

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO  
MOVIMENTO HUMANO**

**TATIANA COMERLATO**

**Avaliação da postura corporal estática no  
plano frontal a partir de imagem digital**

**PORTO ALEGRE**

**2007**

TATIANA COMERLATO

# **Avaliação da postura corporal estática no plano frontal a partir de imagem digital**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Área de concentração: Biomecânica

Orientador: Prof. Dr. Jefferson Fagundes Loss

**PORTO ALEGRE**

**2007**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, **Danilo e Leocádia**, e irmãos, **Daniele e Cassiano**, pela base sólida que me proporcionam, pelo apoio incondicional, pelos conselhos, pelo conforto nas horas difíceis e pela torcida sempre;

Ao professor **Dr. Jefferson Fagundes Loss**, por me aceitar como orientanda, por me orientar de forma tranqüila, pela disponibilidade e amizade a mim dispensados nestes dois anos;

A professora Dra. **Cláudia Tarragô Candotti** pelas dicas, pela indicação de referências bibliográficas importantes para construção deste trabalho e por toda ajuda prestada;

Ao meu namorado, **Miguel**, pelo companheirismo, pelo incentivo, pela compreensão, pela ajuda na coleta de dados, na localização de artigos e em tantos outros momentos importantes desta caminhada;

Ao médico e amigo **Rafael Badalotti** e ao **Hospital São Lucas** de Porto Alegre; ao médico **Aldo Pazza** e a clínica de radiologia **Cozma** em Erechim; e a clínica de radiologia da **Unimed** de Taquara, por permitirem o acompanhamento dos pacientes;

**A todos os pacientes** que se disponibilizaram a participar desta pesquisa, sem eles nada disso seria possível;

A **Tássia** por me auxiliar desde o início com a sua própria pesquisa, que foi a base para a construção deste trabalho e, principalmente, por me acompanhar na coleta de dados, e ao **André** por também me ajudar na coleta de dados;

A todos os colegas de mestrado pela parceria, pelas risadas e pela força nos momentos mais complicados, em especial a **Ale**, ao **Juliano** e a **Mari**;

Aos professores do curso de Fisioterapia da URI, **Miriam e Elvis**, por diferentes formas de apoio; e a coordenadora do curso, professora **Fernanda**, pela ajuda e pela compreensão nos momentos em que precisei me afastar do trabalho.

A todas as outras pessoas que de alguma forma colaboraram para que eu conseguisse realizar esta pesquisa.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a validade da utilização de uma metodologia de avaliação postural baseada na identificação de estruturas anatômicas ósseas por palpação, na utilização de marcadores de superfície e na aquisição de imagens digitais, e a avaliar a validade do *software* Avaliação Postural a Partir de Imagens Digitais (APPID) na identificação e caracterização da postura da coluna vertebral estática no plano frontal. Foram avaliados 24 indivíduos (16 mulheres e 8 homens) que possuíam requisição médica para realização de exames radiográficos da coluna vertebral e cujas médias foram: idade (31,9 anos  $\pm$  12,3), massa corporal (58,4 kg  $\pm$  9,4) e estatura (1,66 m  $\pm$  0,07). Marcadores reflexivos contendo chumbo foram posicionados sobre os processos espinhosos das vértebras C7, T2, T4, T6, T8, T10, T12, L2, L4 e S2, localizadas por palpação em cada indivíduo. Uma imagem radiográfica foi obtida e em seguida uma imagem fotográfica, ambas no plano frontal e em ortostatismo. Por meio da imagem radiográfica foram observados o posicionamento dos marcadores de superfície e a localização das respectivas estruturas ósseas internas e foram realizados dois procedimentos para verificar sua concordância: a avaliação do posicionamento espacial dos marcadores e a distância dos mesmos ao respectivo processo espinhoso. Estatisticamente não existiram indícios na amostra de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os pontos de marcação na coluna vertebral quanto ao posicionamento espacial dos marcadores ( $\chi^2 = 13,118$ ;  $p = 0,157$ ), e nem quanto à distância dos marcadores em relação ao nível espinhal ( $\chi^2 = 9,366$ ;  $p = 0,404$ ); ou seja, o marcador identificou da mesma forma todas as vértebras estudadas. Para análise da validade do *software* APPID foram digitalizadas as imagens fotográficas e o laudo fornecido pelo programa foi comparado ao laudo radiográfico, quanto à identificação e caracterização da escoliose e não houve diferença estatisticamente significativa entre as duas formas de avaliação ( $z = -0,891$ ;  $p = 0,373$ ). Complementando este resultado, as Flechas de Charrière & Roy, fornecidas pelo *software* APPID, foram correlacionados ao ângulo de Cobb, nas regiões torácica ( $r = 0,75$ ;  $p < 0,001$ ) e lombar ( $r = 0,76$   $p = 0,007$ ). Os resultados obtidos demonstram que existiu um forte grau de concordância entre os resultados quantitativos fornecidos pelos dois métodos e que esta concordância é estatisticamente significativa. A partir destes resultados pode-se concluir que a metodologia de palpação utilizada neste trabalho para identificação dos processos espinhosos da coluna vertebral permitiu que o *software* APPID fornecesse resultados válidos quanto à identificação, classificação e mensuração da escoliose idiopática nos indivíduos estudados. Assim, esta metodologia de palpação e marcação dos processos espinhosos, associada ao *software* APPID, caracteriza uma alternativa válida e simples para avaliação da postura estática no plano frontal. Novos estudos precisam ser realizados para verificar a reprodutibilidade do método.

