHARDSON⁴⁴, 1981 e HAYNES & CHAU²⁶, 1995. Enquanto que para BURGER et al.¹⁵, 1994, a qualidade da imagem não aumenta, necessariamente, a precisão dos valores obtidos.

Para HOUSTON³⁰, 1983; SAVAGE et al.⁴⁹, 1987 e BATTAGEL⁴, 1993, a mais importante contribuição para o aperfeiçoamento na identificação do ponto cefalométrico, maior fonte de erro, é a experiência e a calibração do operador, principalmente se mais de um operador é envolvido no controle do erro. Neste experimento, de acordo com os trabalhos de BAUMRIND & FRANTZ^{5,6}, 1971 e KROGSTAD & KVAM³⁴, 1971, utilizaram-se operadores com o mesmo nível de experiência em traçados cefalométricos, sendo que não houve calibração direta dos operadores, somente uma uniformização dos conceitos dos pontos e das medidas.

Atualmente, há vários métodos para se fazerem traçados, registrar pontos e realizar mensurações lineares e angulares num cefalograma. Segundo LIU & GRAVELY³⁶, 1991 e MARTINS³⁷, 1993, o método ideal deve ser altamente reprodutível pelo ortodontista, requerendo um mínimo de tempo e esforço profissional.

O método convencional envolve desenhos das imagens das estruturas anatômicas presentes na radiografia, sobre um papel altamente transparente, para a determinação de pontos e construção de planos e linhas de orientação, a partir dos quais, com auxílio de réguas, transferidores e/ou *protractor*, se realizam as mensurações. Para BROCH et al.¹⁴, 1981; LIU & GRAVELY³⁶, 1991 e MARTINS³⁷, 1993, o método convencional possibilita ao operador

introduzir o erro em cada fase do método, isto é, desde o desenho das estruturas anatômicas até o processo de aferição. As investigações de BAUMRIND & FRANTZ^{5,6}, 1971; GRAVELY & BENZIES²³, 1974; HOUSTON³⁰, 1983; LIU & GRAVELY³⁶, 1991 e BATTAGEL⁴, 1993, recomendam uma boa qualidade do papel de acetato, um lápis de ponta fina e instrumentos de medidas calibrados, como pré-requisitos essenciais para um traçado satisfatório. Os registros devem ser feitos sempre num mesmo ambiente, escuro, para melhor destaque das imagens radiográficas evidenciadas no negatoscópio. Nesta pesquisa, o método convencional foi utilizado seguindo todas estas normas para a obtenção de traçados que possibilitassem uma satisfatória aferição das medidas. Houve uma casualização dos traçados, e o operador não teve contato com qualquer outro registro pertencente ao estudo, seguindo a orientação de HOUSTON³⁰, 1983.

Para GRAVELY & BENZIES²³, 1974; BERGIN et al.⁹, 1978; LIU & GRAVELY³⁶, 1991 e BATTAGEL⁴, 1993, o método convencional exige um grande consumo de tempo e apresenta uma alta possibilidade de erro.

O método computadorizado foi idealizado para a execução e realização das mensurações de modo muito mais rápido e, potencialmente, mais preciso, diminuindo a possibilidade de erros^{7,14,24}. Percebe-se, através da literatura consultada, que este método se tem tornado bastante útil nas pesquisas cefalométricas. Apesar da alta tecnologia do método computadorizado, RICHARDSON⁴⁴, 1981, observou apenas uma suave reprodutibilidade deste método quando comparado com o convencional, principalmente na localização

de pontos conceituais, como mais inferior ou mais profundo nos contornos ósseos, por exemplo: pontos A e B.

Para a obtenção de medidas através do método computadorizado, faz-se necessário, inicialmente, introduzir os pontos cefalométricos, exigidos pelo *software*, com auxílio de um cursor eletrônico e de uma mesa digitalizadora, *digitizer*, devidamente calibrados. Tal procedimento pode ser feito indiretamente, num desenho das estruturas anatômicas, realizado manualmente, a partir da radiografia; ou diretamente, através da digitação dos pontos na telerradiografia, sem que qualquer desenho tenha sido feito. Na digitação indireta, há duas possibilidades de introdução de erros, quando o operador faz o desenho das estruturas anatômicas e quando localiza e digita os pontos. Na digitação direta, há somente uma oportunidade de erro, quando localiza e digita o ponto de referência. Uma vez digitados os pontos, o computador automaticamente localiza as coordenadas de cada ponto e procede à medição com grande precisão e reprodutibilidade. De acordo com as pesquisas de COHEN¹⁸, 1984; SANDLER⁴⁸, 1988 e LIU & GRAVELY³⁶, 1991, a digitação direta da radiografia introduz menor número de variáveis, sendo, portanto, mais precisa. Entretanto, para RICHARDSON⁴⁴, 1981; HOUSTON³⁰, 1983 e OLIVER⁴², 1991, a digitação indireta é mais reprodutível que a digitação direta, principalmente, quando se utilizam pontos de grande variabilidade.

Neste estudo, utilizou-se o método computadorizado, introduzindo os pontos de referência através da digitação indireta. Para evitar que a mesa digitalizadora e o cursor eletrônico interferissem na imprecisão dos resultados, seguiram-se as orientações de HOUSTON³¹, 1979. Desta forma, foi

confeccionado um desenho das estruturas anatômicas presentes na radiografia para localizar e digitar os pontos de interesse para o programa computadorizado. Convém esclarecer que em cada momento do experimento, o desenho anatômico utilizado no método computadorizado era idêntico ao usado no método convencional, já que foi replicado com um auxílio de uma mesma máquina xerox. Conduta esta preconizada por HOUSTON³⁰, 1983 e realizada por MARTINS³⁷, 1993.

Segundo BAUMRIND & FRANTZ^{5,6}, 1971; GRAVELY & BENZIES²³, 1974; MIDTGARD et al.³⁹, 1974; BAUMRIND & MILLER⁷, 1980; HOUSTON³⁰, 1983; SANDLER⁴⁸, 1988 e LIU & GRAVELY³⁶, 1991, a replicação dos traçados é uma boa conduta para diminuir a possibilidade de erro do método. BERGIN et al.⁹, 1978 e BAUMRIND & MILLER⁷, 1980 indicam até quatro réplicas de traçados como procedimento para se obterem traçados seguros, os quais reduzem ao meio o erro casual. No presente estudo, a replicação de traçados, também, foi usada como método de controle do erro. Conforme as pesquisas de MIDTGARD et al.³⁹, 1974; BROCH et al.¹⁴, 1981; MARTINS³⁷, 1993 e HAYNES & CHAU²⁶, 1995, foi estabelecido um intervalo de tempo de trinta dias entre o momento 1 e o momento 2 do experimento, enquanto que GRAVELY & BENZIES²³, 1974 e SANDLER⁴⁸, 1988 defendem um tempo de quinze dias e RICHARDSON⁴⁵, 1966; KROGSTAD & KVAM³⁴, 1971; DAVIS & MACKAY²⁰, 1991; OLIVER⁴², 1991 e BURGER et al.¹⁵, 1994 preconizam um intervalo de sete dias. Observou-se que a divergência do intervalo de tempo entre a replicação dos traçados nas pesquisas citadas está relacionada com a quantidade de radiografias envolvidas. Como se utilizaram

dois métodos para avaliar o erro, foi determinado, em cada momento, um período de oito dias entre cada técnica, evitando-se a memorização dos pontos cefalométricos pelos operadores. Procedimento idêntico foi realizado por SANDLER⁴⁸, 1988 e LIU & GRAVELY³⁶, 1991. Entretanto, no trabalho de MARTINS³⁷, 1993, o intervalo entre cada método foi de quinze dias. As pesquisas de DAVIS & MACKAY²⁰, 1991 e OLIVER⁴², 1991, onde se utilizam diversos métodos, preconizam, para cada ocasião, um intervalo de horas entre os métodos de medidas.

Ainda, como medida de controle do erro durante o experimento, evitou-se que a fadiga do operador influenciasse os resultados. Os desenhos anatômicos e os procedimentos de obtenção das medidas foram realizados de dez em dez unidades diárias, independente do método de aferição. O mesmo foi realizado por SANDLER⁴⁸, 1988; LIU & GRAVELY³⁶, 1991 e MARTINS³⁷, 1993.

De acordo com HATTON & GRAINGER²⁵, 1958; BROADWAY et al.¹³, 1962; SAVARA et al.⁵², 1966; BAUMRIND & FRANTZ⁵, 1971; GRAVELY & BENZIES²³, 1974; BROCH et al.¹⁴, 1981; RICHARDSON⁴⁴, 1981; STABRUN & DANIELSEN⁵⁵, 1982; HOUSTON³⁰, 1983; COHEN¹⁸, 1984; SAVAGE et al.⁴⁹, 1987; SANDLER⁴⁸, 1988; MARTINS³⁷, 1993; BURGER et al.¹⁵, 1994 e HAYNES & CHAU²⁶, 1995, os fatores e os métodos de avaliação dos erros em cefalometria envolvem a replicação de medidas, o que nesta investigação foi realizada. MIDTGARD et al.³⁹, 1974 e HILLESUND et al.²⁷, 1978 preconizam o uso de radiografias duplicadas, porém, quase sempre, isto não é possível por causa de objeções éticas quanto à radiação desnecessária.

A variabilidade dos resultados de uma análise, obtidos sob condições de reprodutibilidade, está relacionada com alguns fatores, os quais produzem erros sistemáticos e aleatórios. Os erros sistemáticos são aqueles que aumentam ou diminuem consistentemente o valor médio de uma variável, isto ocorre quando uma medida é persistentemente aumentada ou diminuída do seu valor real. No estudo em tela, avaliaram-se os efeitos sistemáticos dos fatores método, operador e momento, assim como das interações método x operador, método x momento e operador x momento, para cada uma das variáveis cefalométricas. Levou-se em conta a influência destes fatores na realização das diversas medidas nas radiografias de cada indivíduo.

Na análise da variável FMIA (**tabela 5.3.1** e **gráfico 5.3.1**), observou-se um efeito sistemático significativo na interação do método x operador, sendo que para o operador A não existiram diferenças de FMIA entre os métodos e para o B houve diferenças. O comportamento da variável FMA foi idêntico ao FMIA (**tabela 5.3.2** e **gráfico 5.3.2**). A interação método x operador influenciou significativamente, ao nível de um por cento, a variável IMPA (**tabela 5.3.3**), e para o operador A não existiram diferenças de IMPA, o mesmo não ocorrendo para o B (**gráfico 5.3.3**). O fator operador foi altamente significativo na análise do SNA (**tabela 5.3.4**). Notou-se que o operador B apresentou médias globalmente superiores às do A e a interação método x operador influenciou sistematicamente o SNA, havendo diferenças significantes de SNA entre os métodos para ambos os operadores (**gráfico 5.3.4**). Apesar da influência da interação método x momento no SNA, não foram encontradas diferenças significativas entre os métodos nos momentos 1 e 2 (**gráfico 5.3.5**).

O fator operador, também, introduziu um efeito sistemático altamente significativo no ângulo SNB (**tabela 5.3.5**). Globalmente, o operador B apresentou média superior a do A. A interação método x operador influenciou os resultados da variável SNB (**gráfico 5.3.6**), assim como a interação método x momento (**gráfico 5.3.7**). Na análise do ANB (**tabela 5.3.6**), percebeu-se que somente o fator operador foi significativo, ao nível de um por cento, e a média de ANB do operador A foi menor que a do operador B. O comportamento do AO-BO foi semelhante ao ANB (**tabela 5.3.7**).

Analisando o ângulo do plano oclusal (**tabela 5.3.8**), verificou-se a influência do fator operador: a média do operador A foi maior que a do B. O mesmo ocorreu na avaliação do ângulo Z (**tabela 5.3.9**), com a média do operador A menor que a do B. Os fatores operador, momento e a interação do método x momento introduziram efeitos sistemáticos na espessura do lábio superior (**tabela 5.3.10**), não foram encontradas diferenças significativas entre os métodos em nenhum dos momentos (**gráfico 5.3.8**). A média da espessura do queixo total no momento 1 foi significativamente maior que no momento 2, havendo influência sistemática do fator momento, método, assim como a interação do método x operador (**tabela 5.3.11**). Para o operador A existem evidências de diferenças entre as médias feitas pelos dois métodos, o que não ocorre para o operador B (**gráfico 5.3.9**). O fator método influenciou significativamente a AFP: a média de mensurações pelo método computadorizado foi maior que a do convencional (**tabela 5.3.12**). Na análise da AFA (**tabela 5.3.13 e gráfico 5.3.10**), observou-se um efeito sistemático do fator operador: o operador B demonstrou médias globais menores que as do

operador A, bem como foi verificado um efeito sistemático na interação método x operador, havendo diferenças significantes entre as médias dos métodos para os dois operadores. Na avaliação do índice AFP/AFA (**tabela 5.3.14**), existem evidências de diferenças entre os métodos: o computadorizado apresentou média levemente superior a do convencional.

O que se pôde observar, em resumo, **tabela 5.3.15**, foi que, mesmo utilizando operadores com a mesma experiência em traçados cefalométricos, com uniformização conceitual dos pontos e medidas, houve um alto grau de interferência do operador na avaliação dos efeitos sistemáticos, pois, em oito das catorze grandezas, o fator operador esteve implicado, sendo altamente significante em seis delas. Observou-se a influência da interação método x operador em sete medidas, sendo significante, ao nível de um por cento, em três. Entretanto, quando se avaliou somente o fator método, notou-se efeito sistemático em apenas três medidas, ocorrendo o mesmo quando se avaliou o fator momento do experimento. Enfim, os resultados demonstraram que o fator operador interferiu diretamente nos efeitos sistemáticos, afetando a reprodutibilidade das medidas, coincidindo com as observações de MIDTGARD et al.³⁹, 1974; HOUSTON³⁰, 1983 e MARTINS³⁷, 1993. Enquanto que para o fator método, os resultados de SANDLER⁴⁸, 1988 e LIU & GRAVELY³⁶, 1991 foram semelhantes ao deste estudo. Entretanto MARTINS³⁷, 1993, verificou que tanto o método computadorizado quanto o convencional interferem sistematicamente nos resultados, apesar do método convencional haver influenciado em menor escala.

A componente aleatória da reprodutibilidade foi quantificada através do erro de DAHLBERG¹⁹. Segundo HATTON & GRAINGER²⁵, 1958; HOUSTON³⁰, 1983; COHEN¹⁸, 1984; SANDLER⁴⁸, 1988; LIU & GRAVELY³⁶, 1991 e MARTINS³⁷, 1993, tais tipos de erros reduzem a precisão, mas não influenciam a tendenciosidade das medidas.

Considerando os dados estatísticos das tabelas 5.5.1 a 5.5.4, observaram-se erros aleatórios altos e significantes, maiores do que os limites estabelecidos no capítulo de materiais e métodos, para as medidas FMIA e IMPA, tanto no método convencional quanto no computadorizado. O operador A cometeu erros aleatórios absolutos no método convencional e o operador B errou nos dois métodos. Desta forma, pode-se inferir que os erros aleatórios foram significantes em duas medidas entre as catorze envolvidas neste estudo. Os erros foram cometidos tanto pelo operador que não utilizava como rotina os valores cefalométricos em investigação, nas suas análises e re-análises de casos clínicos, quanto pelo operador que os utilizava como rotina clínica. Os erros aleatórios apresentados para as medidas SNA, SNB e ANB coincidiram com os achados de BROADWAY et al.¹³, 1962; SANDLER⁴⁸, 1988; MARTINS³⁷, 1993 e HAYNES & CHAU²⁶, 1995. Os erros da medida FMA foram coincidentes com os trabalhos de BROADWAY et al.¹³, 1962 e MARTINS³⁷, 1993.

Portanto, observaram-se erros nas mensurações das medidas em estudo, principalmente naquelas envolvendo os incisivos inferiores. Supõe-se que tal fato esteja ligado diretamente à dificuldade na localização e registro dos ápices destes dentes. Resultados semelhantes foram demonstrados nos estudos de

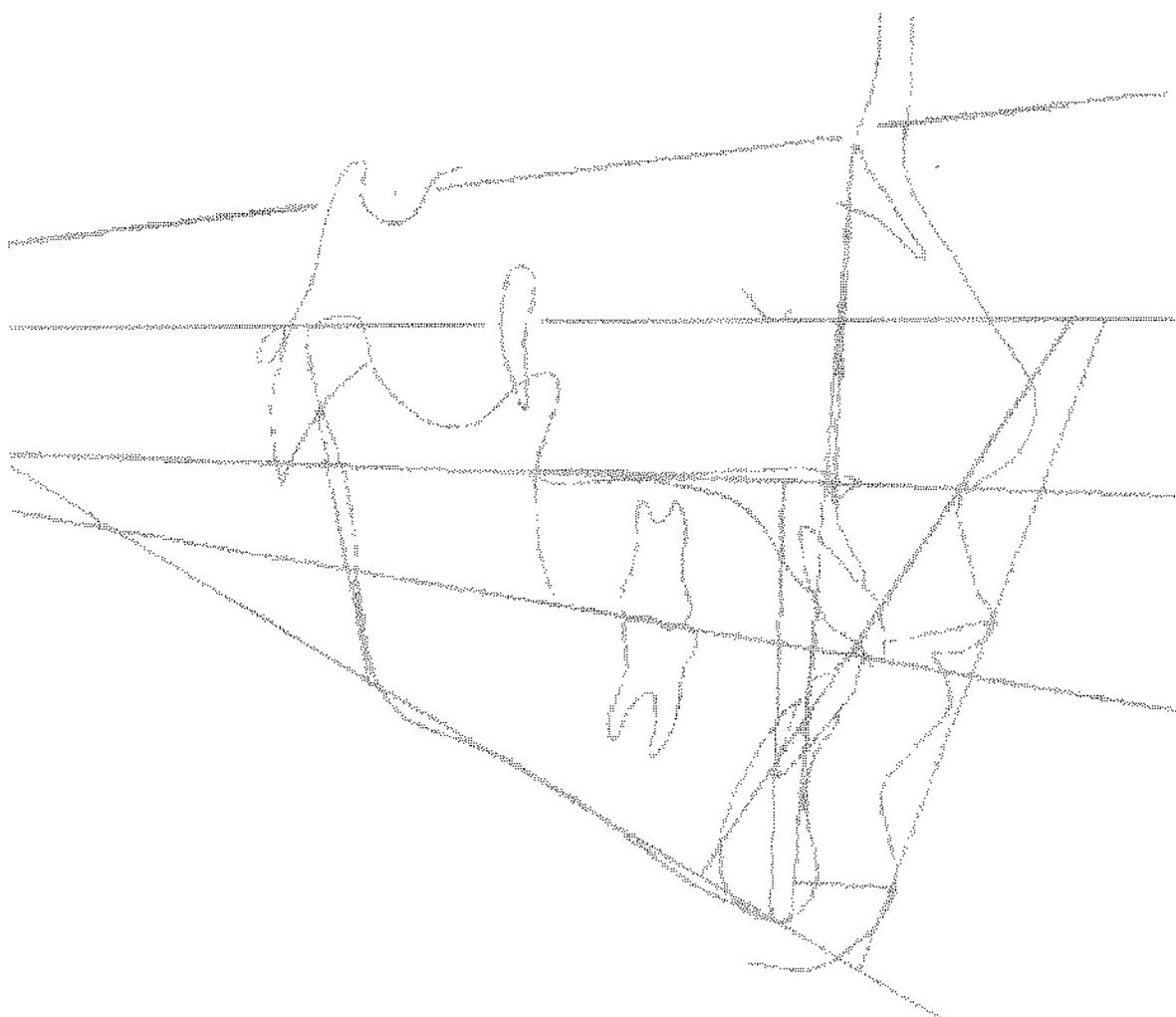
BROADWAY et al.¹³, 1962; BENNETT & SMALES⁸, 1969; KVAM & KROGSTAD³⁵, 1969; BAUMRIND & FRANTZ^{5,6}, 1971; GRAVELY & BENZIES²³, 1974; MIDTGARD et al.³⁹, 1974; SANDLER⁴⁸, 1988; LIU & GRAVELY³⁶, 1991; OLIVER⁴², 1991; MARTINS³⁷, 1993 e TNG et al.⁵⁷, 1994. Faz-se necessário destacar, especificamente, o trabalho de STABRUN & DANIELSEN⁵⁵, 1982, o qual evidenciou que o ápice do incisivo inferior não fora localizado com confiança pelos observadores em 75% dos casos. No que se refere diretamente a esta análise, isto desperta bastante atenção, pois no Diagnóstico Diferencial aplicado na filosofia TWEED-MERRIFIELD, a posição do incisivo inferior é fundamental para tomada de decisões cruciais, como exemplo, a extração de pré-molares. Pode-se dizer que a posição axial dos incisivos inferiores é um dos guias do diagnóstico na determinação do limite anterior da dentadura. Notou-se que os erros aleatórios foram maiores para os ângulos envolvendo quatro pontos de referência quando comparados com aqueles que envolvem três pontos. O mesmo demonstrou TNG et al.⁵⁷, 1994.

Dentre as medidas lineares, deve-se destacar os valores de AFP, pois, apesar de não apresentarem erros aleatórios significantes e absolutos, manifestaram as maiores variâncias de erro para os dois operadores nos dois métodos. Acredita-se que isto ocorreu devido à limitação na localização do ponto Ar, não obstante o trabalho de MIDTGARD et al.³⁹, 1974, haver indicado uma alta precisão na localização do referido ponto. Ressalte-se que os resultados observados para a medida AO-BO foram bem divergentes daqueles encontrados por HAYNES & CHAU²⁶, 1995, cuja variabilidade da medida ocorreu em 75% dos casos.

Analisando os dados das tabelas 5.5.1 a 5.5.4, verificou-se que o método computadorizado apresentou variâncias do erro menores que o método convencional, conforme já foi demonstrado nos estudos anteriores de RICHARDSON⁴⁴, 1981; BERGIN et al.⁹, 1978 e HOUSTON³⁰, 1983. As pesquisas de SANDLER⁴⁸, 1988; LIU & GRAVELY³⁶, 1991; OLIVER⁴², 1991; MARTINS³⁷, 1993 e NIMKARN & MILLES⁴¹, 1995 evidenciaram que o método convencional era tão reprodutível quanto o processo computadorizado de digitação indireta. Na avaliação da performance do operador nos erros aleatórios, não foram observadas diferenças apreciáveis entre os dois operadores, confirmando as pesquisas de GRAVELY & BENZIES²³, 1974; SAVAGE et al.⁴⁹, 1987; MARTINS³⁷, 1993 e HAYNES & CHAU²⁶, 1995.

Por fim, como alternativa de avaliar a contribuição dos erros aleatórios na reprodutibilidade das medidas, examinou-se o coeficiente de confiabilidade das mensurações duplicadas por método e operador. Na ausência do erro aleatório, o coeficiente de confiabilidade é igual a cem por cento. Observando as figuras 5.5.1 e 5.5.2, notou-se que nenhuma medida foi mensurada inapropriadamente, já que o erro aleatório não excedeu dez por cento da variância total da medida. Os valores de SNA, SNB, ângulo Z, AFA e AFP/AFA alcançaram os mais altos níveis de confiabilidade, pois os erros aleatórios envolvidos não ultrapassaram três por cento da variância total, conforme preconiza MIDTGARD et al.³⁹, 1974 e HOUSTON³⁰, 1983. O ângulo do plano oclusal apresentou os mais baixos coeficientes de confiabilidade, apesar de não apresentar erros aleatórios acima de 1,5°, quando se

correlacionou a variância do erro com a variância total, estes quase excederam a dez por cento.

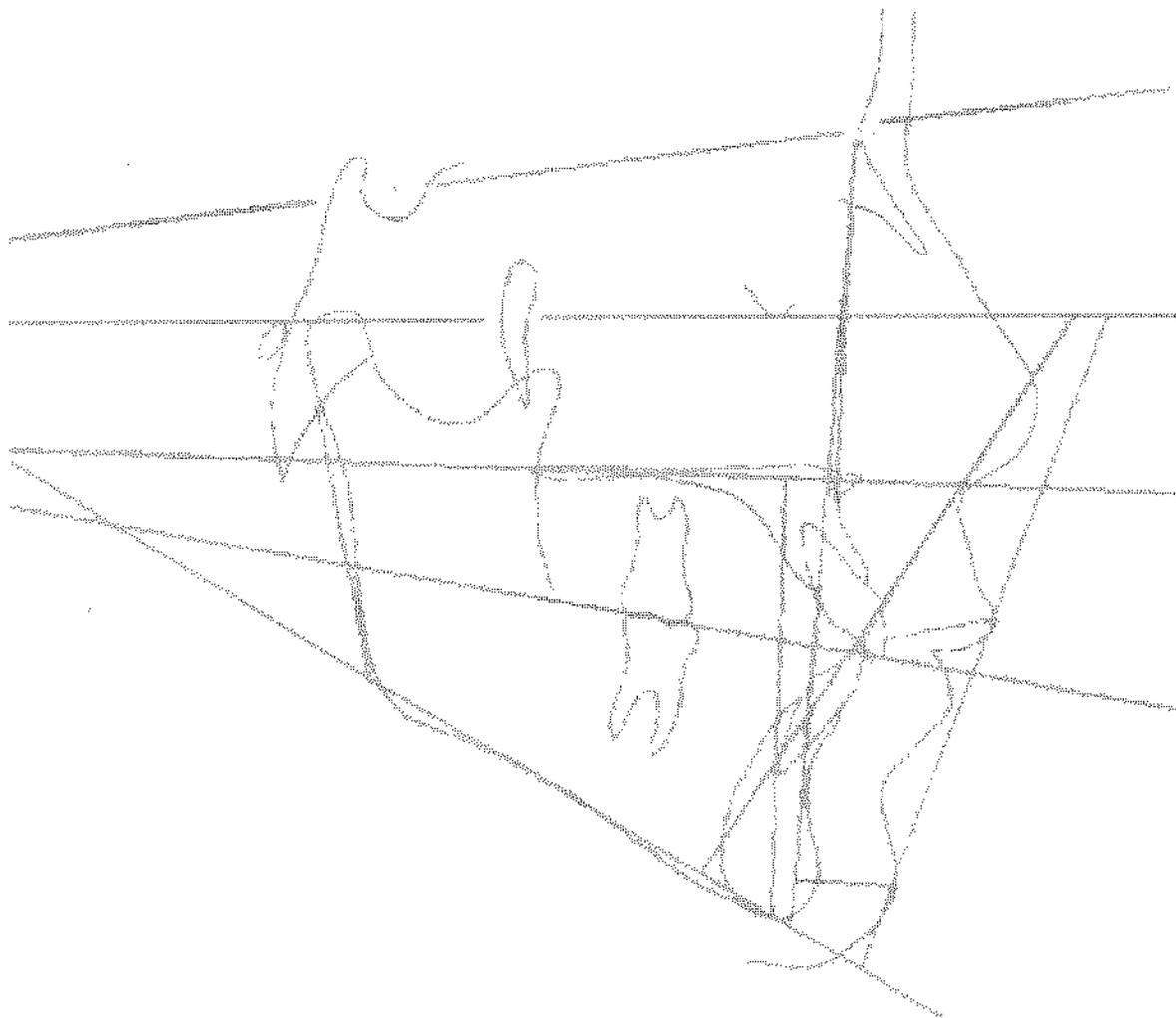


7. CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos e discutidos nesta investigação, parece lícito concluir:

1. O operador interfere significativamente nos efeitos sistemáticos, afetando a reprodutibilidade dos valores cefalométricos;
2. Como método de controle do erro na replicação de mensurações cefalométricas, todo experimento científico deve incluir uma calibração direta dos operadores;
3. O método computadorizado de digitação indireta é confiável, pois reduz a possibilidade dos erros de reprodutibilidade quando comparado com o método convencional;
4. Dentro dos valores do Diagnóstico Diferencial, as medidas FMIA e IMPA apresentaram as maiores possibilidades de erros. É essencial, portanto, a replicação de traçados para uma tomada de decisão segura;
5. A fim de fundamentar a validade de qualquer pesquisa científica que envolva o método cefalométrico, bem como a sua aplicação clínica é importante uma análise dos erros.



ANEXOS

ANEXO 1

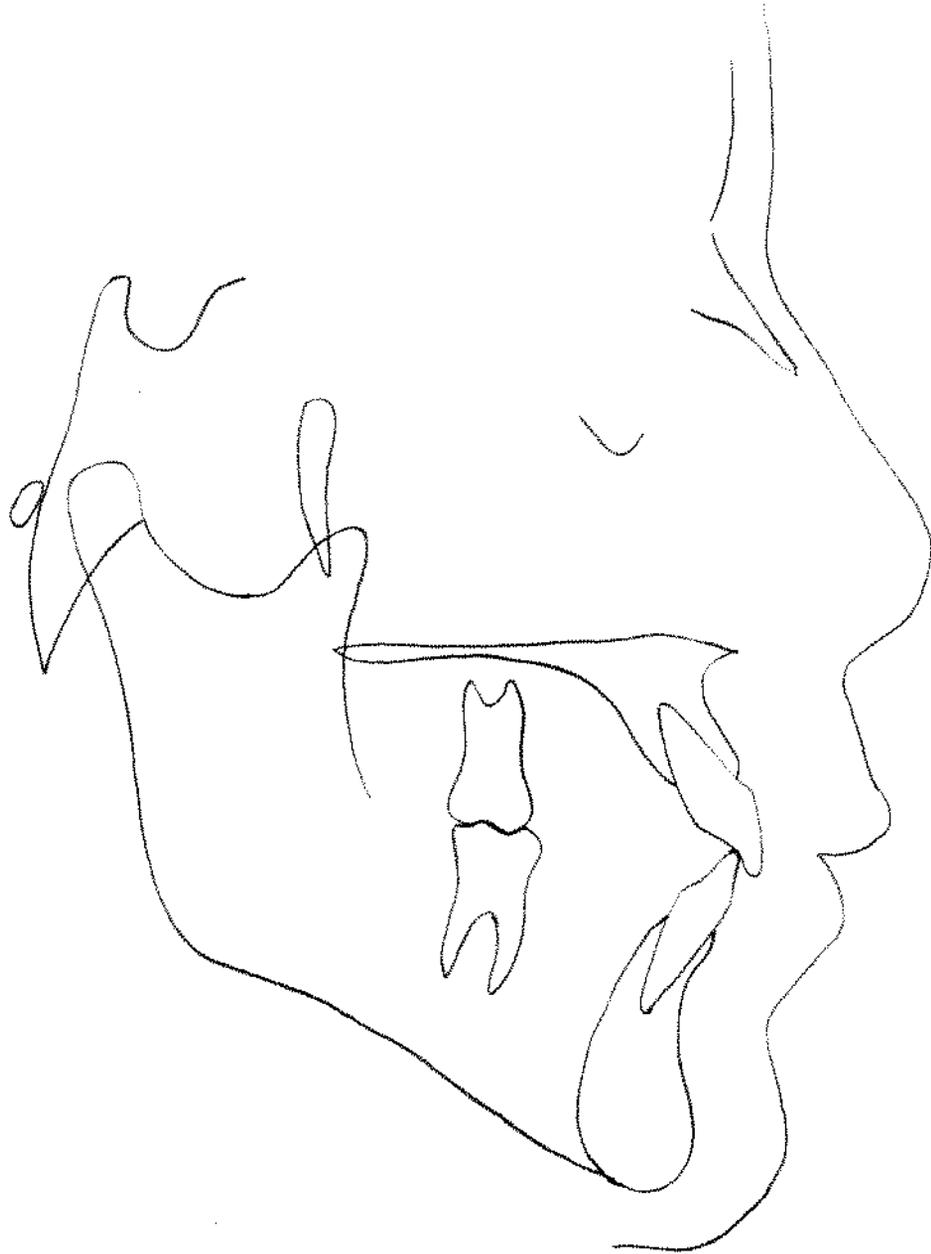


Figura 4.1 - Desenho anatômico - Método Convencional.

ANEXO 2

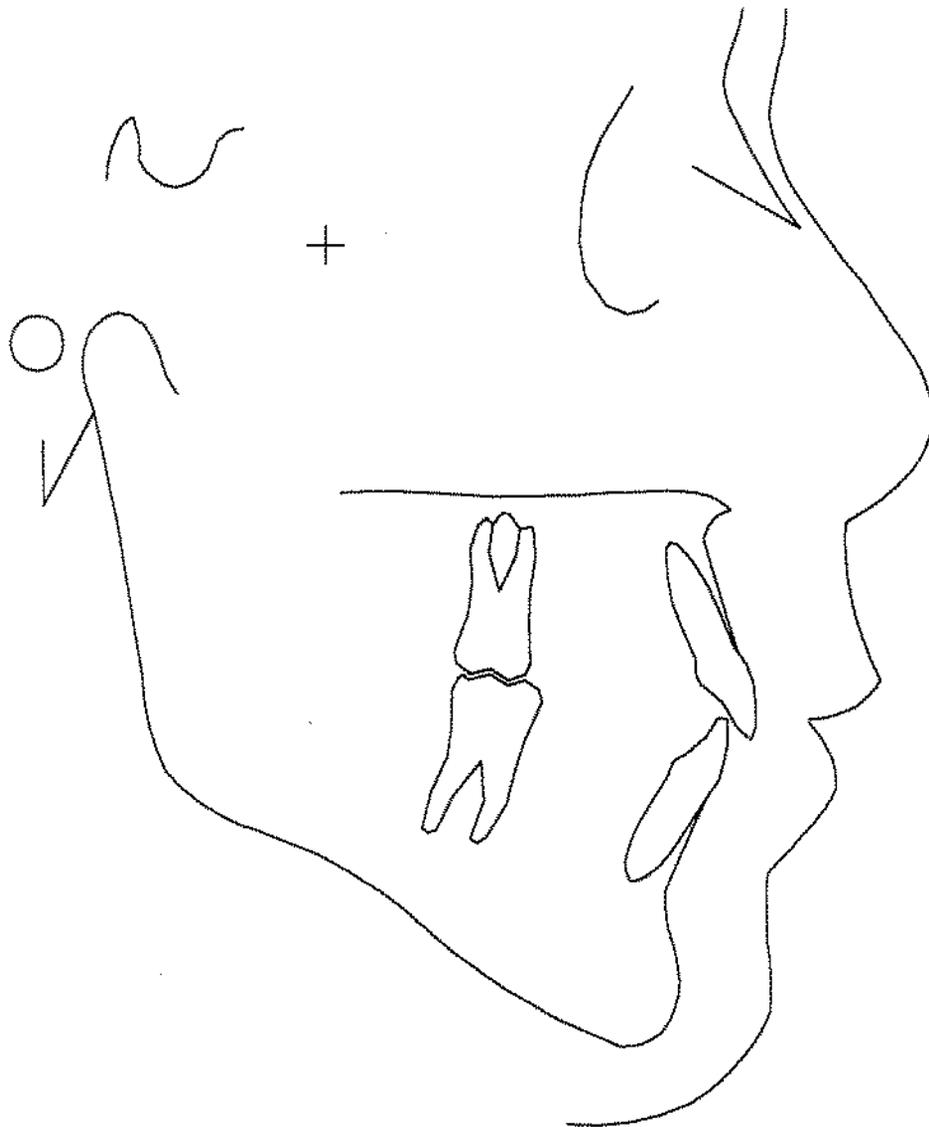


Figura 4.2 - Desenho anatômico - Método Computadorizado.

ANEXO 4

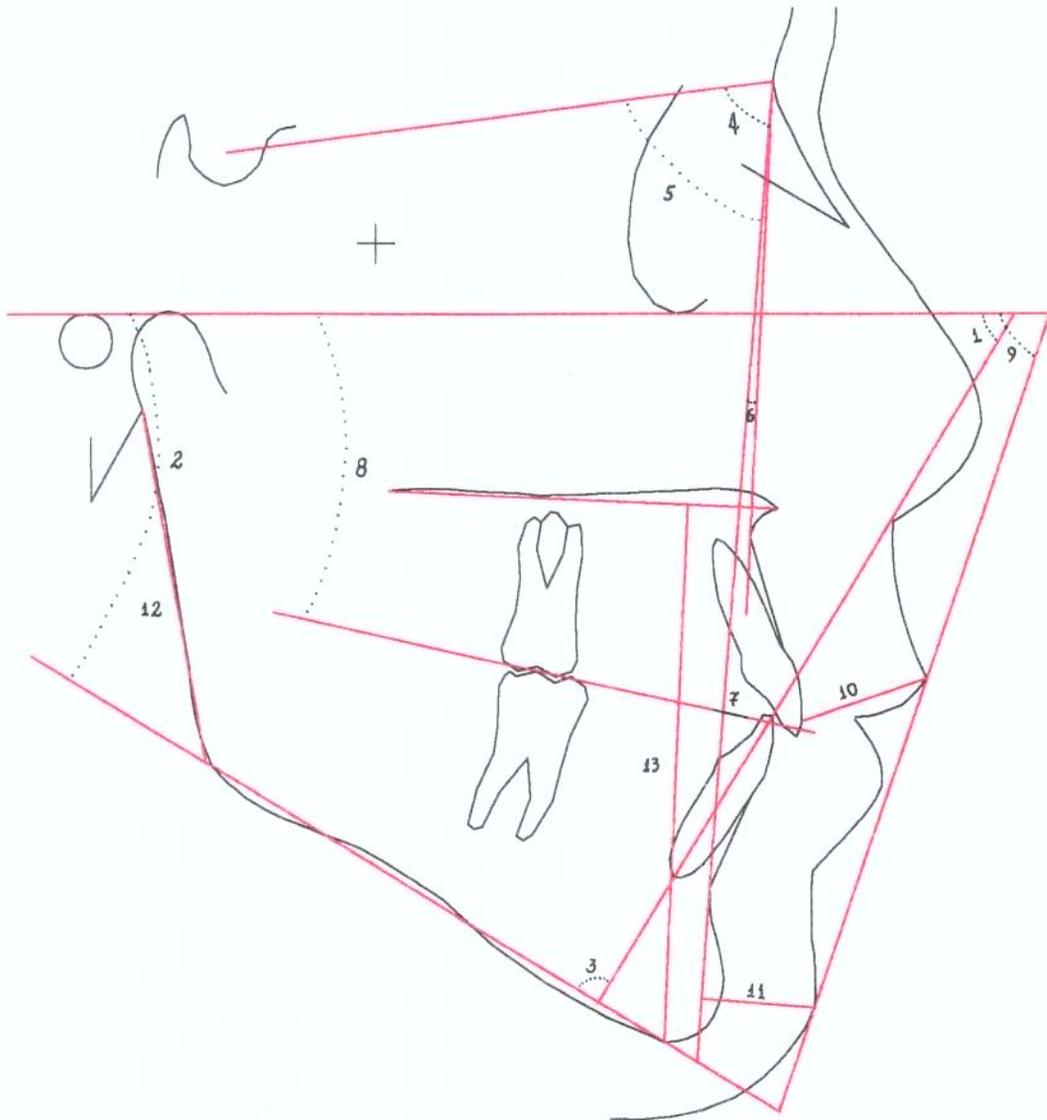


Figura 4.4 - Traçado cefalométrico - Método Computadorizado.