Palavras Chave: Avaliação postural, escoliose, palpação, imagem digital.

## ABSTRACT

The aim of this study was to verify the validity of using a postural assessment methodology based on the identification of bony anatomic structures through palpation, using surface markers and in the acquisition of digital images, and to evaluate the validity of the software Postural Assessment From Digital Images (PAFDI) in the identification and characterization of the static spine column in the frontal plan. 24 subjects (16 females and 8 males) that had a medical statement to perform radiography exams in the spine column and whose averages were: age (31.9 years old  $\pm$ 12.3) body mass (58.4kg  $\pm$  9.4) and stature (1.66 m  $\pm$  0.07) were evaluated. Reflexive markers containing lead were placed on the vertebrae C7, T2, T4, T6, T8, T10, T12, L2, L4 and S2, found through palpation in each individual. A radiographic image was obtained and then a photographic image, both in the frontal plan and in orthostatic position. Through the radiographic image it was possible to observe the positioning of the surface markers and the localization of their internal bony structures and two procedures were performed in order to verify its concordance: the evaluation of spatial positioning of the markers and their distance regarding the spine process. Statistically, in the sample, there were not clues of significant differences ( $p < 0,05$ ) between the marking points in the spine column regarding the spatial positioning of the markers ( $\chi^2=13,118$ ;  $p=0,157$ ), nor regarding the distance of the markers in relation to the spine level ( $\chi^2=9,366$ ;  $p=0,404$ ); that is, the marker identified all the vertebrae under study the same way. For the analysis of the validity of the PAFDI software, the photographic images were digitalized and the report supplied by the program was compared to the radiographic report, regarding the identification and characterization of scoliosis, and there was not a statistically significant difference between the two forms of evaluation ( $z=-0,891$ ;  $p=0,373$ ). Complementing this result, the Charrière & Roy's Arrows, supplied by PAFDI software, were correlated to Cobb's angle, in the thoracic regions ( $r=0,752$ ;  $p < 0,001$ ) and lumbar ( $r=0,760$   $p=0,007$ ). The results obtained showed that there was a strong degree of concordance between the quantitative results supplied by the two methods and that this concordance is statistically significant. From these results, it can be concluded that the palpation methodology used in this work to identify the spiny processes of the spine column allowed the software PAFDI to give valid results regarding identification, classification and mensuration of idiopathic scoliosis in the individuals under study. Thus, the palpation methodology and the marking of spiny processes, associated to software PAFDI are a simple and valid alternative for the evaluation of the static posture in the frontal plan. New studies must be performed to prove the reliability of the method.

Key words: Postural assessment, scoliosis, palpation, digital image

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> – Marcadores reflexivos sobre os pontos anatômicos de referência e fio de prumo .....	36
<b>FIGURA 2</b> – Alvo utilizado na classificação da localização dos marcadores de chumbo.....	40
<b>FIGURA 3</b> – Classificação espacial da localização dos marcadores de chumbo....	40
<b>FIGURA 4</b> – Paquímetro.....	42
<b>FIGURA 5</b> – Mensuração da distância entre marcador e processo espinhoso em valores percentuais do diâmetro do marcador .....	42
<b>FIGURA 6</b> – Mensuração do ângulo de Cobb.....	44
<b>FIGURA 7</b> – Mensuração das Flechas de Charrière e Roy (em verde) e Laudo fornecido pelo <i>software</i> APPID.....	44
<b>FIGURA 8</b> – Gráfico BoxPlot representando a distribuição espacial dos mediana, marcadores de superfície de acordo com a escala de 0 a 5, quanto ao mínimo, máximo e média .....	48
<b>FIGURA 9</b> – Gráfico BoxPlot representando a distância em número de diâmetros dos marcadores de superfície ao processo espinhosos, quanto ao mínimo, mediana, máximo e média.....	49
<b>FIGURA 10</b> – Gráfico BoxPlot representando o logaritmo das distância dos marcadores de superfície ao processo espinhosos, quanto ao mínimo, máximo mediana, e média.....	50

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> – Possíveis resultados diagnósticos para escoliose emitidos pelo software APPID, e respectiva codificação adotada para análise estatística.....	43
<b>TABELA 2</b> – Escores médios da distribuição espacial dos marcadores por nível espinhal.....	48
<b>TABELA 3</b> – Valores médios das distância, em número de vezes o diâmetro marcado, dos marcadores aos processos espinhosos.....	51
<b>TABELA 4</b> - Dados brutos obtidos dos laudos do exame radiográfico e da digitalização das fotos e respectivo código.....	52
<b>TABELA 5</b> – Média, desvio padrão e limite do ângulo de Cobb nas regiões torácica, tóraco-lombar e lombar direita (D) e esquerda (E).....	53
<b>TABELA 6</b> – Média, desvio padrão e limite das Flechas de Charrière & Roy (cm) nas regiões torácica, tóraco-lombar e lombar direita (D) e esquerda (E).....	53
<b>TABELA 7</b> – Coeficiente de correlação (r) e valor <i>p</i> das variáveis numéricas fornecidas pelo software APPID (Flechas) e pelo exame radiográfico (ângulo de Cobb).....	54