ANEXO 5

Tabela 5.1.1: Valores Cefalométricos da filosofia TWEED-MERRIFIELD. Método Convencional.

	FMIA				FMA				IMPA			
	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2
1	49,50	51,00	54,00	53,00	32,50	30,00	32,00	31,00	98,00	99,00	94,00	96,00
2	65,00	65,50	68,50	66,50	36,00	35,50	35,50	36,00	79,00	79,00	76,00	77,50
3	55,00	52,00	56,00	57,50	28,00	29,50	28,50	27,50	97,00	98,50	95,50	95,00
4	62,00	61,50	64,50	60,00	29,00	29,00	27,00	28,00	89,00	89,50	88,50	92,00
5	59,00	55,50	51,00	51,00	36,00	36,00	39,00	41,00	85,00	88,50	90,00	88,00
6	66,00	67,50	66,00	66,50	26,00	26,00	23,50	24,50	88,00	86,50	90,50	89,00
7	67,50	66,50	69,50	65,50	29,50	30,00	31,50	31,50	83,00	83,50	79,00	83,00
8	51,50	50,50	53,00	51,00	24,00	25,00	21,00	22,50	104,50	104,50	106,00	106,50
9	63,00	66,50	66,50	67,50	24,50	21,50	21,00	18,50	92,50	92,00	92,50	94,00
10	58,00	59,00	62,50	62,00	25,00	24,00	23,50	25,00	97,00	97,00	94,00	93,00
11	55,50	56,00	51,00	56,00	26,00	26,00	28,00	26,00	98,50	98,00	101,00	98,00
12	61,00	59,50	63,50	62,50	30,00	30,00	28,50	28,00	89,00	90,50	88,00	89,50
13	58,00	56,00	56,00	59,50	31,00	32,00	34,00	32,00	91,00	92,00	90,00	88,50
14	56,00	60,00	63,50	60,00	33,00	33,50	32,00	32,00	91,00	86,50	84,50	88,00
15	62,00	60,00	61,00	62,00	31,00	33,00	33,00	35,00	87,00	87,00	86,00	83,00
16	53,00	56,50	52,50	53,50	37,50	33,00	38,00	36,50	89,50	90,50	89,50	90,00
17	65,00	65,00	66,50	67,00	21,00	23,00	20,00	20,50	94,00	92,00	93,50	92,50
18	60,00	60,00	59,50	60,00	24,00	22,00	21,50	22,00	96,00	98,00	99,00	98,00
19	52,50	55,00	54,50	52,00	29,00	27,50	27,00	28,00	98,50	97,50	98,50	100,00
20	64,50	63,50	61,00	61,00	24,00	28,50	28,50	28,00	91,50	88,00	90,50	91,00
21	62,50	65,00	61,50	62,50	26,00	25,00	26,00	26,00	91,50	90,00	92,50	91,50
22	54,00	57,00	54,50	55,00	31,00	30,00	30,00	30,00	95,00	93,00	95,50	95,00
23	60,00	60,00	61,00	62,00	27,00	26,00	24,50	26,00	93,00	94,00	94,50	92,00
24	72,00	73,00	71,50	73,00	33,00	32,50	32,00	33,00	75,00	74,50	76,50	74,00
25	74,50	75,50	70,50	73,00	31,50	31,50	31,00	31,00	74,00	73,00	78,50	76,00
26	52,50	53,00	51,50	50,50	32,00	33,00	34,00	33,50	95,50	94,00	94,50	96,00
27	66,50	65,50	66,00	69,00	20,50	21,00	20,50	20,00	93,00	93,50	93,50	91,00
28	67,00	67,50	67,50	66,50	26,50	25,00	26,00	27,00	86,50	87,50	86,50	86,50
29	64,50	65,50	64,00	63,50	27,00	28,50	27,50	30,00	88,50	86,00	88,50	86,50
30	61,50	64,00	64,00	63,00	22,50	22,00	21,50	22,00	96,00	94,00	94,00	95,00

A1- Operador A / momento 1

A2- Operador A / momento 2

B1- Operador B / momento 1

B2- Operador B / momento 2

ANEXO 6

Tabela 5.1.2: Valores Cefalométricos da filosofia TWEED-MERRIFIELD. Método Convencional.

	SNA				SNB				ANB			
	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2
1	79,50	79,00	80,00	80,00	75,00	75,00	76,00	76,00	4,50	4,00	4,00	4,00
2	87,50	87,50	87,50	87,50	85,00	85,00	85,00	85,00	2,50	2,50	2,50	2,50
3	78,00	79,00	79,50	80,00	77,50	77,50	78,50	78,00	0,50	1,50	1,00	2,00
4	83,00	82,50	83,00	83,00	80,50	80,00	81,00	80,00	2,50	2,50	2,00	3,00
5	78,50	78,00	79,00	77,50	77,50	77,50	78,00	76,00	1,00	0,50	1,00	1,50
6	82,00	82,00	82,00	82,00	83,50	83,50	84,00	83,00	-1,50	-1,50	-2,00	-1,00
7	79,00	78,00	79,50	79,50	78,00	77,00	78,00	78,00	1,00	1,00	1,50	1,50
8	84,00	83,50	84,50	84,00	79,50	79,50	79,50	79,50	4,50	4,00	5,00	4,50
9	77,50	77,50	79,50	79,00	77,00	77,00	78,00	77,50	0,50	0,50	1,50	1,50
10	81,00	82,00	82,50	82,00	80,00	80,50	80,50	80,50	1,00	1,50	2,00	1,50
11	82,50	84,50	85,00	85,00	81,00	82,50	82,00	83,00	1,50	2,00	3,00	2,00
12	75,50	75,50	76,50	77,00	72,00	72,00	72,00	73,00	3,50	3,50	4,50	4,00
13	80,00	79,50	81,00	80,50	78,00	78,00	79,50	79,00	2,00	1,50	1,50	1,50
14	73,50	73,00	74,00	74,00	74,50	74,00	75,00	74,50	-1,00	-1,00	-1,00	-0,50
15	73,00	73,50	73,50	73,00	74,00	74,50	74,00	74,00	-1,00	-1,00	-0,50	-1,00
16	83,00	82,50	83,00	82,00	85,00	85,00	84,00	84,00	-2,00	-2,50	-1,00	-2,00
17	88,00	89,00	89,00	89,00	85,50	86,50	86,50	86,50	2,50	2,50	2,50	2,50
18	84,00	85,50	84,00	85,00	82,00	83,00	82,00	83,00	2,00	2,50	2,00	2,00
19	84,00	83,50	84,50	85,00	80,00	80,00	80,00	81,00	4,00	3,50	4,50	4,00
20	75,50	75,50	75,50	76,00	74,00	74,50	74,00	74,00	1,50	1,00	1,50	2,00
21	87,50	88,00	89,50	89,00	85,00	85,00	85,00	86,00	2,50	3,00	4,50	3,00
22	73,00	73,00	73,50	73,50	71,50	71,00	71,50	71,00	1,50	2,00	2,00	2,50
23	79,00	79,00	79,00	79,00	76,50	77,00	77,00	77,00	2,50	2,00	2,00	2,00
24	79,00	78,50	80,00	79,00	77,50	78,00	78,50	77,50	1,50	0,50	1,50	1,50
25	78,50	78,50	80,00	79,00	78,00	77,50	79,50	78,00	0,50	1,00	0,50	1,00
26	78,00	78,00	80,00	79,00	72,00	72,00	73,50	73,00	6,00	6,00	6,50	6,00
27	85,00	84,50	84,50	85,00	82,00	82,00	81,50	82,00	3,00	2,50	3,00	3,00
28	80,50	80,50	82,00	81,00	76,50	77,00	77,00	78,00	4,00	3,50	5,00	3,00
29	84,00	84,50	84,00	85,00	83,00	83,50	83,00	84,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30	78,00	79,50	80,00	79,00	79,50	80,00	81,00	81,00	-1,50	-0,50	-1,00	-2,00

A1- Operador A / momento 1

A2- Operador A / momento 2

B1- Operador B / momento 1

B2- Operador B / momento 2

ANEXO 7

Tabela 5.1.3: Valores Cefalométricos da filosofia TWEED-MERRIFIELD. Método Convencional.

	AO-BO				Plano Oclusal HF				Ângulo Z			
	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2
1	0,00	-0,50	-1,00	0,50	12,00	10,00	11,00	10,00	56,50	57,00	58,00	58,00
2	-3,00	-3,00	-3,50	-2,50	9,50	9,00	7,50	9,00	75,00	75,00	75,00	76,00
3	-1,00	-1,00	1,50	1,00	12,00	12,00	8,00	9,50	66,50	67,00	67,00	69,00
4	-2,00	-1,50	0,00	-1,00	9,00	11,00	7,50	7,50	75,50	73,50	77,50	75,50
5	-6,00	-4,50	-2,50	-4,50	12,00	9,50	13,00	15,50	64,00	65,00	65,00	65,00
6	-6,50	-7,00	-6,00	-6,00	12,00	12,00	9,00	8,50	77,50	77,50	81,00	80,50
7	-3,50	-4,00	-4,00	-4,00	11,00	9,00	11,00	9,50	74,00	73,50	75,00	74,00
8	-0,50	-0,50	1,00	0,50	12,00	11,50	8,00	9,50	72,00	72,50	77,50	74,00
9	0,50	0,00	0,00	0,50	5,00	4,50	4,50	4,00	72,50	75,00	78,50	76,50
10	-3,50	-3,50	-2,50	-3,00	11,00	11,00	10,00	10,00	77,00	77,00	80,00	77,00
11	-3,50	-2,50	-2,50	-2,50	11,50	10,50	10,00	8,00	70,50	70,50	69,50	71,50
12	4,00	5,50	4,00	4,00	8,50	8,50	9,00	6,50	68,50	68,50	69,50	70,00
13	-4,00	-3,00	-3,00	-3,50	12,50	11,00	11,00	11,50	70,00	69,00	70,00	70,50
14	-2,00	-1,50	-2,50	-1,50	6,00	6,50	5,50	5,50	78,00	77,00	78,50	78,50
15	-2,00	-1,50	-1,00	-1,00	5,00	5,50	6,00	8,50	80,00	79,00	77,50	76,50
16	-4,50	-5,50	-4,50	-5,50	14,00	12,00	15,50	16,00	58,00	63,50	56,00	58,50
17	-0,50	-0,50	1,00	1,00	4,00	4,00	2,50	2,50	82,00	81,00	82,00	83,00
18	-1,00	-1,00	-2,00	-2,50	6,00	6,50	6,00	6,50	73,00	74,00	72,50	73,50
19	0,50	1,50	2,50	2,00	9,00	8,00	5,50	8,00	70,00	71,50	72,00	71,00
20	-1,00	-1,00	0,00	0,00	9,00	11,00	10,50	11,00	79,00	75,50	75,00	76,00
21	0,00	1,00	1,00	1,50	5,00	2,00	3,50	2,50	76,00	77,00	77,00	76,50
22	1,50	3,00	3,00	1,50	8,00	6,00	7,00	6,50	80,00	79,00	79,50	80,50
23	1,00	1,00	2,00	1,50	7,00	6,00	5,00	6,00	63,50	63,50	68,00	66,00
24	-2,00	-2,50	-0,50	-2,00	11,00	11,00	11,00	8,50	79,50	80,50	78,00	79,50
25	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	9,50	9,50	10,50	9,50	80,00	79,50	81,00	80,50
26	1,00	2,00	1,50	2,00	13,50	13,50	12,50	12,50	62,50	62,00	65,00	64,00
27	-1,50	-1,50	-1,00	-1,00	5,50	4,50	4,50	3,50	75,00	75,00	73,00	71,50
28	0,00	-0,50	0,50	-0,50	15,50	13,00	14,50	15,00	67,00	69,50	68,50	68,00
29	-0,50	-0,50	0,50	-1,00	2,00	4,50	3,00	5,50	82,00	81,00	80,50	79,00
30	-3,00	-2,00	-2,50	-2,00	7,00	6,00	6,50	6,50	75,50	75,00	75,50	75,00

A1- Operador A / momento 1

A2- Operador A / momento 2

B1- Operador B / momento 1

B2- Operador B / momento 2

ANEXO 8

Tabela 5.1.4: Valores Cefalométricos da filosofia TWEED-MERRIFIELD. Método Convencional.

	Lábio Superior				Queixo Total				AFP			
	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2
1	16,00	15,50	15,00	15,00	13,00	12,50	12,00	12,00	43,00	42,50	41,50	41,50
2	13,50	14,00	12,50	13,00	11,50	12,00	12,50	12,00	42,00	41,50	43,00	43,00
3	12,00	13,00	12,50	12,00	11,00	12,00	10,00	12,00	44,00	44,00	43,50	43,00
4	13,00	13,50	12,50	13,00	14,50	13,50	15,00	14,00	45,50	45,50	48,00	46,00
5	16,00	17,00	16,00	16,00	12,50	14,50	15,50	14,50	38,00	38,50	40,00	39,50
6	17,50	18,50	17,00	17,50	19,00	17,50	17,50	16,00	48,50	49,50	47,00	49,00
7	16,50	18,50	17,50	17,50	16,50	16,50	15,00	15,00	44,50	44,50	40,50	40,50
8	15,50	16,00	15,00	15,00	17,50	17,00	19,00	17,50	54,00	51,00	52,50	54,00
9	15,00	15,50	15,50	16,50	14,00	14,00	14,50	14,50	44,50	45,00	47,50	47,50
10	15,00	15,00	14,50	15,00	15,00	14,50	16,00	16,00	46,00	45,50	45,50	44,00
11	13,00	14,00	14,00	14,50	12,50	12,50	12,00	11,50	50,00	48,00	49,00	50,00
12	15,00	14,50	14,00	14,50	15,50	16,50	15,50	15,50	40,50	40,00	40,00	40,00
13	17,00	17,50	17,50	17,50	16,00	15,50	15,50	15,50	46,00	44,50	43,50	45,50
14	12,50	13,00	13,50	13,50	16,00	15,50	14,50	15,50	44,00	42,00	43,00	43,50
15	13,00	13,50	12,50	13,00	17,00	16,50	16,00	16,50	49,00	48,00	43,50	42,50
16	13,50	14,50	13,00	13,00	12,00	11,50	12,00	11,00	49,00	49,00	49,00	50,00
17	15,50	15,50	15,50	15,50	18,00	17,50	17,50	18,00	48,00	50,00	48,00	49,50
18	12,00	12,00	12,00	12,50	12,50	11,50	9,50	11,00	38,50	38,50	39,00	38,50
19	17,50	17,50	16,50	17,00	16,50	16,50	17,00	17,00	45,50	44,00	44,50	43,50
20	16,00	16,50	16,00	16,50	17,50	17,50	17,00	17,00	46,00	43,50	44,00	45,00
21	12,50	12,00	11,50	13,00	14,50	14,00	14,00	13,00	44,00	44,00	43,50	44,50
22	13,00	14,50	13,00	14,00	17,50	18,00	18,00	17,50	41,50	42,00	42,50	41,50
23	11,00	12,00	11,00	11,50	12,50	11,00	11,50	11,00	42,00	43,50	42,00	43,50
24	10,00	11,00	10,00	11,00	13,50	13,50	13,50	13,50	39,50	39,50	41,00	40,50
25	12,00	12,00	11,00	12,00	14,00	14,00	14,50	14,50	45,50	44,00	44,50	43,50
26	13,00	13,00	13,00	14,00	13,00	13,00	14,50	13,00	37,50	37,50	35,50	37,00
27	15,00	15,50	13,50	14,00	12,50	11,50	12,00	11,50	42,00	42,00	41,00	40,50
28	16,00	16,00	15,50	15,50	13,50	13,50	13,50	13,50	39,50	38,50	40,50	39,50
29	11,50	11,50	11,00	11,50	12,00	11,50	12,00	11,50	41,50	41,00	42,50	41,00
30	17,50	17,00	15,50	16,50	16,00	15,50	15,00	15,00	45,50	45,00	44,00	44,50

A1- Operador A / momento 1

A2- Operador A / momento 2

B1- Operador B / momento 1

B2- Operador B / momento 2

ANEXO 9

Tabela 5.1.5: Valores Cefalométricos da filosofia TWEED-MERRIFIELD. Método Convencional.

	AFA				AFP/AFA			
	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2
1	71,00	71,00	69,00	71,00	0.60	0.59	0.60	0.58
2	75,50	76,00	74,50	74,50	0.55	0.54	0.57	0.57
3	62,00	63,00	61,00	61,50	0.70	0.69	0.71	0.69
4	70,50	71,00	69,50	70,00	0.64	0.64	0.69	0.65
5	72,00	71,50	71,50	71,00	0.52	0.53	0.55	0.55
6	69,50	69,50	68,00	68,50	0.69	0.71	0.69	0.71
7	71,00	71,50	71,00	70,50	0.62	0.62	0.58	0.57
8	68,50	69,50	68,50	68,00	0.78	0.73	0.76	0.79
9	59,00	59,00	58,50	57,50	0.75	0.76	0.81	0.82
10	67,00	67,50	68,50	67,50	0.68	0.67	0.66	0.65
11	69,00	68,00	68,00	67,00	0.72	0.70	0.72	0.74
12	68,50	68,50	68,50	68,50	0.59	0.58	0.58	0.58
13	70,50	70,00	70,00	69,50	0.65	0.63	0.62	0.65
14	73,00	74,00	73,00	73,00	0.60	0.56	0.58	0.59
15	75,50	76,00	74,50	75,00	0.64	0.63	0.58	0.56
16	73,50	73,00	72,50	72,50	0.66	0.67	0.67	0.68
17	68,00	68,00	67,50	67,50	0.70	0.73	0.71	0.73
18	58,50	59,00	57,00	58,50	0.65	0.65	0.68	0.65
19	63,00	63,50	62,50	62,50	0.72	0.69	0.71	0.69
20	68,00	68,00	67,00	67,00	0.67	0.63	0.65	0.67
21	71,00	71,00	72,00	71,00	0.61	0.61	0.60	0.62
22	71,00	71,00	69,50	69,00	0.58	0.59	0.61	0.61
23	60,00	61,00	60,00	60,00	0.70	0.71	0.70	0.72
24	64,00	64,00	63,00	64,00	0.61	0.61	0.65	0.63
25	68,00	68,00	66,50	66,50	0.66	0.64	0.66	0.65
26	63,50	63,50	62,50	63,50	0.59	0.59	0.56	0.58
27	62,00	62,00	61,50	62,00	0.67	0.67	0.66	0.65
28	58,50	58,50	58,00	58,50	0.67	0.65	0.69	0.67
29	67,50	67,50	66,50	66,00	0.61	0.59	0.61	0.62
30	64,50	64,50	64,50	63,00	0.70	0.69	0.68	0.70

A1- Operador A / momento 1

A2- Operador A / momento 2

B1- Operador B / momento 1

B2- Operador B / momento 2

ANEXO 10

Tabela 5.1.6: Valores Cefalométricos da filosofia TWEED-MERRIFIELD. Método Computadorizado.