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	09
1.1 OBJETIVOS GERAL .....	11
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	11
<b>2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA</b> .....	12
2.1 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS .....	12
<b>2.1.1 variáveis Dependentes</b> .....	12
<b>2.1.2 variáveis Independentes</b> .....	12
<b>2.1.3 Variáveis Intervenientes</b> .....	12
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
3.1 POSTURA .....	13
3.2 POSTURA DE REFERÊNCIA .....	14
3.3 ALTERAÇÕES POSTURAS .....	18
<b>3.3.1 Escoliose</b> .....	19
3.4 AVALIAÇÃO POSTURAL .....	22
<b>3.4.1 Metodologias não invasivas de avaliação postural</b> .....	25
<b>3.4.2 Metodologias invasivas de avaliação postural</b> .....	30
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	34
4.1. TIPO DE ESTUDO.....	34
4. 2. POPULAÇÃO E AMOSTRA .....	34
4. 3. PROCEDIMENTOS DE AQUISIÇÃO DOS DADOS .....	35
<b>4. 3.1 Palpação e marcação dos pontos anatômicos de referência</b> .....	35
<b>4. 3.2 Exame radiográfico e registro fotográfico</b> .....	37
4. 4 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS .....	38



<b>4.4.1 Escolha da metodologia de avaliação para escoliose .....</b>	<b>38</b>
<b>4.4.2 Análise da concordância entre marcadores e respectivos processos espinhosos .....</b>	<b>39</b>
4.4.2.1 Classificação quanto ao posicionamento espacial dos marcadores .....	39
4.4.2.2 Mensuração da distância entre marcadores e respectivas estruturas ósseas .....	41
<b>4.4.3 Comparação entre os resultados do exame radiográfico e do APPID ..</b>	<b>42</b>
<b>4.4.4 Tratamento estatístico .....</b>	<b>45</b>
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
5.1 CONCORDÂNCIA ENTRE PONTOS ANATÔMICOS E MARCADORES .....	47
<b>5.1.1 Posicionamento espacial dos marcadores .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1.2 Distância entre o marcador e a respectiva estrutura óssea .....</b>	<b>49</b>
5.2 CONCORDÂNCIA ENTRE RESULTADOS DO EXAME RADIOGRÁFICO E RESULTADOS FORNECIDOS PELO APPID .....	51
<b>5.2.1 Laudo do exame radiográfico X laudo do APPID .....</b>	<b>51</b>
<b>5.2.2 Ângulo de Cobb X Flechas de Charrière &amp; Roy .....</b>	<b>52</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>7 CONCLUSÕES .....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>71</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Os distúrbios músculo-esqueléticos, principalmente os relacionados com a coluna vertebral, têm alta prevalência e representam grande parte dos atendimentos em consultórios médicos e de fisioterapia. Muitos dos fatores desencadeantes desses distúrbios são decorrentes de maus hábitos posturais, os quais causam desequilíbrios musculares e perda de flexibilidade, predispondo o corpo a lesões musculares e a processos degenerativos, causados provavelmente pela aplicação irregular de forças (CORBIN & NOBLE, 1980 e FAIRWEATHER & SIDAWAY, 1993, *in* ROSA *et al*, 2002). Inicialmente essas alterações podem passar despercebidas, mas, com o tempo e sem a devida atenção, podem evoluir para alterações mais graves.

O fisioterapeuta, profissional da saúde responsável pela reabilitação física, tem papel importante na prevenção, orientação e tratamento das alterações posturais. Conhecendo as conseqüências de um alinhamento postural inadequado sobre a biomecânica do sistema músculo-esquelético, muitos fisioterapeutas têm voltado sua atenção profissional para programas de correção postural cada vez mais efetivos. Entretanto, na hora de quantificar as alterações posturais e os resultados de sua atuação e das técnicas terapêuticas escolhidas, o fisioterapeuta depara-se com a falta de ferramentas que possibilitem a obtenção de dados objetivos na avaliação dos aspectos morfológicos da estática humana, que permitam um diagnóstico quantitativo das alterações posturais e que demonstrem, com confiabilidade, os resultados de sua atuação.

Tradicionalmente a avaliação clínica das alterações posturais tem se baseado nos exames de Raios-X que, para o acompanhamento da evolução dos pacientes, necessita ser realizado com periodicidade. O principal problema desta prática clínica reside no fato da exposição continuada à radiação, principalmente em adolescentes em fase de crescimento, com aumento do risco de desenvolvimento de câncer de mama, tireóide e leucemia (DOODY *et al*, 2000; BONE & HSIEH, 2000; RAO & GREGG, 1984 *in* MIOR, 1996). Para evitar o perigo do efeito negativo que podem

provocar as irradiações múltiplas no percurso do crescimento é conveniente não repetir os exames radiográficos antes de se passarem seis meses (TRIBASTONE, 2001). No entanto, observa-se na prática da clínica ortopédica, muitas vezes, a solicitação da repetição do exame radiográfico em intervalos inferiores.

A avaliação postural tradicional, a qual utiliza um posturógrafo e um fio de prumo, associada a testes especiais de comprimento e força muscular tem sido uma opção dos fisioterapeutas na tentativa de minimizar a exposição de seus pacientes a radiação iônica. Avaliações similares são realizadas por outros profissionais da saúde, como educadores físicos, médicos, entre outros. No entanto, as informações obtidas com esta avaliação são de caráter subjetivo, uma vez que dependem da experiência do avaliador e, muitas vezes, são relegadas, não se constituindo em uma ferramenta útil. Assim, especula-se que se a avaliação postural tradicional pudesse fornecer resultados mais objetivos e confiáveis, passaria a representar uma opção aos fisioterapeutas, não somente para auxiliar no diagnóstico, mas principalmente para acompanhar a evolução de seus tratamentos.

Várias técnicas não radiográficas de avaliação das alterações posturais têm sido propostas com o intuito de medir a severidade das curvas da coluna e tornar a avaliação postural mais quantitativa. Muitas destas técnicas como o Escoliometro (CÔTÉ *et al*, 1998), Topografia de Moiré (STOKES e MORELAND, 1989; FERNANDES *et al*, 2003), *Integrated Spinal Imaging System Scanning – ISIS* (THEOLOGIST *et al*, 1993; THEOLOGIST *et al*, 1997; TURNER-SMITH *et al*, 1988), Eletrogoniometria - *Metrecom Skeletal Analysis System* (MIOR *et al*, 1996), *Quantec system* (GOLDBERG *et al*, 2001), *Spinal Mouse Sistem* (MANNION *et al*, 2004) e outras (LEROUX *et al*, 2000; BRYANT *et al*, 1989) usam o contorno da superfície da coluna para prever a curvatura subjacente. No entanto, considerando a sofisticação e alto custo de algumas destas técnicas, o que dificulta seu acesso aos profissionais da saúde, e o fato de que seus resultados não são totalmente satisfatórios, entendeu-se necessária a condução de mais estudos que buscassem quantificar a avaliação da postura humana. Além disso, com exceção feita às técnicas que utilizam a topografia de superfície, a maior parte das demais técnicas encontradas na literatura se propõe a avaliar as curvas da coluna vertebral apenas no plano sagital, o que impede que os desequilíbrios que se apresentam no plano frontal, como a escoliose, sejam avaliados e acompanhados de forma objetiva pelos

terapeutas. Neste sentido, este estudo se propôs a testar a validade da utilização de uma metodologia de avaliação postural, baseada na identificação de estruturas anatômicas ósseas por palpação, na utilização de marcadores de superfície e na aquisição de imagens digitais, e a testar a validade do *software* Avaliação Postural a Partir de Imagens Digitais (APPID) na identificação e caracterização da postura da coluna vertebral estática no plano frontal.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Propor uma metodologia válida para avaliação postural estática da coluna vertebral, no plano frontal, a partir de imagens digitais, analisadas no *software* Avaliação Postural a Partir de Imagens Digitais (APPID).

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar as etapas necessárias para uma avaliação postural no plano frontal;
- Verificar a concordância entre os pontos anatômicos de referência obtidos pela palpação e pelo exame de raio-X;
- Verificar a concordância dos resultados da avaliação postural realizada pela análise das fotografias digitais no APPID com os resultados obtidos pelo exame radiográfico, realizados no mesmo local e hora da realização das fotos.

## **2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA**

A metodologia de avaliação postural a partir da palpação de pontos anatômicos, utilização de marcadores de superfície e aquisição de imagens digitais pode fornecer parâmetros válidos sobre o posicionamento estático da coluna e identificar a existência de desvios laterais?

### **2.1 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS**

#### **2.1.1 Variável Dependente**

Identificação da postura: expressa pelo APPID com base nas informações obtidas da digitalização das fotos e critérios de Charrière & Roy (1987).

#### **2.1.2 Variável Independente**

Posição dos pontos anatômicos: localizados manualmente por apalpação e digitalmente por meio da identificação dos pontos nas fotos digitalizadas.

#### **2.1.3 Variáveis Intervenientes**

- Obesidade;
- Experiência do avaliador na palpação dos pontos anatômicos de referência;
- Variações morfológicas na estrutura óssea dos indivíduos.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 POSTURA

A palavra postura deriva da palavra *positura* (na língua italiana) que tem o significado original de posição, atitude ou hábitos posturais (TRIBASTONE, 2001). Várias definições para postura podem ser encontradas. Alguns autores (KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995; KNOPLICH, 2003; MOFFAT & VICKERY, 2002) a definem de uma forma mais geral, como uma posição assumida pelo corpo, independente da situação, se parado, em movimento, sentado, deitado, etc. Nesta mesma linha, Tribastone (2001) entende postura como a posição mantida pelo corpo, automática e espontaneamente, em harmonia com a força gravitacional e predisposto a passar do estado de repouso ao movimento. Já para Roaf, citado por Knoplich (2003), a postura é a posição que o corpo assume na preparação do próximo movimento, de modo que a posição de pé, estática, não se constitui em uma verdadeira postura pois, por exemplo, um indivíduo com todas as articulações anquilosadas poderia ficar de pé, mas não teria condições de se adaptar às necessidades do meio, ou mover-se para assumir qualquer outra postura.

Provavelmente, a definição mais tradicional de postura seja aquela encontrada em um relato do Comitê de Postura da *American Academy of Orthopaedic Surgeon* que define postura como o arranjo relativo das partes do corpo, onde o equilíbrio muscular e esquelético é responsável pela boa postura e eficiência muscular. Assim, uma relação defeituosa entre as partes do corpo provoca um equilíbrio menos eficiente sobre a base de sustentação e caracteriza a má postura (KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995).

A manutenção da postura é regida por um sistema bastante complexo. Envolve um conjunto de reflexos de natureza miotática ou somatossensorial, ocular, vestibular e de mecanismos psicológicos que procuram regular com a máxima economia cada movimento (MOCHIZUKI & AMADIO, 2003; TRIBASTONE, 2001; BRICOT, 2001). As principais funções do Sistema Postural são suporte, estabilidade e equilíbrio, sendo responsável (1) pela luta contra a gravidade e manutenção da

postura ereta; (2) pela oposição às forças externas; (3) por situar o corpo no espaço-tempo estruturado; (4) por guiar e reforçar o movimento e (5) pelo equilíbrio do corpo durante o movimento (MOCHIZUKI & AMADIO, 2003; BRICOT, 2001).