	FMIA				FMA				IMPA			
	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2
1	48,80	49,90	51,40	50,50	32,30	30,30	31,80	31,00	99,00	99,70	96,80	98,50
2	65,70	65,70	67,60	65,90	34,80	35,30	36,10	36,00	79,50	79,00	76,30	78,10
3	55,10	54,30	55,10	56,30	28,30	28,80	27,80	27,30	96,60	96,90	97,10	96,40
4	61,80	60,90	62,90	60,60	29,30	32,00	27,50	27,50	88,90	87,10	89,60	91,90
5	58,90	56,00	50,60	51,00	36,70	35,40	39,70	40,20	84,40	88,60	89,70	88,80
6	66,60	68,00	65,20	66,80	26,70	25,20	23,90	23,70	86,70	86,80	90,90	89,50
7	68,20	66,70	67,30	64,10	29,50	29,40	31,10	31,90	82,20	83,80	81,60	84,00
8	50,70	52,70	52,90	51,00	23,50	22,40	20,10	22,50	105,70	104,80	107,00	106,40
9	62,90	66,30	66,30	66,50	23,60	21,00	20,50	18,80	93,50	92,70	93,20	94,70
10	59,70	60,40	62,10	63,70	24,40	23,90	22,80	24,70	95,90	95,70	95,10	91,60
11	55,90	56,40	52,00	54,50	26,20	25,90	26,10	25,20	97,90	97,70	101,90	100,30
12	62,40	60,00	62,30	61,80	30,90	29,90	29,00	28,10	86,70	90,10	88,70	90,00
13	58,30	56,80	56,20	59,00	31,00	31,50	32,70	31,80	90,70	91,70	91,10	89,30
14	56,80	60,10	63,40	60,20	33,10	33,50	32,00	32,80	90,10	86,40	84,60	87,00
15	62,50	61,60	61,30	61,30	32,70	32,60	33,80	34,80	84,80	85,70	84,90	83,90
16	52,90	53,30	53,00	53,80	37,20	35,90	38,30	37,20	89,90	90,80	88,70	89,00
17	63,40	65,90	66,20	66,00	21,50	21,60	18,70	20,80	95,10	92,50	95,10	93,10
18	59,00	61,30	60,20	57,50	23,80	21,90	20,90	21,30	97,20	96,80	98,90	101,20
19	53,50	55,30	55,40	52,00	27,20	26,90	26,10	28,00	99,30	97,80	98,50	100,00
20	63,80	62,50	60,90	61,10	24,70	28,20	27,70	27,20	91,50	89,20	91,40	91,70
21	62,30	62,60	63,00	62,10	26,40	25,90	25,50	25,60	91,30	91,50	91,50	92,40
22	54,40	56,30	53,80	56,00	30,50	29,60	30,30	29,60	95,10	94,10	95,90	94,40
23	59,50	60,50	61,30	60,60	26,50	26,90	24,40	26,40	94,00	92,60	94,30	93,00
24	72,30	72,70	71,40	73,20	33,30	32,40	31,40	32,10	74,40	74,90	77,20	74,70
25	75,40	76,90	70,80	73,30	31,50	31,40	30,70	31,00	73,20	71,70	78,50	75,70
26	53,10	54,70	51,30	50,90	32,50	33,10	33,60	33,30	94,40	92,20	95,10	95,70
27	66,50	66,60	65,70	68,50	19,60	20,50	19,90	20,00	94,00	92,90	94,40	91,50
28	66,60	66,10	66,80	66,30	27,10	26,60	25,90	26,70	86,30	87,30	87,40	87,00
29	65,20	64,80	63,50	64,40	26,90	29,00	27,40	28,80	87,90	86,20	89,00	86,80
30	61,70	64,10	65,30	63,90	24,70	22,20	21,80	22,40	93,60	93,70	92,90	93,70

A1- Operador A / momento 1

A2- Operador A / momento 2

B1- Operador B / momento 1

B2- Operador B / momento 2

ANEXO 11

Tabela 5.1.7: Valores Cefalométricos da filosofia TWEED-MERRIFELD. Método Computadorizado.

	SNA				SNB				ANB			
	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2
1	80,20	79,20	80,50	80,80	75,80	75,30	76,50	76,20	4,40	3,90	3,90	4,60
2	87,70	86,90	87,50	87,10	85,00	84,50	85,20	84,30	2,70	2,40	2,40	2,70
3	78,20	79,00	78,90	79,80	77,50	77,30	77,90	78,20	0,70	1,70	1,00	1,70
4	83,50	82,30	83,60	83,30	80,80	79,70	80,90	80,60	2,80	2,60	2,70	2,80
5	78,90	77,80	79,20	77,60	77,40	77,00	77,90	76,30	1,50	0,80	1,40	1,30
6	82,60	82,30	83,40	82,20	83,80	83,60	83,80	82,90	-1,10	-1,30	-0,30	-0,70
7	79,30	78,40	79,30	77,70	78,20	77,30	78,20	77,30	1,10	1,10	1,10	0,40
8	83,90	85,30	84,20	84,00	79,00	81,00	79,10	79,30	4,90	4,30	5,10	4,80
9	77,80	77,50	77,50	77,90	77,40	77,20	77,50	77,50	0,30	0,30	0,00	0,40
10	80,80	81,50	82,30	81,90	80,00	79,90	80,60	80,50	0,80	1,60	1,70	1,40
11	84,40	84,60	85,40	85,00	82,00	82,30	83,00	82,70	2,30	2,30	2,40	2,30
12	75,60	75,90	76,20	76,20	72,10	72,30	72,70	72,60	3,50	3,60	3,50	3,70
13	79,90	79,40	80,80	79,60	78,20	78,00	78,90	78,30	1,70	1,30	1,90	1,20
14	73,60	73,00	72,60	72,70	74,60	74,20	74,00	73,50	-1,00	-1,20	-1,40	-0,70
15	73,40	73,50	73,60	72,20	74,70	74,50	74,40	73,70	-1,20	-1,00	-0,80	-1,50
16	83,00	83,80	82,40	81,80	84,90	86,20	83,90	83,80	-1,80	-2,40	-1,50	-2,10
17	88,60	88,50	88,30	88,80	86,00	86,30	85,80	86,40	2,60	2,10	2,50	2,40
18	84,60	85,10	83,70	84,30	82,40	82,10	82,20	82,00	2,20	2,90	1,50	2,40
19	84,10	83,40	84,90	85,40	80,20	79,80	79,80	80,60	3,80	3,60	5,10	4,70
20	75,80	75,60	75,90	76,00	74,50	74,30	74,10	74,80	1,20	1,30	1,80	1,20
21	88,00	88,00	88,80	88,40	85,10	84,80	85,40	85,40	2,90	3,10	3,40	3,00
22	73,50	73,40	73,70	73,10	71,60	71,20	71,50	71,20	1,90	2,30	2,20	1,90
23	78,60	78,10	78,80	79,40	76,20	76,40	76,80	77,00	2,40	1,70	2,00	2,40
24	78,70	78,50	79,80	79,00	77,50	77,90	78,90	77,80	1,20	0,60	0,90	1,20
25	78,80	78,40	80,20	79,20	77,90	77,50	79,20	78,20	0,80	0,90	1,00	1,00
26	78,40	78,10	78,50	78,20	72,30	71,90	72,50	71,90	6,10	6,20	6,00	6,30
27	85,30	84,70	85,10	84,90	82,10	82,10	81,80	81,90	3,20	2,60	3,30	3,00
28	80,20	80,30	81,60	81,60	76,20	76,50	76,90	77,90	4,00	3,80	4,70	3,70
29	83,90	84,50	85,50	85,20	82,60	83,40	83,80	83,90	1,30	1,10	1,70	1,30
30	78,70	78,70	79,50	79,20	80,00	79,50	80,60	80,20	-1,20	-0,80	-1,10	-1,00

A1- Operador A / momento 1

A2- Operador A / momento 2

B1- Operador B / momento 1

B2- Operador B / momento 2

ANEXO 12

Tabela 5.1.8: Valores Cefalométricos da filosofia TWEED-MERRIFELD. Método Computadorizado.

	AO-BO				PLANO OCLUSAL HF				ângulo Z			
	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2
1	1,40	1,70	0,50	1,50	10,60	10,90	11,00	9,50	58,00	58,50	58,20	59,00
2	-1,40	-1,40	-1,60	-0,50	7,10	6,50	5,50	6,40	75,00	74,70	75,50	75,40
3	-2,00	-1,80	-0,10	-0,70	11,70	12,20	8,00	8,30	66,90	70,10	66,50	69,50
4	-1,40	-1,20	-0,70	-0,80	8,80	9,70	5,50	6,50	75,70	75,00	77,20	77,80
5	-5,30	-4,10	-4,40	-5,40	12,50	12,70	14,00	15,10	63,90	64,50	64,20	64,10
6	-7,90	-8,60	-8,90	-6,40	12,10	13,10	12,10	11,90	78,00	77,70	80,70	80,30
7	-3,70	-2,80	-4,60	-4,20	10,00	9,80	11,00	10,60	74,00	73,30	74,30	75,40
8	-0,10	-1,30	-0,40	-0,30	10,90	9,70	9,30	10,10	71,90	73,60	75,50	74,70
9	-0,30	-2,00	0,80	0,30	6,30	6,60	2,90	2,80	73,60	74,60	78,00	76,50
10	-3,60	-2,60	-3,60	-2,60	9,60	9,50	9,60	8,30	76,30	76,40	79,50	76,30
11	-2,80	-1,80	-1,50	-1,40	9,40	8,40	8,00	6,40	69,40	69,90	69,40	70,90
12	6,40	7,00	6,90	7,00	5,50	5,60	6,00	5,60	68,40	67,80	68,80	70,90
13	-4,40	-3,00	-2,10	-3,60	12,30	11,00	10,00	10,90	70,80	69,30	70,60	70,90
14	-1,60	-1,00	-3,30	-0,80	6,20	6,00	6,60	4,20	78,20	78,00	78,30	78,80
15	-2,00	-1,00	-1,20	-0,90	5,60	4,70	5,80	6,50	79,00	79,00	76,90	77,20
16	-4,00	-4,80	-4,70	-5,80	13,30	13,20	15,30	15,90	60,50	60,50	58,30	59,10
17	0,40	0,20	-0,10	0,00	2,80	3,40	2,20	1,40	82,40	81,10	82,20	82,90
18	-1,40	-1,30	-2,00	-1,00	6,00	6,50	5,30	5,00	72,50	73,50	72,50	73,60
19	1,20	1,00	2,90	2,70	8,70	8,90	6,70	7,10	71,00	71,50	72,90	71,30
20	-1,00	-1,00	-0,30	-0,40	10,60	10,80	10,20	9,30	76,00	75,50	75,10	76,90
21	0,00	0,40	0,20	0,50	3,80	2,70	3,10	2,10	75,60	76,80	77,30	76,90
22	1,60	2,20	2,20	2,00	7,00	6,30	6,20	4,30	79,60	78,80	79,00	79,90
23	2,20	2,20	1,70	1,80	5,30	4,90	4,10	4,90	63,30	62,40	64,00	65,40
24	-1,60	-2,90	-0,80	-0,60	12,20	12,10	10,70	10,00	78,70	80,40	78,60	80,10
25	-3,10	-2,50	-2,30	-1,80	13,00	11,00	10,80	9,70	79,60	79,60	80,80	80,00
26	0,60	1,40	0,80	1,40	13,70	13,00	13,70	12,90	61,60	61,40	62,20	62,10
27	-1,00	-1,30	-1,70	-1,00	4,60	3,30	4,40	4,00	73,60	74,50	73,40	71,50
28	0,10	0,50	0,10	0,30	14,90	12,50	15,40	13,50	67,10	69,60	69,00	69,00
29	-1,20	-1,50	-1,50	-1,80	3,00	3,60	3,00	3,30	81,00	79,70	81,60	80,90
30	-3,00	-1,50	-1,30	-2,40	7,00	4,70	6,50	6,50	74,70	75,40	74,00	74,00

A1- Operador A / momento 1

A2- Operador A / momento 2

B1- Operador B / momento 1

B2- Operador B / momento 2

ANEXO 13

Tabela 5.1.9: Valores Cefalométricos da filosofia TWEED-MERRIFELD. Método Computadorizado.

	Lábio Superior				Queixo Total				AFP			
	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2
1	14,70	15,60	14,00	14,20	11,40	12,00	10,60	10,00	42,60	43,30	42,10	43,30
2	13,20	13,50	11,80	12,50	11,30	11,50	12,10	12,10	43,50	42,60	42,10	42,00
3	12,40	11,90	11,90	12,50	11,00	10,50	10,90	12,00	45,90	45,00	44,30	44,00
4	14,00	13,60	12,50	13,50	14,20	13,80	14,90	14,50	45,70	46,30	48,40	47,10
5	17,00	17,30	16,00	16,90	14,00	13,70	14,00	14,40	38,60	39,60	39,90	40,00
6	17,40	17,60	17,30	17,40	16,50	16,40	17,40	16,70	47,10	49,60	48,60	49,20
7	17,70	17,90	17,30	17,80	15,70	15,60	15,60	15,90	44,80	45,00	41,80	41,00
8	15,30	15,80	15,30	15,50	17,00	16,60	17,00	16,90	54,10	52,20	53,20	54,00
9	15,00	15,60	15,00	15,70	13,10	14,10	14,50	13,90	45,70	46,10	48,20	49,60
10	16,10	16,10	15,50	16,60	14,20	13,70	15,30	14,40	46,60	45,80	46,20	46,30
11	13,80	14,30	13,60	13,70	11,60	11,70	12,20	11,80	50,10	48,70	50,10	51,30
12	14,30	13,50	13,70	14,90	15,30	16,20	16,00	14,60	40,80	40,40	40,70	40,00
13	17,20	17,80	17,40	17,40	15,00	15,00	15,70	15,90	46,60	45,70	44,60	44,90
14	12,90	13,20	13,20	12,90	15,60	14,90	15,00	15,50	43,00	42,20	43,40	43,90
15	13,50	13,10	13,00	13,30	16,10	16,30	16,30	17,00	49,00	48,20	45,30	44,50
16	13,20	13,80	13,00	13,70	10,60	11,40	10,50	11,40	49,40	49,00	49,70	50,20
17	15,20	15,90	15,80	15,00	17,80	17,10	17,30	18,30	49,60	50,20	49,10	49,50
18	12,80	12,50	12,00	12,40	11,20	10,90	9,40	11,00	38,80	39,50	39,50	39,50
19	17,00	17,20	16,80	17,40	15,70	15,90	16,70	16,30	45,30	45,20	45,30	44,90
20	15,70	15,70	15,70	16,40	17,40	17,10	17,50	18,00	47,30	44,40	45,30	46,30
21	12,90	11,90	11,80	12,50	13,60	13,50	13,70	13,00	44,50	44,10	45,00	44,80
22	12,90	13,40	14,90	13,70	17,20	17,60	18,20	17,30	42,40	43,80	43,00	42,80
23	12,00	12,50	11,50	11,70	10,00	9,20	11,80	9,80	42,90	43,90	44,10	42,70
24	10,30	10,10	10,30	10,00	13,50	12,80	13,50	13,90	38,90	40,00	42,00	40,80
25	11,30	12,00	11,00	11,20	13,70	13,80	14,60	14,20	45,50	43,40	44,70	43,40
26	13,00	13,20	12,00	13,00	12,20	12,60	14,00	12,90	38,20	37,00	36,30	36,90
27	14,90	14,50	14,40	14,40	11,60	11,20	12,00	10,60	41,10	40,30	41,90	41,40
28	15,70	15,90	15,10	15,50	12,90	12,60	13,40	13,60	40,20	39,80	41,80	40,20
29	11,10	11,20	11,10	11,20	11,50	11,40	12,60	11,10	42,10	40,70	43,50	42,00
30	17,80	17,70	16,60	16,60	15,10	15,30	15,30	15,00	45,50	46,10	44,70	45,40

A1- Operador A / momento 1

A2- Operador A / momento 2

B1- Operador B / momento 1

B2- Operador B / momento 2

ANEXO 14

Tabela 5.1.10: Valores Cefalométricos da filosofia TWEED-MERRIFELD. Método Computadorizado.

	AFA				AFP/AFA			
	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2
1	70,80	71,30	70,60	71,70	0.60	0.60	0.59	0.60
2	75,40	75,90	75,10	75,50	0.57	0.56	0.56	0.55
3	62,10	62,50	62,00	61,80	0.73	0.72	0.71	0.71
4	70,40	70,00	71,20	69,90	0.65	0.66	0.68	0.67
5	71,60	71,50	71,90	71,00	0.54	0.55	0.55	0.56
6	69,20	69,30	68,70	69,10	0.68	0.71	0.70	0.71
7	71,10	71,10	71,20	71,70	0.63	0.63	0.58	0.57
8	68,10	68,80	68,50	68,00	0.79	0.75	0.77	0.79
9	58,60	58,60	58,60	58,00	0.78	0.78	0.82	0.85
10	66,50	66,80	67,60	67,30	0.70	0.68	0.68	0.68
11	68,30	67,40	67,40	67,60	0.73	0.72	0.74	0.75
12	67,80	68,30	68,90	68,70	0.60	0.59	0.59	0.58
13	70,10	70,20	70,30	70,20	0.66	0.65	0.63	0.63
14	71,10	70,00	71,30	74,30	0.60	0.60	0.60	0.59
15	75,50	75,80	75,00	75,00	0.64	0.63	0.60	0.59
16	72,70	73,20	72,40	72,70	0.68	0.66	0.68	0.69
17	68,00	67,80	67,00	68,50	0.72	0.74	0.73	0.72
18	58,30	58,40	57,60	58,70	0.66	0.67	0.68	0.67
19	63,20	63,20	62,70	63,20	0.71	0.71	0.72	0.71
20	67,80	67,20	67,30	67,40	0.69	0.66	0.67	0.68
21	70,80	71,20	71,90	72,20	0.62	0.61	0.62	0.62
22	70,70	70,70	70,10	70,80	0.59	0.61	0.61	0.60
23	60,20	60,30	60,50	60,40	0.71	0.72	0.72	0.70
24	63,50	63,20	63,00	63,60	0.61	0.63	0.66	0.64
25	67,90	67,80	67,30	66,90	0.67	0.64	0.66	0.64
26	63,10	63,30	62,50	62,40	0.60	0.58	0.58	0.59
27	62,20	62,60	61,80	61,90	0.66	0.64	0.67	0.66
28	58,10	58,10	58,30	59,00	0.69	0.68	0.71	0.68
29	67,30	67,30	66,40	66,20	0.62	0.60	0.65	0.63
30	64,10	64,30	64,40	64,70	0.70	0.71	0.69	0.70

A1- Operador A / momento 1
A2- Operador A / momento 2
B1- Operador B / momento 1
B2- Operador B / momento 2

ANEXO 15

Tabela 5.2.1: Médias e desvios padrões por Método, Operador e Momento.