A boa postura esta associada à saúde, pois é a posição do corpo que envolve o menor gasto de energia, distribuindo o esforço sobre os vários ossos, músculos, tendões, ligamentos e discos e obtendo o máximo de eficiência do corpo. A manutenção de uma postura inadequada acarreta diversos problemas para o corpo humano, tais como aumento do estresse total e distribuição deste estresse para estruturas menos capazes de suportá-lo, o que resulta em sobrecarga indevida sobre ossos, articulações e músculos (MOFFAT & VICKERY, 2002; KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995), provoca dores, enrijecimentos, contraturas; limitações aos movimentos, queda do rendimento muscular, propensão a câibras, distensões, tendinites, entre outras (BRICOT, 2001).

Rosa *et al* (2002) descreveram as principais alterações que ocorrem na estrutura dos músculos e do tecido conjuntivo, causados pela manutenção de uma postura inadequada. Segundo estes autores, ocorrem alterações no número de sarcômeros em série, aumento na proporção de tecido conjuntivo com deposição aleatória de suas fibras, aproximação dos elementos da matriz e formação de ligações cruzadas anormais. Essas alterações contribuem para redução na extensibilidade do tecido conjuntivo, provocando perda de flexibilidade, diminuição no arco de movimento, proporcionando lesões e diminuição na força de contração máxima.

### 3.2 POSTURA DE REFERÊNCIA

Tradicionalmente, testes de avaliação postural buscam caracterizar a postura dos indivíduos utilizando como referencial a chamada postura padrão. A definição de alinhamento postural proposta por Kendall é a referência utilizada internacionalmente como padrão de postura normal (FERREIRA, 2005). Segundo esta definição a postura será considerada ideal quando, na vista lateral, a linha de prumo coincidir com uma posição ligeiramente anterior ao maléolo lateral e ao eixo da articulação do joelho e ligeiramente posterior ao eixo do quadril; deverá passar

pelo corpo da vértebras lombares, pela articulação do ombro, corpo da maioria das vértebras cervicais, meato auditivo externo e levemente posterior ao ápice da sutura coronal. A posição ideal para cabeça é aquela na qual ela encontra-se bem equilibrada, mantida com mínimo esforço muscular. A cabeça não deve estar inclinada nem rodada. O fio de prumo deve passar pelo lóbulo da orelha e na vista posterior deve coincidir com a linha média da cabeça e com os processos espinhosos cervicais. Neste alinhamento esquelético ideal as articulações encontram-se em uma posição estável e o peso corporal está equilibradamente distribuído, as curvas da coluna estão normais e a pelve está na posição neutra, segundo Kendall, esta postura envolve uma quantidade mínima de esforço e conduz à eficiência máxima do corpo (KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995).

Outros autores procuram definir o que caracteriza uma postura ideal do ponto de vista mecânico e não há um consenso absoluto sobre esta definição nos autores pesquisados, no entanto todos utilizam o equilíbrio e simetria dos segmentos corporais em torno de uma linha imaginária análoga a da gravidade como parâmetro para postura ideal. Para Bienfait (1999), Bricot (2001) e Rocha (2002) um corpo está em equilíbrio quando a vertical traçada a partir de seu centro de gravidade cai na base de sustentação eqüidistante aos dois pés. Projetada posteriormente a linha de gravidade deve acompanhar a linha reta formada pelos processos espinhosos, passar pela linha interglútea e cair a meia distância dos calcanhares (ROCHA, 2002).

No plano frontal diferentes linhas devem estar no mesmo plano horizontal: linha entre as pupilas; entre os dois tragus; entre os mamilos, os dois ossos estilóides; a cintura escapular e a cintura pélvica. No plano horizontal não pode haver recuo nem avanço de uma nádega em relação à outra (BRICOT, 2001).

Quando vista na observação frontal, a cabeça pode estar levemente inclinada para um dos lados. Esta leve flexão lateral da cabeça é considerada normal, devendo estar o resto da coluna vertebral em posição ereta. Isto é resultante da posição das vértebras C1 (atlas) e C2 (axis), que não estão em completa oposição, nem em completa simetria (CAILLIET, 1976). Segundo Binfait (2000) a cabeça coordena todo o equilíbrio do corpo e tem duas funções estáticas: manter-se vertical e manter a horizontalidade do olhar.



A posição neutra da pelve é aquela onde as EIAS (espinhas Íliacas ântero-superiores) ficam na mesma posição horizontal; e as EIAS e a EIPS (espinha Íliaca pósterio superior) ficam no mesmo plano (KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995; BIENFAIT, 1995).

As curvas da coluna humana na posição estática idealizada apresentam-se da seguinte forma: côncava, na região cervical na altura de C6 e C7; convexa, na região dorsal na altura de T5 e T6; côncava, na região lombar na altura de L3 e L4 e convexa, na região sacra na altura de S3 e S4 (ROCHA, 2002). Stagnara registrou entre os adultos franceses e italianos normais, um valor médio de 37 graus para a cifose torácica e de 50 graus para a lordose lombar (STAGNARA, 1982 *apud* OGILVIE, 1994).