Medida	Método	n	Operador	Momento	Média	Desvio Padrão
FMIA	Convencional	30	A	1	60.63	6.14
		30		2	61.10	6.23
		30	B	1	61.08	6.27
		30		2	61.07	6.29
	Computadorizado	30	A	1	60.80	6.22
		30		2	61.31	6.12
		30	B	1	60.84	6.17
		30		2	60.76	6.40
FMA	Convencional	30	A	1	28.47	4.42
		30		2	28.32	4.29
		30	B	1	28.20	5.29
		30		2	28.40	5.32
	Computadorizado	30	A	1	28.55	4.43
		30		2	28.31	4.57
		30	B	1	27.92	5.56
		30		2	28.22	5.31
IMPA	Convencional	30	A	1	90.90	6.88
		30		2	90.58	7.00
		30	B	1	90.70	6.95
		30		2	90.53	7.01
	Computadorizado	30	A	1	90.66	7.25
		30		2	90.36	7.00
		30	B	1	91.24	7.02
		30		2	91.01	7.17
SNA	Convencional	30	A	1	80.00	4.14
		30		2	80.00	4.30
		30	B	1	81.00	4.12
		30		2	80.00	4.22
	Computadorizado	30	A	1	80.00	4.20
		30		2	80.00	4.28
		30	B	1	81.00	4.27
		30		2	80.00	4.40
SNB	Convencional	30	A	1	78.70	4.06
		30		2	78.85	4.21
		30	B	1	79.17	3.95
		30		2	79.10	4.14
	Computadorizado	30	A	1	78.87	4.04
		30		2	78.80	4.19
		30	B	1	79.13	4.02
		30		2	78.90	4.08

ANEXO 16

Tabela 5.2.2: Médias e desvios padrões por Método, Operador e Momento.

Medida	Método	n	Operador	Momento	Média	Desvio Padrão
ANB	Convencional	30	A	1	1.68	1.93
		30		2	1.65	1.83
		30	B	1	2.02	2.03
		30		2	1.88	1.84
	Computadorizado	30	A	1	1.80	1.92
		30		2	1.71	1.89
		30	B	1	1.94	1.93
		30		2	1.86	1.96
AO-BO	Convencional	30	A	1	-1.47	2.26
		30		2	-1.20	2.50
		30	B	1	-0.72	2.36
		30		2	-0.97	2.37
	Computadorizado	30	A	1	-1.30	2.65
		30		2	-1.09	2.68
		30	B	1	-1.03	2.80
		30		2	-0.83	2.68
Pl.Ocl.HF	Convencional	30	A	1	9.17	3.34
		30		2	8.63	3.09
		30	B	1	8.30	3.39
		30		2	8.43	3.46
	Computadorizado	30	A	1	8.82	3.45
		30		2	8.44	3.41
		30	B	1	8.10	3.78
		30		2	7.77	3.80
Âng. Z	Convencional	30	A	1	72.68	6.90
		30		2	72.82	6.17
		30	B	1	73.43	6.67
		30		2	73.17	6.31
	Computadorizado	30	A	1	72.54	6.43
		30		2	72.77	6.25
		30	B	1	73.15	6.74
		30		2	73.38	6.41
LÁBIO	Convencional	30	A	1	14.22	2.10
		30		2	14.65	2.12
		30	B	1	13.92	2.07
		30		2	14.37	1.94
	Computadorizado	30	A	1	14.34	2.06
		30		2	14.48	2.18
		30	B	1	13.98	2.12
		30		2	14.32	2.14

ANEXO 17

Tabela 5.2.3: Médias e desvios padrões por Método, Operador e Momento.

Medida	Método	n	Operador	Momento	Média	Desvio Padrão
QUEIXO	Convencional	30	A	1	14.57	2.22
		30		2	14.35	2.18
		30	B	1	14.40	2.37
		30		2	14.20	2.21
	Computadorizado	30	A	1	13.87	2.27
		30		2	13.81	2.28
		30	B	1	14.27	2.35
		30		2	14.07	2.43
AFP	Convencional	30	A	1	44.17	3.85
		30		2	43.73	3.60
		30	B	1	43.65	3.54
		30		2	43.73	3.91
	Computadorizado	30	A	1	44.53	3.83
		30		2	44.27	3.66
		30	B	1	44.49	3.61
		30		2	44.40	3.96
AFA	Convencional	30	A	1	67.45	4.91
		30		2	67.62	4.86
		30	B	1	66.82	4.93
		30		2	66.82	4.80
	Computadorizado	30	A	1	67.15	4.82
		30		2	67.20	4.84
		30	B	1	67.05	4.89
		30		2	67.28	4.96
AFP/AFA	Convencional	30	A	1	0.65	0.06
		30		2	0.64	0.06
		30	B	1	0.65	0.06
		30		2	0.65	0.07
	Computadorizado	30	A	1	0.66	0.06
		30		2	0.66	0.06
		30	B	1	0.66	0.06
		30		2	0.66	0.07

ANEXO 18

Tabela 5.2.4: Médias por Método e Operador.

Medida	Método	n	Operador	Média
FMA	Convencional	60	A	60.87
		60	B	61.08
	Computadorizado	60	A	61.06
		60	B	60.80
FMA	Convencional	60	A	28.39
		60	B	28.30
	Computadorizado	60	A	28.43
		60	B	28.07
IMPA	Convencional	60	A	90.74
		60	B	90.62
	Computadorizado	60	A	90.51
		60	B	91.13
SNA	Convencional	60	A	80.44
		60	B	81.08
	Computadorizado	60	A	80.60
		60	B	80.90
SNB	Convencional	60	A	78.78
		60	B	79.13
	Computadorizado	60	A	78.83
		60	B	79.01
ANB	Convencional	60	A	1.67
		60	B	1.95
	Computadorizado	60	A	1.76
		60	B	1.90
AOBO	Convencional	60	A	-1.33
		60	B	-0.84
	Computadorizado	60	A	-1.20
		60	B	-0.93
PI.Ocl.HF	Convencional	60	A	8.90
		60	B	8.37
	Computadorizado	60	A	8.63
		60	B	7.93
Ang. Z	Convencional	60	A	72.75
		60	B	73.30
	Computadorizado	60	A	72.66
		60	B	73.26
LABIO	Convencional	60	A	14.43
		60	B	14.14
	Computadorizado	60	A	14.41
		60	B	14.15
QUEIXO	Convencional	60	A	14.46
		60	B	14.30
	Computadorizado	60	A	13.84
		60	B	14.17
AFP	Convencional	60	A	43.95
		60	B	43.69
	Computadorizado	60	A	44.40
		60	B	44.44
AFA	Convencional	60	A	67.53
		60	B	66.82
	Computadorizado	60	A	67.18
		60	B	67.16
AFP/AFA	Convencional	60	A	0.65
		60	B	0.65
	Computadorizado	60	A	0.66
		60	B	0.66

ANEXO 19

Tabela 5.2.5: Médias por Método e Momento.

Medida	Método	n	Momento	Média
FMA	Convencional	60	1	60.86
		60	2	61.08
	Computadorizado	60	1	60.82
		60	2	61.04
FMA	Convencional	60	1	28.33
		60	2	28.36
	Computadorizado	60	1	28.23
		60	2	28.26
BMPA	Convencional	60	1	90.80
		60	2	90.56
	Computadorizado	60	1	90.95
		60	2	90.69
SNA	Convencional	60	1	80.78
		60	2	80.74
	Computadorizado	60	1	80.86
		60	2	80.64
SNB	Convencional	60	1	78.93
		60	2	78.98
	Computadorizado	60	1	79.00
		60	2	78.85
ANB	Convencional	60	1	1.85
		60	2	1.77
	Computadorizado	60	1	1.87
		60	2	1.79
AO-BO	Convencional	60	1	-1.09
		60	2	-1.08
	Computadorizado	60	1	-1.16
		60	2	-0.96
PL.OcLHF	Convencional	60	1	8.73
		60	2	8.53
	Computadorizado	60	1	8.46
		60	2	8.10
Ang. Z	Convencional	60	1	73.06
		60	2	72.99
	Computadorizado	60	1	72.85
		60	2	73.07
LÁBIO	Convencional	60	1	14.07
		60	2	14.51
	Computadorizado	60	1	14.16
		60	2	14.40
QUEIXO	Convencional	60	1	14.48
		60	2	14.28
	Computadorizado	60	1	14.07
		60	2	14.94
AFP	Convencional	60	1	43.91
		60	2	43.73
	Computadorizado	60	1	44.51
		60	2	44.33
AFA	Convencional	60	1	67.13
		60	2	67.22
	Computadorizado	60	1	67.10
		60	2	67.24
AFP/AFA	Convencional	60	1	0.65
		60	2	0.65
	Computadorizado	60	1	0.66
		60	2	0.66

ANEXO 20

Tabela 5.2.6: Médias por Operador e Momento.

Medida	Operador	n	Momento	Média
FMIA	A	60	1	60.72
		60	2	61.21
	B	60	1	60.96
		60	2	60.91
FMA	A	60	1	28.51
		60	2	28.31
	B	60	1	28.06
		60	2	28.31
IMPA	A	60	1	90.78
		60	2	90.47
	B	60	1	90.97
		60	2	90.77
SNA	A	60	1	80.52
		60	2	80.51
	B	60	1	81.12
		60	2	80.87
SNB	A	60	1	78.78
		60	2	78.82
	B	60	1	79.15
		60	2	79.00
ANB	A	60	1	1.74
		60	2	1.68
	B	60	1	1.98
		60	2	1.87
AO-BO	A	60	1	-1.38
		60	2	-1.15
	B	60	1	-0.88
		60	2	-0.90
Pl.Oel.HF	A	60	1	8.99
		60	2	8.54
	B	60	1	8.20
		60	2	8.10
Ang. Z	A	60	1	72.61
		60	2	72.79
	B	60	1	73.29
		60	2	73.27
LÁBIO	A	60	1	14.28
		60	2	14.56
	B	60	1	13.95
		60	2	14.34
QUEIXO	A	60	1	14.22
		60	2	14.08
	B	60	1	14.33
		60	2	14.13
AFP	A	60	1	44.35
		60	2	44.00
	B	60	1	44.07
		60	2	44.06
AFA	A	60	1	67.30
		60	2	67.41
	B	60	1	66.93
		60	2	67.05
AFP/AFA	A	60	1	0.66
		60	2	0.65
	B	60	1	0.66
		60	2	0.66

ANEXO 21

Tabela 5.2.7: Médias por Método.

Medida	Método	n	Média
FMIA	Convencional	120	60.97
	Computadorizado	120	60.93
FMA	Convencional	120	28.34
	Computadorizado	120	28.25
IMPA	Convencional	120	90.68
	Computadorizado	120	90.82
SNA	Convencional	120	80.76
	Computadorizado	120	80.75
SNB	Convencional	120	78.95
	Computadorizado	120	78.92
ANB	Convencional	120	1.81
	Computadorizado	120	1.83
AO-BO	Convencional	120	-1.09
	Computadorizado	120	-1.06
Pl.Ocl.HF	Convencional	120	8.63
	Computadorizado	120	8.28
Âng. Z	Convencional	120	73.02
	Computadorizado	120	72.96
LÁBIO	Convencional	120	14.29
	Computadorizado	120	14.28
QUEIXO	Convencional	120	14.38
	Computadorizado	120	14.00
AFP	Convencional	120	43.82
	Computadorizado	120	44.42
AFA	Convencional	120	67.18
	Computadorizado	120	67.17
AFP/AFA	Convencional	120	0.65
	Computadorizado	120	0.66

ANEXO 22

Tabela 5.2.8: Médias por Operador.

Medida	Operador	n	Média
FMIA	A	120	60.96
	B	120	60.94
FMA	A	120	28.41
	B	120	28.18
IMPA	A	120	90.63
	B	120	90.87
SNA	A	120	80.52
	B	120	80.99
SNB	A	120	78.80
	B	120	79.07
ANB	A	120	1.71
	B	120	1.92
AO-BO	A	120	-1.26
	B	120	-0.89
PI.Ocl.HF	A	120	8.76
	B	120	8.15
Ang. Z	A	120	72.70
	B	120	73.28
LÁBIO	A	120	14.42
	B	120	14.14
QUEIXO	A	120	14.15
	B	120	14.23
AFP	A	120	44.17
	B	120	44.07
AFA	A	120	67.36
	B	120	66.99
AFP/AFA	A	120	0.65
	B	120	0.66

ANEXO 23

Tabela 5.2.9: Médias por Momento.

Medida	Momento	n	Média
FMIA	1	120	60.84
	2	120	61.06
FMA	1	120	28.28
	2	120	28.31
IMPA	1	120	90.88
	2	120	90.62
SNA	1	120	80.82
	2	120	80.69
SNB	1	120	78.96
	2	120	78.91
ANB	1	120	1.86
	2	120	1.78
AO-BO	1	120	-1.13
	2	120	-1.02
Pl.Ocl.HF	1	120	8.60
	2	120	8.32
Âng. Z	1	120	72.95
	2	120	73.03
LÁBIO	1	120	14.12
	2	120	14.45
QUEIXO	1	120	14.28
	2	120	14.11
AFP	1	120	44.21
	2	120	44.03
AFA	1	120	67.12
	2	120	67.23
AFP/AFA	1	120	0.66
	2	120	0.65

ANEXO 24

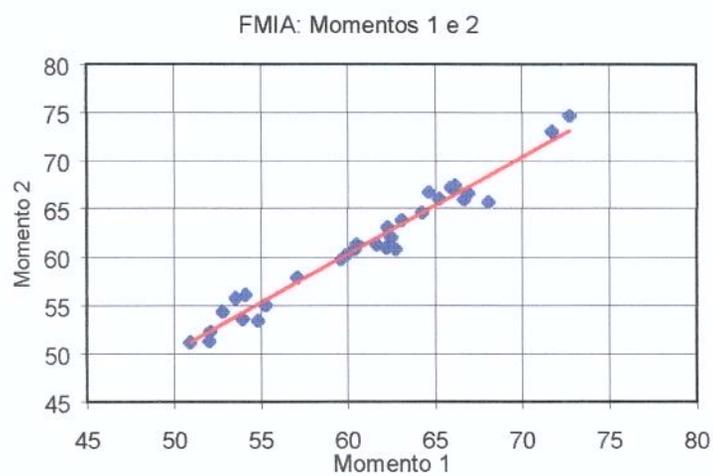
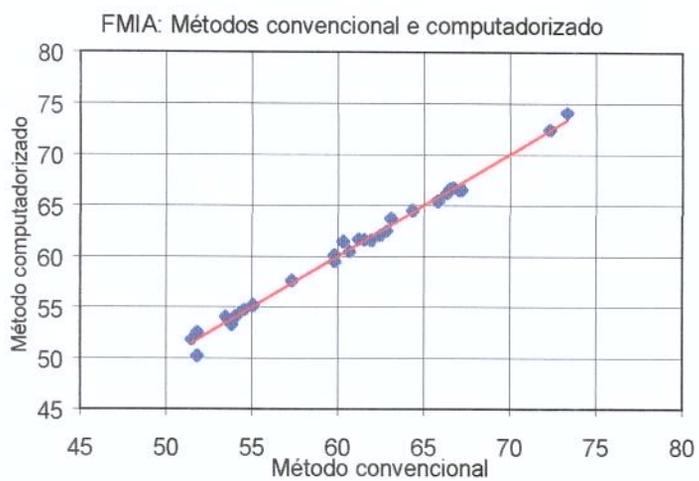
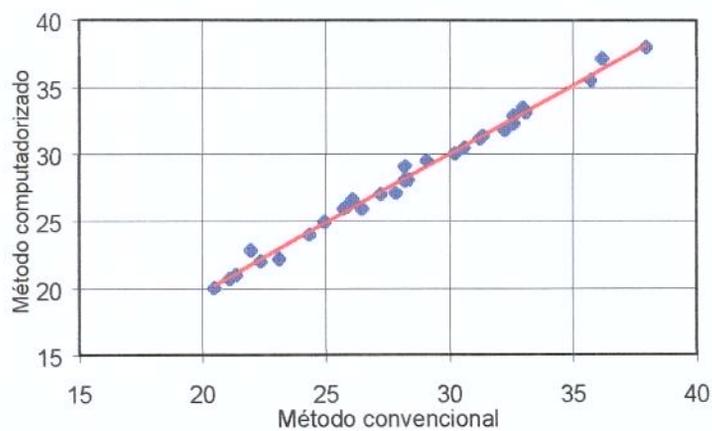


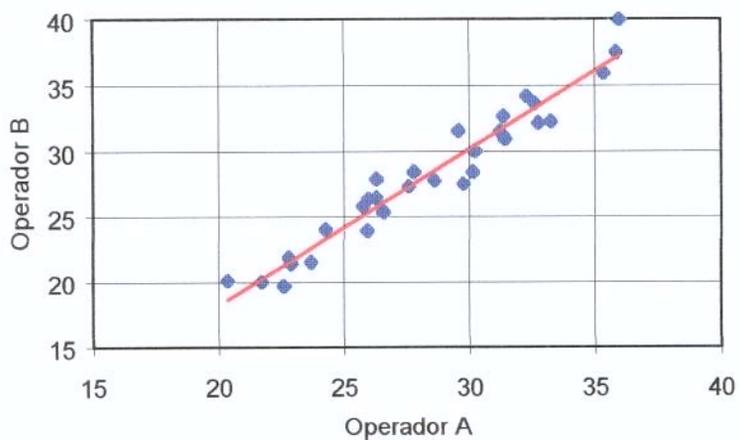
Gráfico 5.4.2: FMEA. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 25

FMA: Métodos convencional e computadorizado



FMA: Operadores A e B



FMA: Momentos 1 e 2

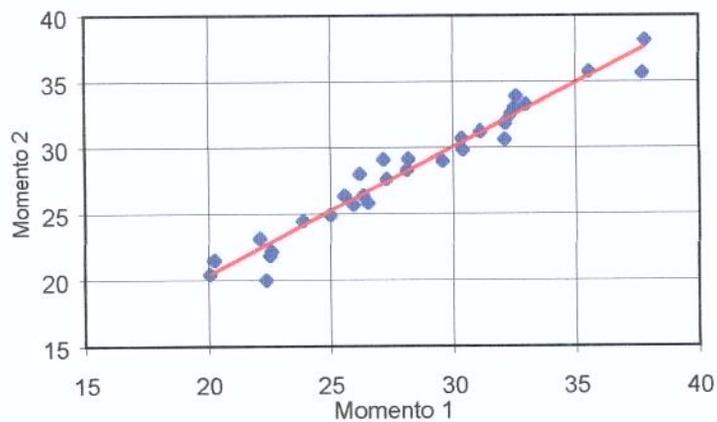
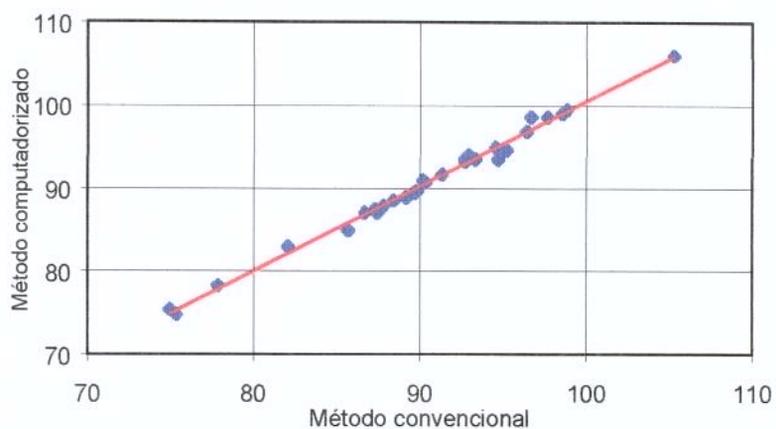