Para Charrière & Roy (1975) existem quatro referências ósseas que permitem julgar as curvaturas lombar, dorsal e cervical. Estes pontos de referência são: (1) no sacro, a parte mais posterior, na origem do sulco glúteo – S2; (2) no processo espinhoso da vértebra L4, em grande maioria ápice da curvatura lombar; (3) no processo espinhoso da T6 ou T7, geralmente ápice da curvatura dorsal; e (4) no processo espinhoso da proeminente C7. Num esquema considerado padrão pelos autores, deve-se traçar uma linha vertical imediatamente atrás do indivíduo, de modo que os ápices das curvaturas cifóticas (sacral e dorsal) tangenciem a linha. As distâncias entre o ponto da região cervical (C7) e lombar (L4) e a linha vertical devem ser, respectivamente, em adultos de estatura alta, 45/40 mm, e em adultos de estatura baixa, 30/25 mm; para crianças, 25/20 mm em crianças grandes e 35/30 mm em crianças pequenas.

Bricot (2001) faz referência a um modelo bastante parecido com este de Charrière & Roy: o plano escapular e o plano das nádegas devem estar alinhados, ou seja, tangenciem a linha vertical posterior ao indivíduo. Em contrapartida, as curvaturas das colunas lombar e cervical devem ter uma distância de 4 a 6cm e 6 a 8cm, respectivamente, da linha vertical.

Segundo Ogilvie (1994), condições patológicas que provocam um contorno anormal no plano sagital, como perda da lordose normal ou cifose torácica excessiva, ou um desvio no plano coronal, como a escoliose, podem alterar o equilíbrio e a coordenação, interferir na função dos órgãos internos, permitir a degeneração prematura da coluna e causar deteriorização da função neurológica.

No entanto, a aceitação de que o alinhamento e a simetria dos seguimentos corporais são o padrão para que a postura seja considerada boa e não acarrete danos à saúde é questionada por alguns autores. Ferreira (2005) salienta que este alinhamento e simetria dificilmente são encontrados na população e que mesmo aqueles que não referem nenhuma dor no sistema músculo-esquelético apresentam alguma alteração na postura. Para Smith, Weiss e Lehmkuhl (1997) a postura idealmente vertical não é natural, pois para mantê-la é necessário solicitá-la, gerando um esforço consciente e aumento acentuado de atividade muscular. Para estes autores a postura ereta normal deve ser o relaxamento e o conforto corporal em vez de um modelo ideal e pré-determinado. Da mesma forma para Vieira e Souza (1999) verticalidade não é sinônimo de boa postura, pois mesmo em pessoas que apresentam este alinhamento considerado ideal podem estar agindo forças indevidas que traumatizam os tecidos musculares e articulares.

Segundo a revisão feita por Vieira e Souza (2005), a ligação da verticalidade na posição ortostática, do alinhamento e simetria dos segmentos corporais como parâmetros de boa postura relacionam-se historicamente a valores morais e datam de antes de Cristo, época em que os desvios dos segmentos corporais, o relaxamento muscular e a perda de compostura eram vistos como sinais de desvirtuamento da alma. Na Idade Média, da mesma forma, o posicionamento mediano do corpo e o alinhamento da cabeça ainda tinham conotação moral, sendo a *modestia*, entendida como o ideal de medida e o justo meio a virtude específica do gesto e da postura (SCHMITT, 1995 *in* VIEIRA & SOUZA,1999). Existe ainda a interferência de padrões estéticos ou sociais no que a literatura define como postura biomecanicamente adequada (RACH & BURKE,1977).

Vieira & Souza (1999) definem a postura normal como sendo “a capacidade de manter e movimentar todas as partes do corpo de maneira coordenada e confortável, sem perder a mobilidade, sem sobrecarregar a estrutura anatômica do indivíduo e sem gerar tensões desnecessárias nas mais variadas situações da vida diária” (pg. 5).

A partir desta revisão sobre o conceito de postura padrão, percebe-se que ainda há muito o que pesquisar e discutir a respeito deste tema e que, talvez, a postura humana não precise realmente corresponder com rigidez absoluta aos quesitos de alinhamento, simetria e verticalidade para que não traga prejuízos ao

bem estar corporal. A individualidade de cada ser humano deve sempre ser levada em conta e a postura não deve ser avaliada somente do ponto de vista mecânico. A avaliação do alinhamento postural deve corresponder apenas a uma parte de uma avaliação postural, que deverá ser composta ainda por uma anamnese, por um exame funcional, por inspeção, palpação, provas de equilíbrio e exames complementares (PEREIRA, 2003), e este conjunto de passos é o que torna possível avaliar as peculiaridades de cada indivíduo.

Este trabalho, no entanto, visa desenvolver e avaliar um instrumento que torne a parte da avaliação do alinhamento da postura estática mais objetiva e que, se possível, consiga identificar a presença de escoliose a fim de diminuir a exposição das pessoas ao exame de RX, sendo assim, o aspecto mecânico da postura é que será abordado em maior profundidade.

### 3.3 ALTERAÇÕES POSTURAIIS

As variações em relação ao alinhamento postural considerado normal, ou postura padrão, podem ser fixas ou não e, de acordo com esta variação, receber diferente nomenclatura.

Para Kisner & Colby (2005) essas variações são chamadas de alterações posturais quando não houver limitações estruturais, não ocorrendo anormalidades em equilíbrio de força e flexibilidade muscular. Já as alterações fixas ou estruturadas são chamadas de disfunções posturais ou desvios posturais estruturados. Neste caso ocorrem encurtamentos adaptativos dos tecidos moles e fraqueza muscular. Para Cailliet (1979), da mesma forma, são consideradas alterações posturais as alterações não-estruturadas e desvios posturais as alterações estruturadas da postura humana.