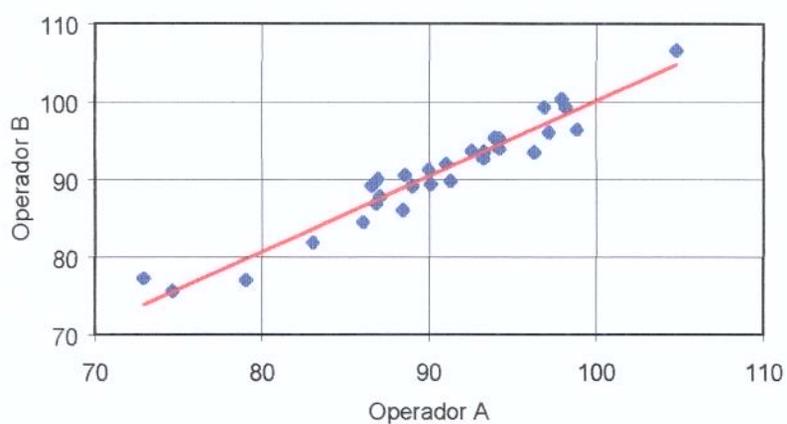
Gráfico 5.4.3: FMA. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 26

IMPA: Métodos convencional e computadorizado



IMPA: Operadores A e B



IMPA: Momentos 1 e 2

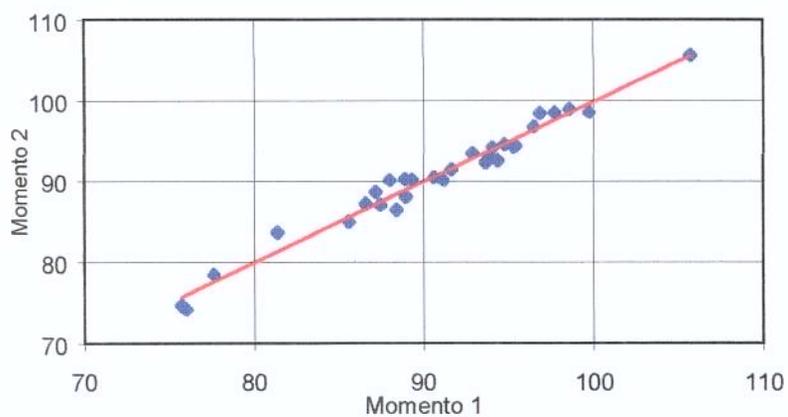
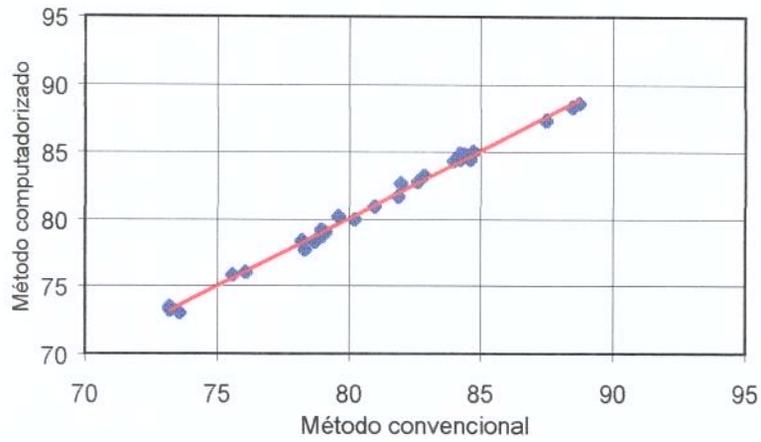


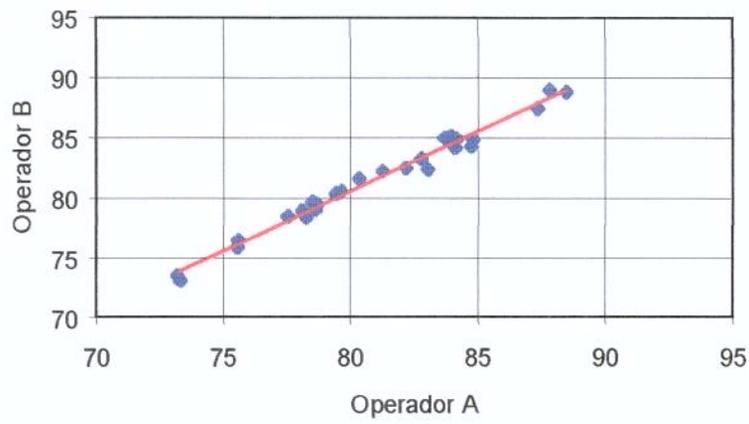
Gráfico 5.4.4: IMPA. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 27

SNA: Métodos convencional e computadorizado



SNA: Operadores A e B



SNA: Métodos convencional e computadorizado

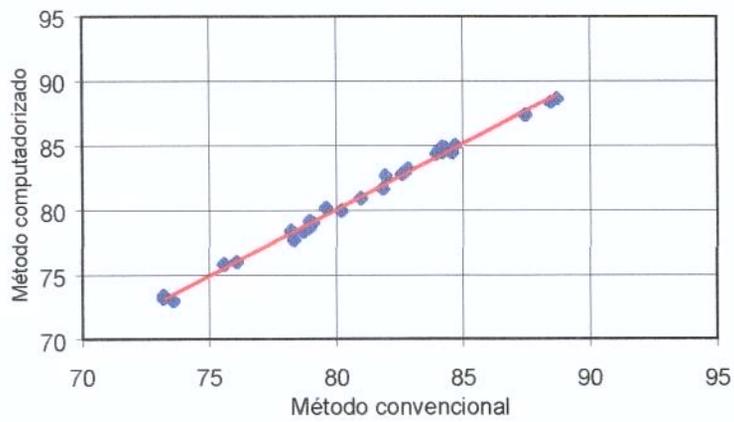
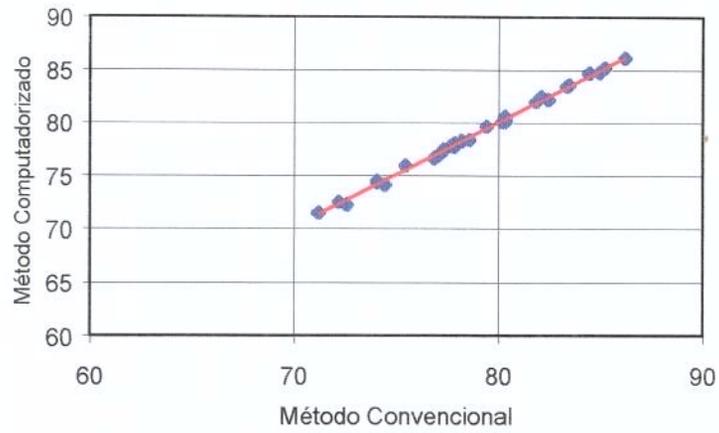


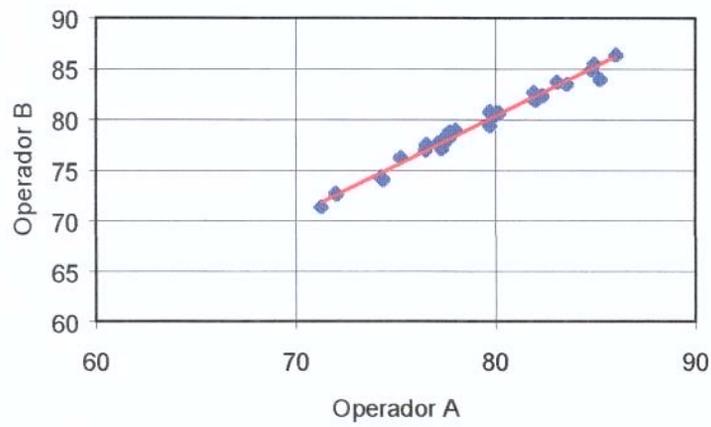
Gráfico 5.4.5: SNA. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 28

SNB: Métodos Convencional e Computadorizado



SNB: Operadores A e B



SNB: Momentos 1 e 2

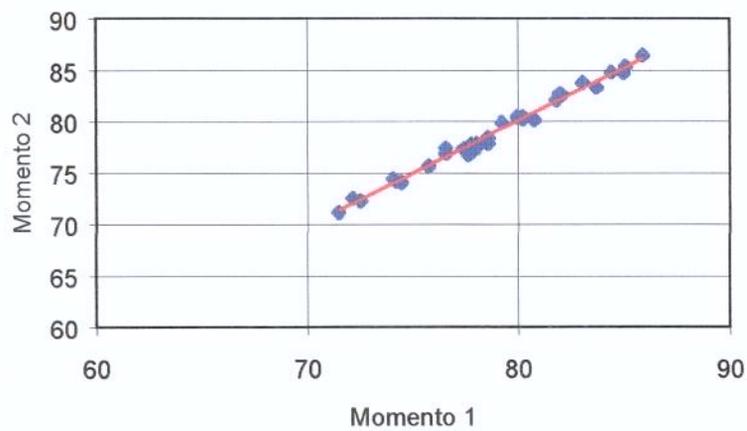
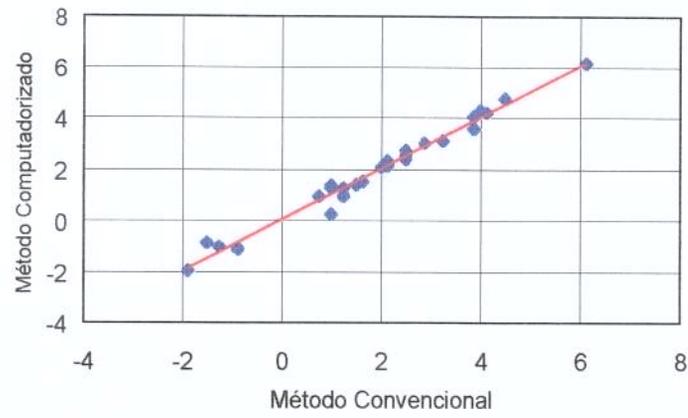


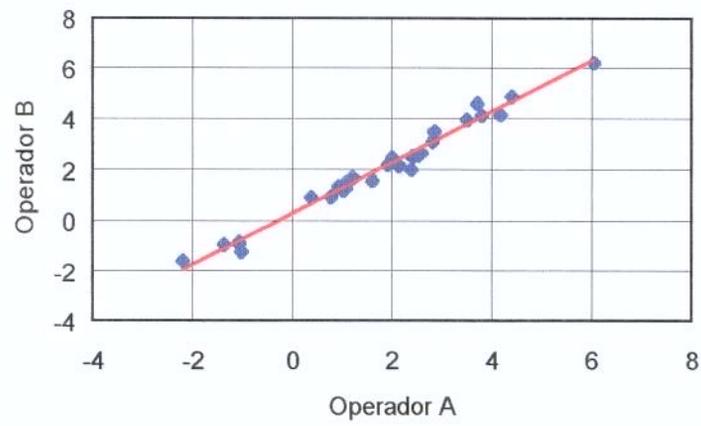
Gráfico 5.4.6: SNB. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 29

ANB: Métodos Convencional e Computadorizado



ANB: Operadores A e B



ANB: Momentos 1 e 2

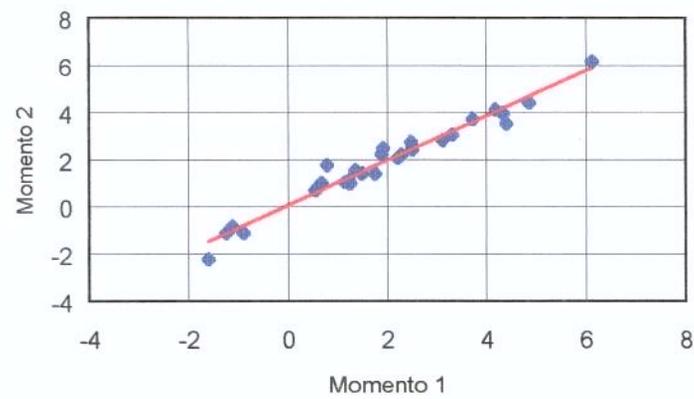
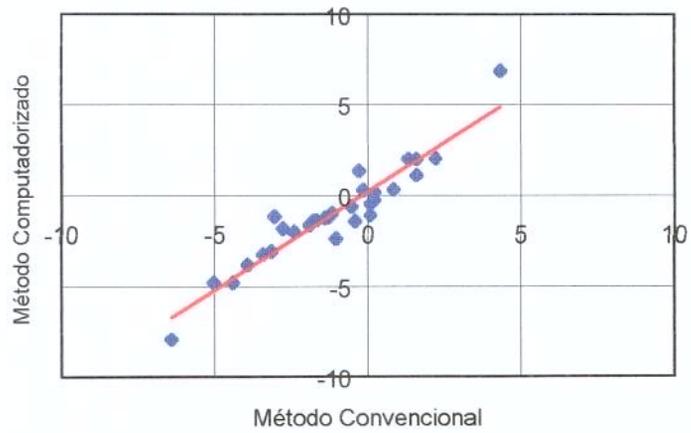


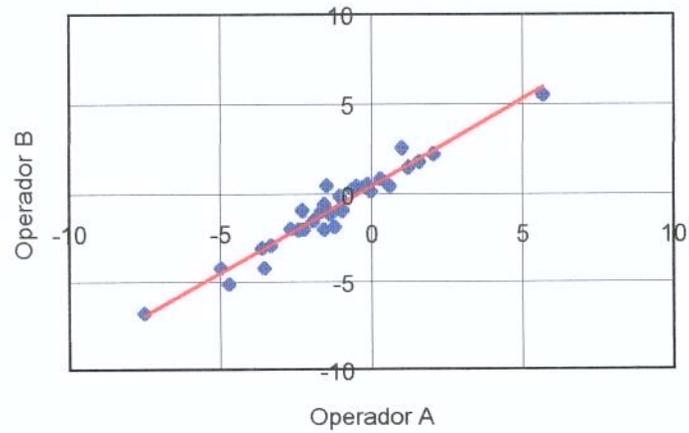
Gráfico 5.4.7: ANB. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 30

AO-BO: Métodos Convencional e Computadorizado



AO-BO: Operadores A e B



AO-BO: Momentos 1 e 2

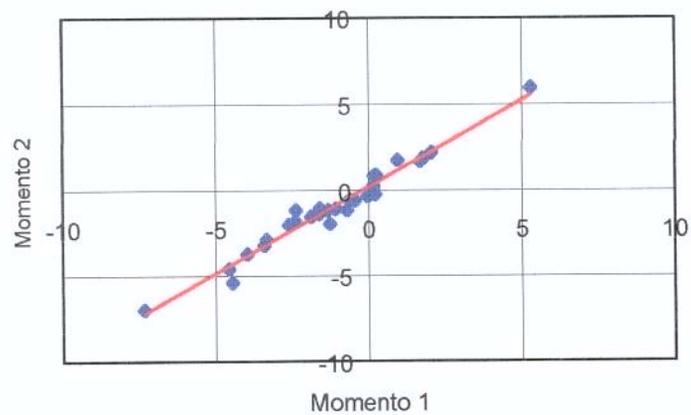


Gráfico 5.4.8: AO-BO. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 31

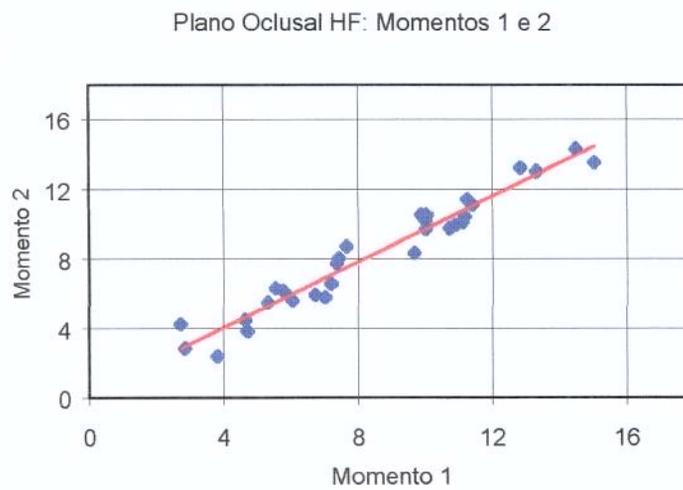
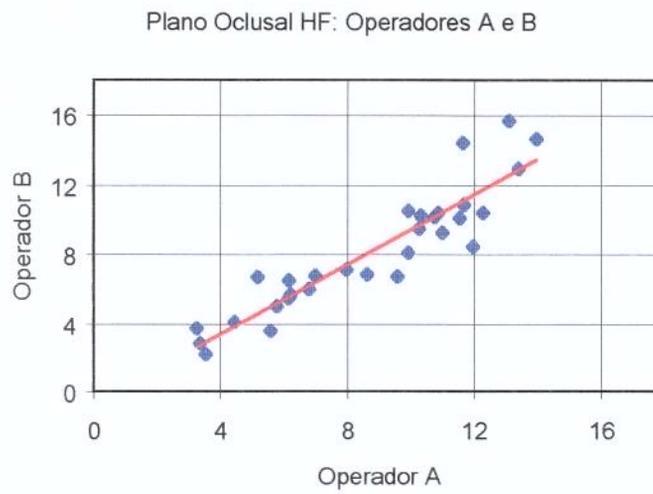
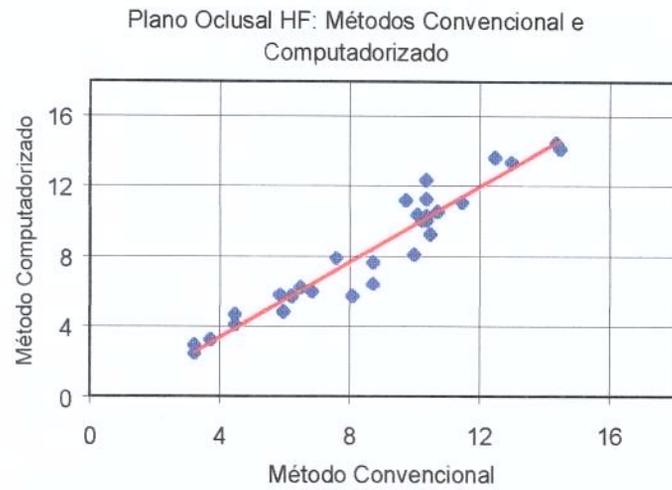


Gráfico 5.4.9: Plano Oclusal HF. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 32

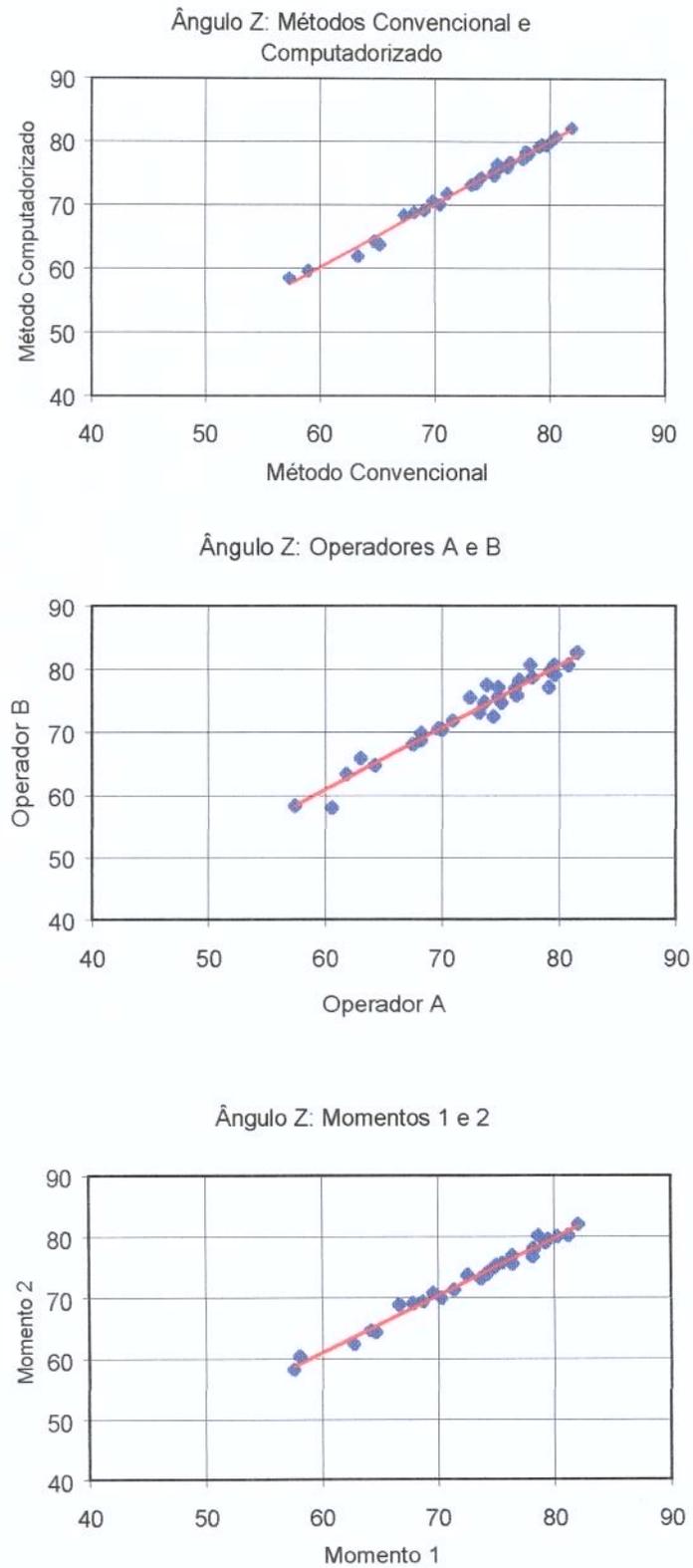
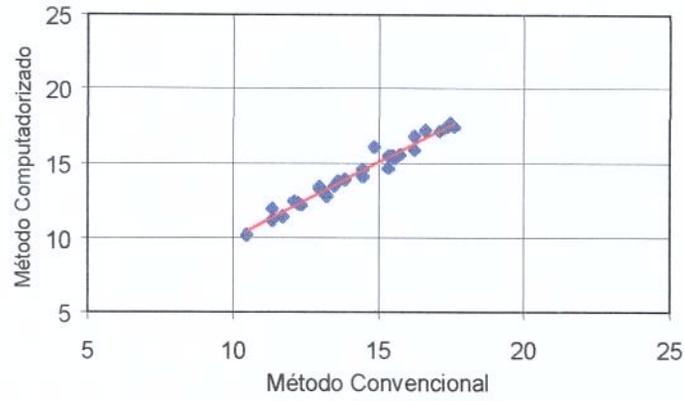


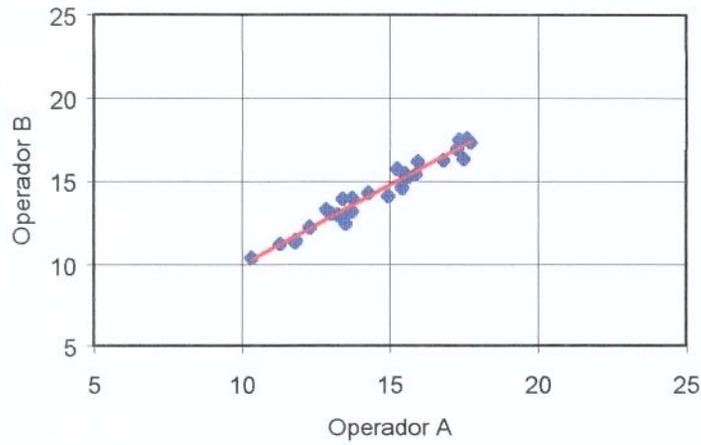
Gráfico 5.4.10: Ângulo Z. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 33

Espessura Lábio Superior: Métodos Convencional e Computadorizado



Espessura Lábio Superior: Operadores A e B



Espessura Lábio Superior: Momentos 1 e 2

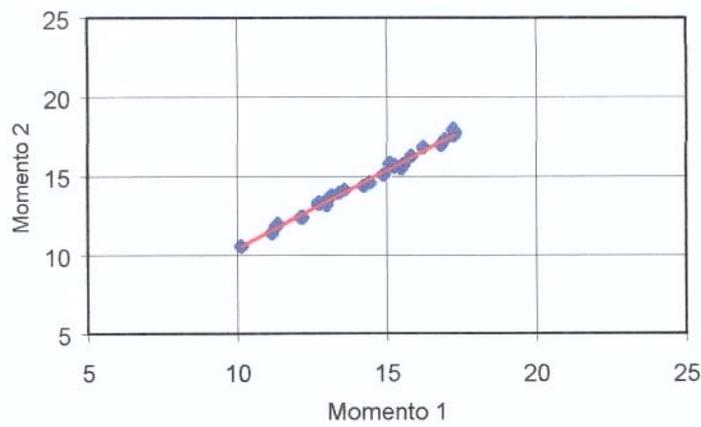
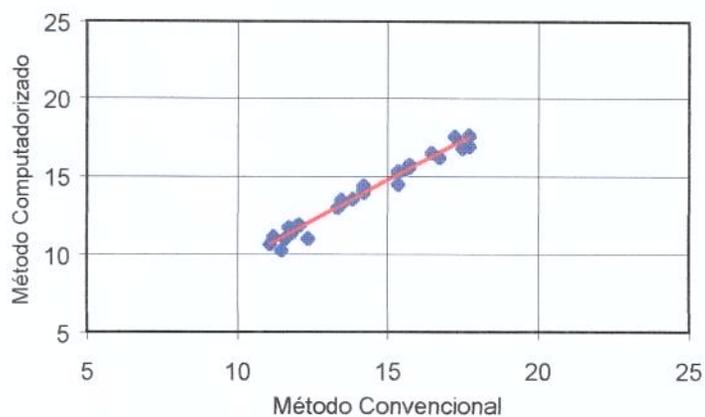


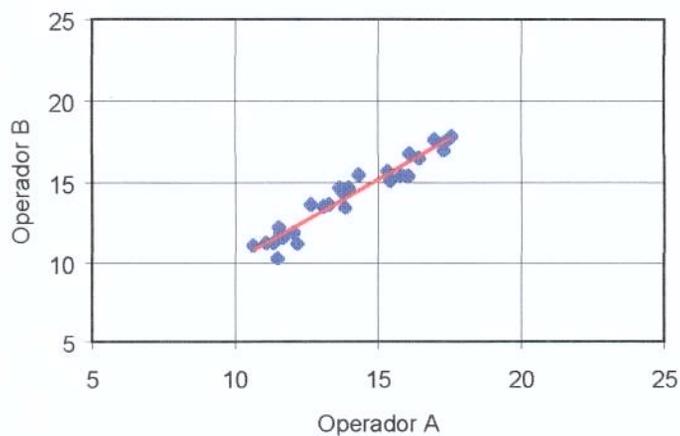
Gráfico 5.4.11: Espessura Lábio Superior. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 34

Espessura Queixo Total: Métodos Convencional e Computadorizado



Espessura Queixo Total: Operadores A e B



Espessura Queixo Total: Momentos 1 e 2

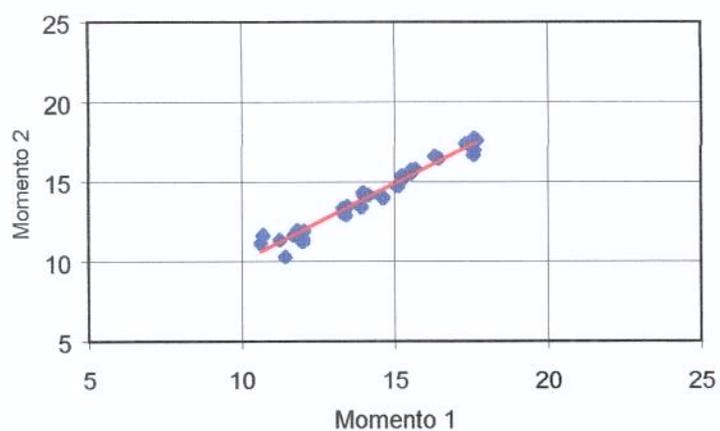
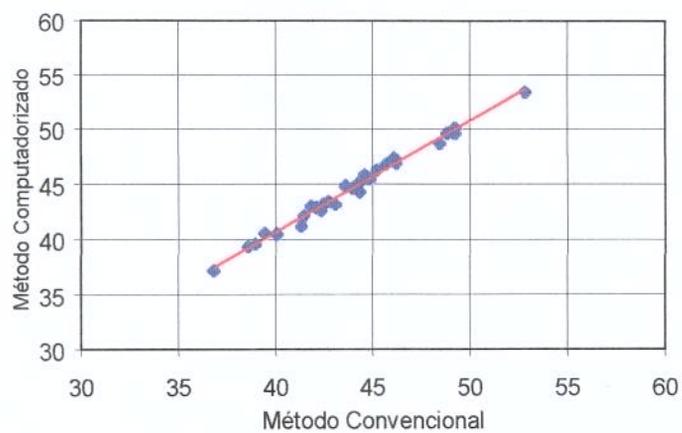


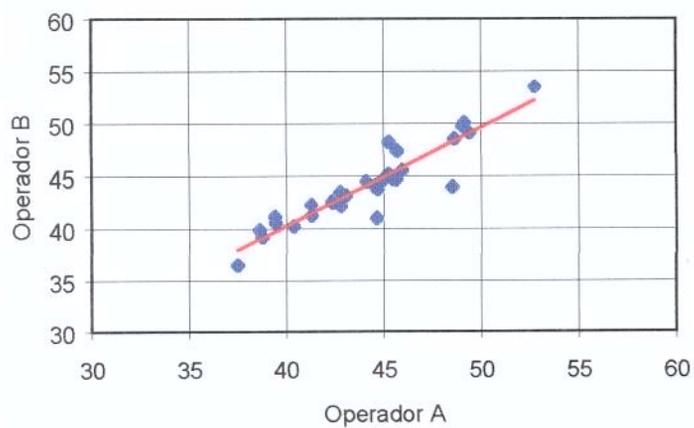
Gráfico 5.4.12: Espessura Queixo Total. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 35

AFP: Métodos Convencional e Computadorizado



AFP: Operadores A e B



AFP: Momentos 1 e 2

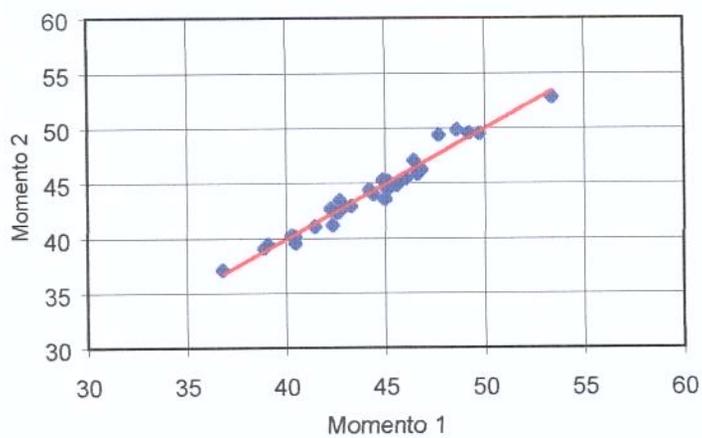
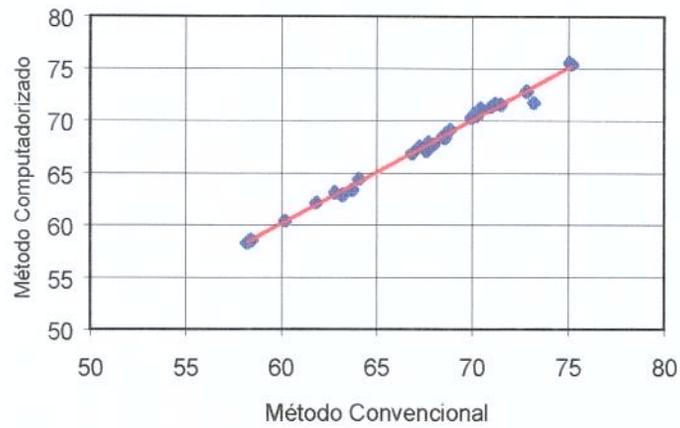


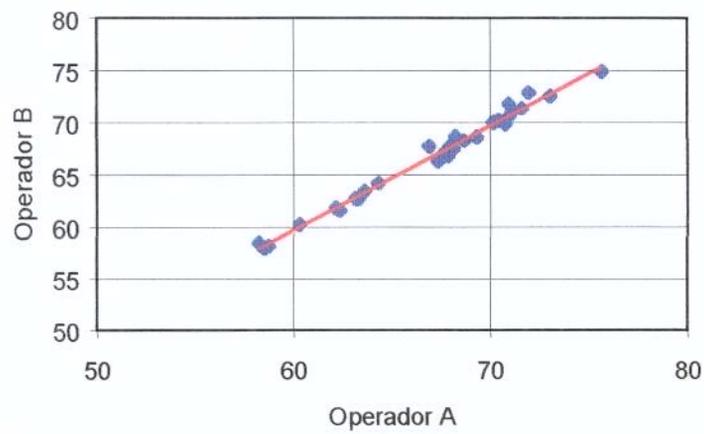
Gráfico 5.4.13: AFP. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 36

AFA: Métodos Convencional e Computadorizado



AFA: Operadores A e B



AFA: Momentos 1 e 2

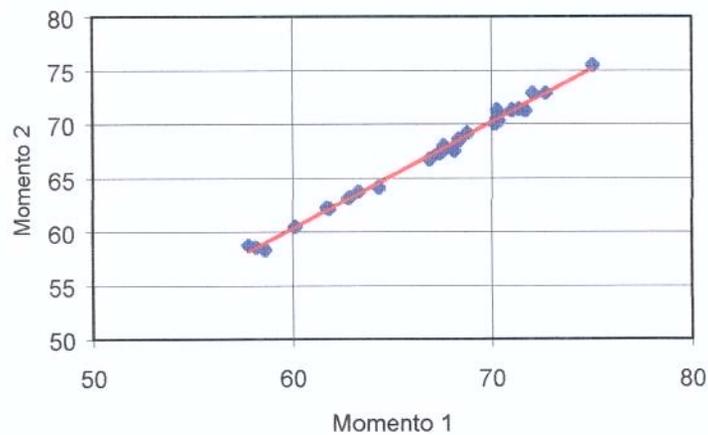
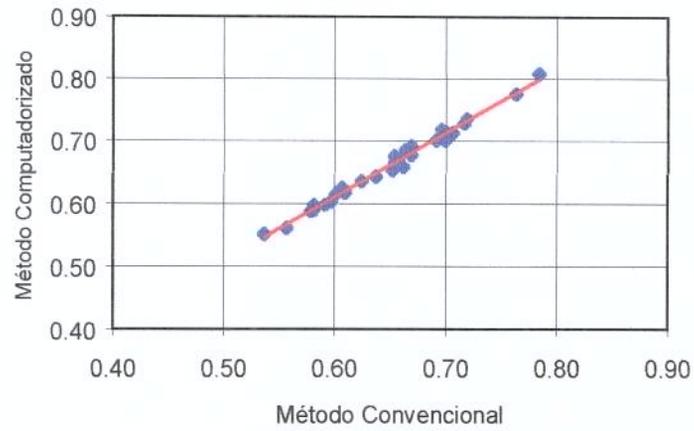


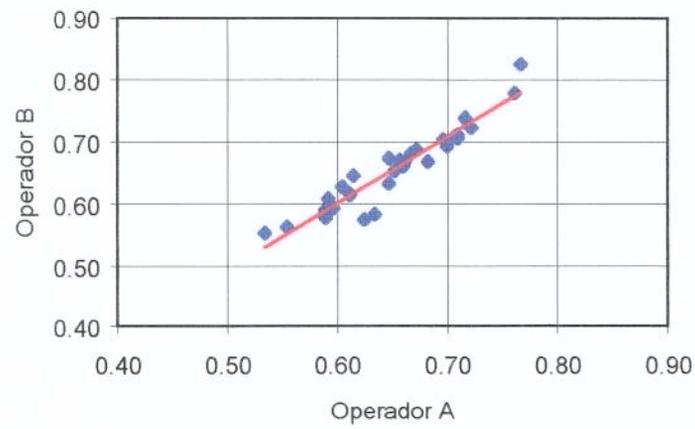
Gráfico 5.4.14: AFA. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