Outros autores classificam estas alterações em funcionais ou estruturais. As funcionais são as alterações que podem desaparecer por si só, geralmente não evoluem, não são permanentes, e são adaptações funcionais às posições assumidas pelo corpo. Essas alterações são problemas de equilíbrio e devem ser tratadas com a ginástica reeducativa ou terapia manual. Já as estruturais são alterações permanentes, apresentando um elemento importante de não

reduzibilidade. São as alterações mais graves, onde a biomecânica da postura é alterada e devem ser tratadas com tratamentos ortopédicos e cirúrgicos (BIENFAIT, 1995; CHARRIÈRE & ROY, 1987).

Tribastone (2001) chama as alterações funcionais de vícios posturais, e estes podem variar com as diferentes posições assumidas pelo corpo. Por sua vez os desvios verdadeiros (ou estruturados) não apresentam modificações relevantes conforme a mudança na posição assumida.

As alterações posturais podem abranger os planos sagital e frontal. As alterações que ocorrem no plano sagital são conhecidas como os desvios ântero-posteriores da coluna vertebral. Em contrapartida, os desvios no plano frontal são chamados desvios laterais da coluna vertebral, pois se estendem verticalmente de um lado para outro (KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995).

Neste trabalho, seguindo o objetivo proposto, serão descritas apenas as alterações posturais referentes ao tronco, no plano frontal.

### **3.3.1 Escoliose**

No presente trabalho, as alterações posturais referentes ao tronco, que podem ser avaliadas no plano frontal, englobam as alterações no alinhamento da coluna vertebral e das cinturas escapular e pélvica.

A escoliose é uma alteração no posicionamento da coluna vertebral que por muito tempo foi definida como sendo um simples desvio lateral da coluna observado no plano frontal (FERREIRA, 1999). Atualmente sabe-se que esta deformidade é muito mais complexa, podendo envolver deformidade nos três planos, por isso chamada de uma deformidade tridimensional, sendo o desvio lateral no plano frontal, a rotação vertebral no plano axial e a lordose ou cifose no plano sagital (LEROUX *et al*, 2000; FERREIRA, 1999; DEACON, FLOOD, DICKSON, 1984, OESTREICH, YOUNG, POUSSAINT, 1998). Masso & Gorton (2000) também definem a deformidade escoliótica como uma curvatura lateral da coluna vertebral no plano frontal, acompanhada geralmente de uma rotação das vértebras em torno do seu eixo longitudinal e descrevem, ainda, que pode haver um achatamento dos contornos da coluna no plano sagital.

A escoliose é responsável pelas mudanças geométricas e morfológicas no tronco e gradil costal (NAULT *et al*, 2002), sendo que esta deformação espinhal tridimensional não modifica somente a aparência do tronco, gera também mudanças na relação entre os segmentos corporais (NAULT *et al*, 2002; MASSO & GORTON, 2000). Exemplificando, a escoliose afeta a orientação dos ombros e cabeça com relação a pelve e extremidades inferiores (MASSO & GORTON, 2000) bem como afeta a posição das costelas, dos órgãos internos e a aparência da superfície da coluna (STOKES, ARMSTRONG & MORELAND, 1988). Um estudo sobre as alterações morfológicas encontradas em 22 meninas portadoras de escoliose mostrou que as principais alterações posturais encontradas foram na orientação da cabeça, ombros, escápulas e pelve em todos os três planos, mas mais particularmente, rotações dos segmentos corporais no plano horizontal. Os autores concluíram que estas alterações em relação ao alinhamento dos segmentos corporais poderiam estar relacionadas com a diminuição da estabilidade na posição em pé (LÊ BLANC *et al.*, 1997 *in* NAULT *et al*, 2002).

A curva ou as curvas da escoliose apresentam um lado côncavo e um lado convexo, sendo a direção e a nomenclatura da curvatura sempre identificada pela convexidade (KISNER & COLBY, 2005). A escoliose pode ser classificada de acordo com a causa, idade, segmento da coluna vertebral, e por uma variedade de descritores da curva: angulação, localização da convexidade, maior/menor, principal (primária) ou secundária (compensatória) e disposição ou forma. A curva escoliótica é convexa para esquerda ou direita com referência ao plano médio sagital do corpo do sujeito. A disposição da curva é geralmente designada de acordo com o local do ângulo máximo da curva; por exemplo, cervical, torácica, cervicotorácica, toracolombar, lombar. Na curvas transicionais o ápice deve estar na junção das duas áreas. Na toracolombar, o ápice é T12 ou L1 ou o disco entre as duas vértebras. As curvas primárias podem ser simples, duplas, ou triplas (OESTREICH, YOUNG, POUSSAINT, 1998; LONSTEIN, 1994).

A escoliose pode ser simples em “C” ou compensatória em “S”. A escoliose simples é assim chamada por apresentar-se em formato de um “C” nas costas (KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995), podendo ser apenas lombar, apenas dorsal ou tóraco-lombar (grande “C” em toda as costas), possuindo um raio longo ou curto (PERDRIOLLE, 1985). Toda a curva simples em “C” da escoliose pode mudar

para uma curva compensatória em “S”, devido a uma tendência a restabelecer o equilíbrio corporal (CAILLIET, 1979; KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995). Quando a pelve se inclina lateralmente, a coluna lombar a acompanha, convexa para o lado baixo (KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995). Na escoliose simples em “C”, o ombro é mais alto no lado convexo da curvatura e uma pelve mais alta no lado côncavo. Na escoliose em “S”, a pelve e o ombro são baixos no lado da convexidade da curvatura principal, que é e a curva mais significativa da deformidade escoliótica (KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995; KISNER & COLBY, 2005).