ANEXO 37

AFP/AFA: Métodos Convencional e Computadorizado



AFP/AFA: Operadores A e B



AFP/AFA: Momentos 1 e 2

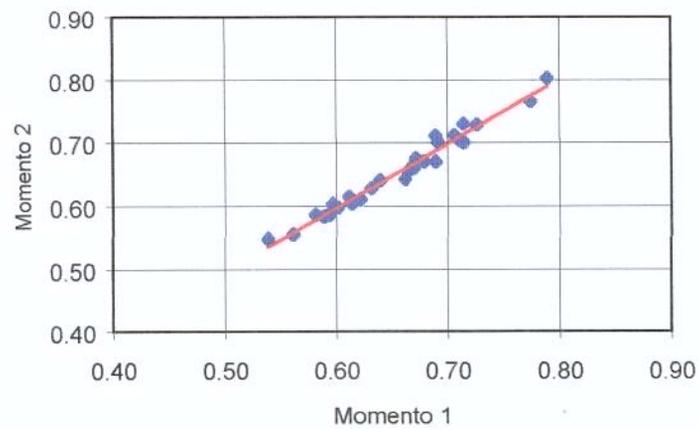
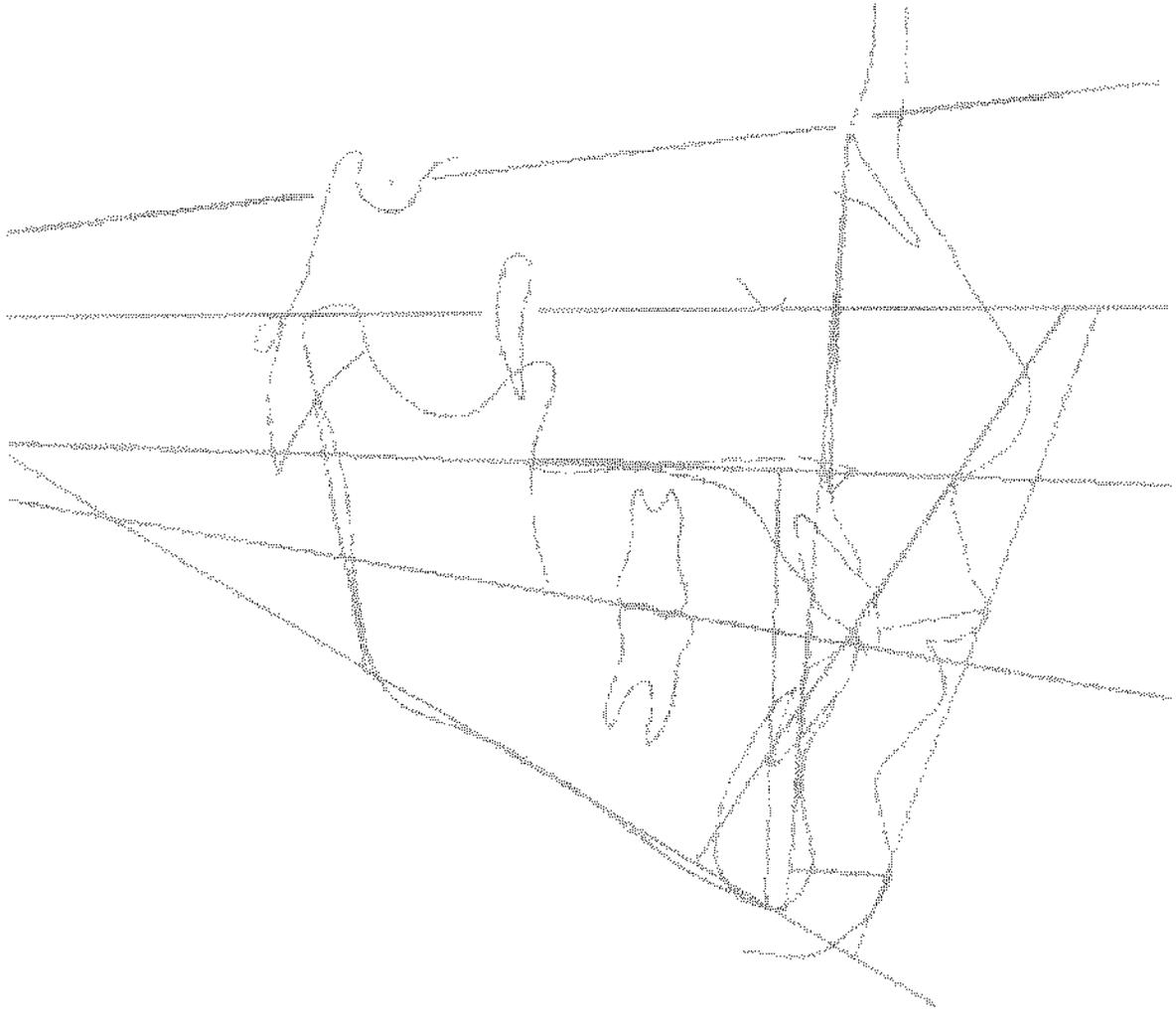


Gráfico 5.4.15: AFP/AFA. Diagramas de dispersão para Métodos, Operadores e Momentos.

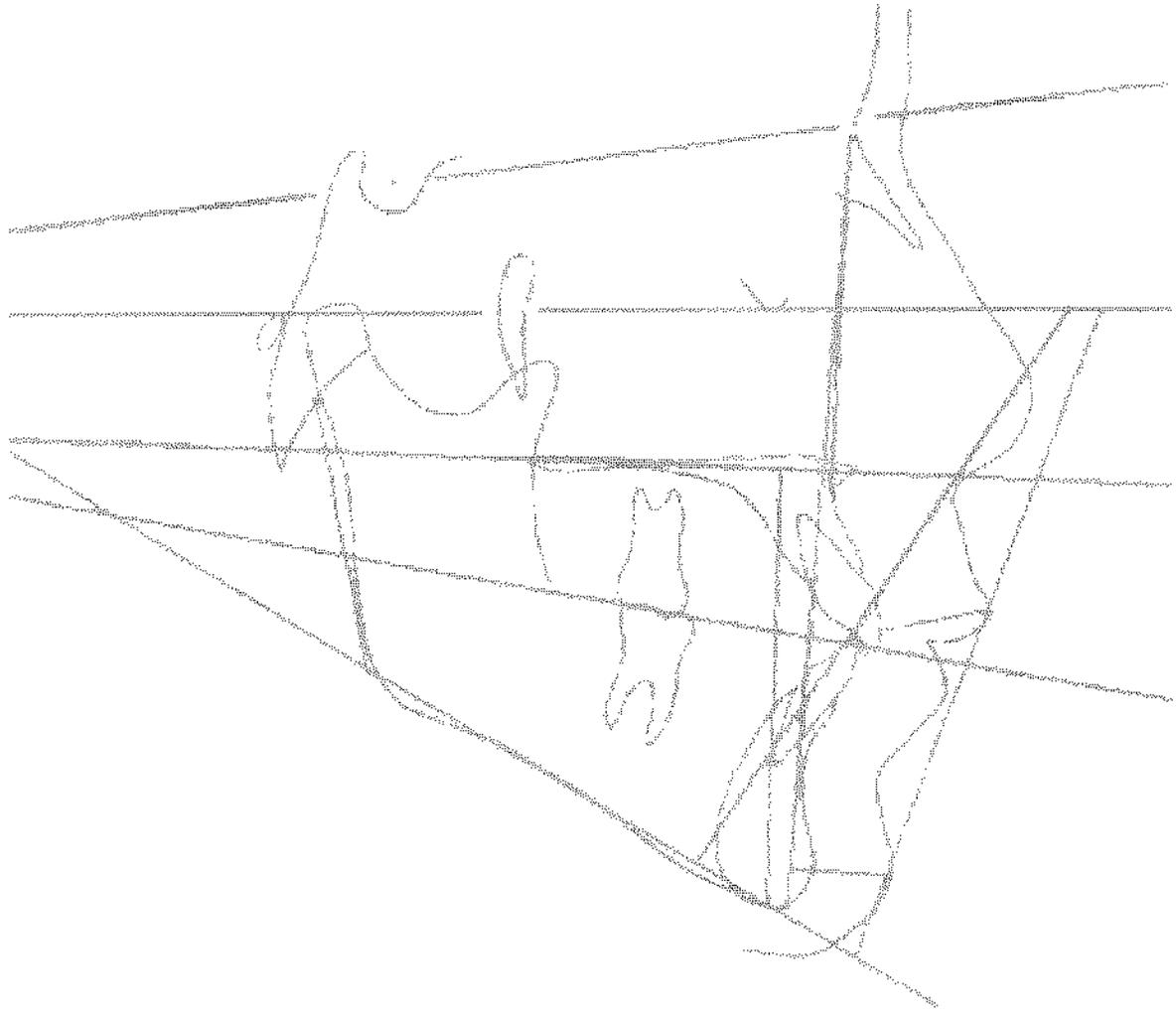


SUMMARY

SUMMARY

It was made a study to evaluate the error of the reproducibility of the cephalometrics values proposed by Tweed-Merrifield philosophy, according to computerized and conventional methods. A sample of thirty lateral cephalometric plates from the post-graduation orthodontics records of the State University of Campinas was analysed. Two different operators made the measuring in two moments, with thirty days interval between each measuring trial. To evaluate the systematic effect of factors under study, variance analysis was made for each variable investigated considering the generated dependence by the accomplishment of several measures in the cephalometric plates of each patient, as well as, it was made t-Student tests. Error variance was determined to estimate the casual errors using Dahlberg's formula, to combine method and operator, and for each measure. Coefficient of reliability was also calculated as an alternative to evaluate the contribution of casual errors in the reproducibility of measures. Data analysis seems to reveal that errors in cephalometrics occurred, mainly as a result of the interference of the factor operator in the reproducibility of the measures. The computerized method was reliable, showing smaller errors variances than the conventional method. The measures FMIA and IMPA showed the greatest errors possibilities, being essential, into the philosophy in study, the replication of tracings, to take safe decisions.

Key words: Orthodontics, cephalometrics, measurement error



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. ADAMS, J.W. Correction of error in cephalometric roentgenograms. **Angle Orthod.**, Appleton, v.10, n.1, p.3-13, Jan. 1940.
2. AHLQVIST, J., ELIASSON, S., WELANDER, U. The effect of projection errors on angular measurements in cephalometry. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v.10, n.4, p.353-361, Oct. 1988.
3. _____, _____, _____. The effect of projection errors on cephalometric length measurements. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v.8, n.3, p.141-148, Aug. 1986.
4. BATTAGEL, J.M. A comparative assessment of cephalometric errors. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v.15, n.4, p.305-314, Oct. 1993.
5. BAUMRIND, S., FRANTZ, R.C. The reliability of head film measurements:
 1. Landmark identification. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.60, n.2, p.111-127, Aug. 1971.

* De acordo com a NBR-6023, de agosto de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos periódicos de conformidade com o "World List of Scientific Periodicals".

6. BAUMRIND, S., FRANTZ, R. C. The reliability of head film measurements: 2. Conventional angular and linear measures. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.60, n.5, p.505-517, Nov. 1971.
7. _____, MILLER, D. M. Computer-aided head film analysis: The University of California San Francisco method. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.78, n.1, p.41-65, July 1980.
8. BENNETT, D. T., SMALES, F. C. Accuracy of angular measurements obtained from radiographic cephalometric analysis. **J. Dent. Res.**, Washington, v.48, n.4, p.595, July- Aug. 1969.
9. BERGIN, R., HALLENBERG, J., MALMGREN, O. Computerized cephalometrics. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo, v.36, n.6, p.349-357, Nov.-Dec. 1978.
10. BJÖRK, A. The face in profile: An anthropological X-ray investigation on Swedish children and conscripts. **Svensk Tandläk. Tidskr.**, Stockholm, v.40, n.36, p.1-180, 1947. *Apud* _____, SOLOW, B. *Op. cit.* Ref.11.
11. _____, SOLOW, B. Measurement on radiographs. **J. Dent. Res.**, Washington, v.41, n.3, p.672-683, May-June 1962.

12. BROADBENT, B.H. A new X-ray technique and its application to orthodontics. **Angle Orthod.**, Appleton, v.1, n.2, p.45-73, Apr. 1931.
13. BROADWAY, E.S., HEALY, M.J.R., POYTON, H.G. The accuracy of tracings from cephalometric lateral skull radiographs. **Dent. Practnr. dent. Rec.**, Bristol, v.12, n.12, p.455-458, Aug. 1962.
14. BROCH, J., SLAGSVOLD, O., ROSLER, M. Error in landmark identification in lateral radiographic headplates. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v.3, n.1, p.9-13, Feb. 1981.
15. BURGER, H.J., ROSSOUW, P.E., STANDER, I. Profile enhancement and cephalometric landmark identification. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v.105, n.3, p.250-256, Mar. 1994.
16. BUSCHANG, P. H., TANGUAY, R., DEMIRJIAN, A. Cephalometric reliability. A full ANOVA model for the estimation of true and error variance. **Angle Orthod.**, Appleton, v.57, n.2, p.168-175, Apr. 1987.
17. CARLSSON, G. E. Error in X-ray cephalometry. **Odont. Tidskr.**, Stockholm, v.75, n.2, p.99-129, Apr. 1967.
18. COHEN, A.M. Uncertainty in cephalometrics. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v.11, n.1, p.44-48, Jan. 1984.

19. DAHLBERG, G. **Statistical methods for medical and biological students**. New York: Interscience Publications, 1940. 282p.

20. DAVIS, D.N., MACKAY, F. Reliability of cephalometric analysis using manual and interactive computer methods. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v.18, n.2, p.105-109, May 1991.

21. FRANKLIN, J.B. Certain factors of aberration to be considered in clinical roentgenographic cephalometry. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.38, n.5, p.351-368, May 1952.

22. GRABER, T.M. A critical review of clinical cephalometric radiography. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.40, n.1, p.1-26, Jan. 1954.

23. GRAVELY, J. F., BENZIES, P. M. The clinical significance of tracing errors in cephalometry. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v.1, n.3, p.95-101, Aug. 1974.

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

25. HATTON, M. E., GRAINGER, R. M. Reliability of measurements from cephalograms at the Burlington orthodontic research centre. **J. Dent. Res.**, Washington, v.37, n.5, p.853-859, Sept.-Oct. 1958.
26. HAYNES, S., CHAU, M.N.Y. The reproducibility and repeatability of the Wits analysis. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v.107, n.6, p.640-647, June 1995.
27. HILLESUND, E., FJELD, D., ZACHRISSON, B. U. Reliability of soft-tissue profile in cephalometrics. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.74, n.5, p.537-549, Nov. 1978.
28. HIXON, E.H. The norm concept and cephalometrics. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.42, n.12, p.898-906, Dec. 1956.
29. HOFRATH, H. Die bedeutung der röntgenfern und abstandsaufnahmen für die diagnostik der kiefenanomalien. **Fortschr. Orthod.**, Berlim, v.2, p.232-258, 1931. *Apud* INTERLANDI, S. **Ortodontia: bases para a iniciação**. São Paulo: Artes Médicas, 1977. 364p.
30. HOUSTON, W.J.B. The analysis of errors in orthodontic measurements. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.83, n.5, p.382-390, May 1983.

31. HOUSTON, W.J.B. The application of computer aided digital analysis to orthodontic records. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v.1, n.2, p.71-79, Apr. 1979.
32. JÄRVINEN, S. A study of the factors causing differences in the relative variability of linear radiographic cephalometric measurements. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v.92, n.1, p.17-23, July 1987.
33. KROGMAN, W. M., SASSOUNI, V. **A syllabus in roentgenographic cephalometry**. Philadelphia, 1957. 366p.
34. KROGSTAD, O., KVAM, E. Geometric errors in measurements on X-ray films. A methodologic study on lateral model exposures. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo, v.29, n.3, p.185-196, May-June 1971.
35. KVAM, E., KROGSTAD, O. Variability in tracings of lateral head plates for diagnostic orthodontic purposes. A methodologic study. **Acta Odontol. Scand.**, Oslo, v.27, n.6, p.359-369, Nov.-Dec. 1969.
36. LIU, Y. T., GRAVELY, J. F. The reliability of the "Ortho Grid" in cephalometric assessment. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v.18, n.1, p.21-27, Feb. 1991.

37. MARTINS, L.P. **Erro de reprodutibilidade das medidas das análises cefalométricas de Steiner e de Ricketts pelos métodos convencional e computadorizado.** Tese (Mestrado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 1993. 121p.
38. MERRIFIELD, L. L. **Tweed course syllabus.** Tucson: Charles Tweed Foundation, 1990.
39. MIDTGARD, J., BJÖRK, G., LINDER-ARONSON, S. Reproducibility of cephalometric landmarks and errors of measurements of cephalometric cranial distances. **Angle Orthod.**, Appleton, v.44, n.1, p.56-61, Jan. 1974.
40. MOYERS, R. E., BROOKSTEIN, F. L., HUNTER, W.S. Analysis of the craniofacial skeleton: Cephalometrics. *In*: _____ **Handbook of orthodontics.** 4.ed., Chicago: Year Book Medical, 1988. Cap. 12, p.247-309.
41. NIMKARN, Y., MILLES, P. G. Reliability of computer-generated cephalometrics. **Int. J. Adult Orthodon. Orthognath Surg.**, Chicago, v.10, n.1, p.43-52, Spring 1995.

42. OLIVER, R.G. Cephalometric analysis comparing five different methods. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v.18, n.4, p.277-283, Nov. 1991.
43. ÖRTENDAHL, T. W., BORRMAN, H., GRÖNDAHL, H-G. Quality assessment of lateral cephalograms amongst radiologists and orthodontists. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v.21, n.1, p.45-51, Feb. 1994.
44. RICHARDSON, A. A comparison of traditional and computerized methods of cephalometric analysis. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v.3, n.1, p.15-20, Feb. 1981.
45. _____. An investigation into the reproducibility of some points, planes, and lines used in cephalometric analysis. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.52, n.9, p.637-651, Sept. 1966.
46. RICKETTS, R. M. The evolution of diagnosis to computerized cephalometrics. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.55, n.6, p.795-803, June 1969.
47. _____. et al. An overview of computerized cephalometrics. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.61, n.1, p.1-28, Jan. 1972.
48. SANDLER, P.J. Reproducibility of cephalometric measurements. **Br. J. Orthod.**, Oxford, v.15, n.2, p.105-110, May 1988.

49. SAVAGE, A. W., SHOWFETY, K. J., YANCEY, J. Repeated measures analysis of geometrically constructed and directly determined cephalometric points. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v.91, n.4, p.295-299, Apr. 1987.
50. SAVARA, B.S. The role of computers in dentofacial research and the development of diagnostic aids. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.61, n.3, p.231-245, Mar. 1972.
51. _____. Use of computer techniques in the study of growth. **Adv. oral Biol.**, New York, v.4, p.1-9, 1970.
52. _____, TRACY, W. E., MILLER, P. A. Analysis of errors in cephalometric measurements of three-dimensional distances on the human mandible. **Archs. oral Biol.**, Oxford, v.11, n.2, p.209-217, Feb. 1966.
53. SEKIGUCHI, Y., SAVARA, B.S. Variability of cephalometric landmarks used for face growth studies. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v.61, n.6, p.603-618, June 1972.
54. SPOLYAR, J.L. Head positioning error in cephalometric radiography: an implant study. **Angle Orthod.**, Appleton, v.57, n.1, p.77-88, Jan. 1987.

55. STABRUN, A.E., DANIELSEN, K. Precision in cephalometric landmark identification. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v.4, n.3, p.185-196, Aug. 1982.
56. THUROW, R.C. Cephalometric methods in research and private practice. **Angle Orthod.**, Appleton, v.21, n.2, p.104-116, Apr. 1951.
57. TNG, T.T.H. et al. Validity of cephalometric landmarks. An experimental study on human skulls. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v.16, n.2, p.110-120, Apr. 1994.
58. TWEED, C.H. **Clinical orthodontics**. Saint Louis: Mosby, 1966. 2v.
59. VADEN, J. L., DALE, J. G., KLONTZ, H. A. The Tweed-Merrifield edgewise appliance: philosophy, diagnosis, and treatment. *In*: GRABER, T.M., VANARSDALL JUNIOR, R.L. **Orthodontics current principles and techniques**. 2.ed., St. Louis: Mosby, 1994. cap.11, p.627-684.
60. WALKER, G. F. Cephalometrics and computer. **J. Dent. Res.**, Washington, v.46, n.6, p.1211, Nov.-Dec. 1967. [Supplement, 6]
61. YEN, P.K.J. Identification of landmarks in cephalometric radiographs. **Angle Orthod.**, Appleton, v.30, n.1, p.35-41, Jan. 1960.