A escoliose funcional pode ser postural ou compensatória. A escoliose estrutural pode ser classificada de acordo com a sua etiologia em cinco causas gerais: (1) idiopática, (2) neuromuscular/paralítica, (3) congênita, (4) relativa ao desenvolvimento e (5) secundária ou mista - pós-cirúrgica, pós-traumática, secundária a neoplasias, etc (OESTREICH, YOUNG, POUSSAINT, 1998). A patogênese da escoliose permanece desconhecida especialmente na escoliose idiopática que representa mais de 80% de todas as escolioses (FERREIRA, 1999).

Se houver uma curvatura estrutural da escoliose, haverá alguma proeminência no lado da convexidade, causada pela rotação das vértebras, chamada de gibosidade (FERREIRA, 2001; KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995, SANTOS, 2001; KISNER & COLBY, 2005). Na rotação das vértebras o corpo vertebral roda para o lado convexo da curva, o processo espinhoso para o lado côncavo (OESTREICH, YOUNG, POUSSAINT, 1998; KISNER & COLBY, 2005) e a apófise transversa fica mais posteriorizada no lado convexo, levando junto as costela com as quais se articula (SANTOS, 2001). A gibosidade na região torácica é uma proeminência das costelas sobre a convexidade da curva da coluna vertebral, geralmente devido a rotação vertebral que é melhor observada com a flexão anterior do tronco (Terminology Committee of the scoliosis research society<sup>1</sup>, 1976, *in* FERREIRA, 1999; SANTOS, 2001; KISNER & COLBY, 2005). Na região lombar a gibosidade é uma maior proeminência ou volume da musculatura da região, e ambas podem se correlacionar com a magnitude da deformidade espinhal (STOKES ARMSTRONG & MORELAND, 1988; FERREIRA, 2000, SANTOS, 2001).

---

<sup>1</sup> Terminology Committee of the scoliosis research society (1976). A glossary of scoliosis terms. **Spine**, v.1, n.1, p. 57-58.

Embora seja aceito clinicamente que a escoliose e a assimetria da superfície externa do tronco estejam relacionadas, a relação quantitativa entre estes dois aspectos da assimetria do tronco ainda são pobremente definidos (STOKES, ARMSTRONG & MORELAND, 1988) o que justifica o desenvolvimento de estudos que busquem caracterizar esta relação.

### 3.4 AVALIAÇÃO POSTURAL

A avaliação postural é um passo muito importante para o tratamento fisioterapêutico, pois a partir desta avaliação constrói-se o diagnóstico cinesiológico e direcionam-se as condutas terapêuticas. A avaliação postural é composta de anamnese, exame morfológico, exame funcional (testes, inspeção e palpação) e, eventualmente, provas de equilíbrio e exames complementares (PEREIRA, 2003). Dentro do exame morfológico, a avaliação do alinhamento dos segmentos corporais fornece uma hipótese de distribuição de carga e solicitação mecânica para estruturas como músculos, ligamentos e articulações (FERREIRA, 2005) e, a partir dela, direciona-se o tratamento para correção dos desequilíbrios a fim de que nenhuma estrutura anatômica fique sobrecarregada no processo de manutenção da postura.

Tradicionalmente, a avaliação do alinhamento postural segue uma determinada padronização; a observação do corpo na posição ortostática feita nos três planos do espaço: frontal (anterior/posterior), perfil (sagital) e horizontalmente (transversal); e a utilização da linha gravitacional, como eixo imaginário de simetria dos segmentos corporais entre si e do corpo em relação ao espaço (KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995; PEREIRA, 2003; BRICOT, 2001). Avaliações posturais que visem à identificação da escoliose costumam englobar o teste do fio de prumo, o teste de gibosidade, a morfologia do tronco e simetria do corpo.

O **teste do fio de prumo** pode ser considerado o mais básico da avaliação postural e permite verificar o quão distante a postura de um indivíduo está da postura padrão. Neste teste é possível a visualização da postura na posição em pé, utilizando um fio de prumo, que é uma linha absolutamente vertical, na qual um peso está preso na ponta. O ponto na linha onde o fio de prumo é suspenso deve ser um

ponto fixo padronizado. O único ponto fixo na postura ortostática são os pés, que estão em contato com o solo, sendo assim o ponto de referência do teste do fio de prumo está na base. Na vista lateral, o ponto de referência fixo é levemente anterior ao maléolo externo e representa o ponto básico do plano médio-coronal do corpo em alinhamento ideal. Na vista posterior, o ponto fica no meio caminho entre os calcanhares e representa o ponto básico do plano médio sagital do corpo em alinhamento ideal (KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995). Para iniciar o teste, o indivíduo é colocado em pé atrás do fio de prumo. Após localizar o fio de prumo sobre estes primeiros pontos de referência, outros pontos são utilizados para avaliar a postura, cuja localização deve ser exatamente abaixo do fio de prumo para que a postura seja considerada a padrão (estes pontos são descritos na seção Postura de Referência do presente trabalho). Se o fio de prumo não coincidir com algum dos pontos, o indivíduo apresenta um alinhamento defeituoso da postura, ou seja, ele apresenta alguma alteração postural.

Ao realizar o teste do fio de prumo deve-se observar cada um dos segmentos corporais. No plano sagital, deve-se observar a posição dos joelhos (normais, hiperestendidos ou fletidos), a posição da pelve (normal, anteversão ou retroversão), se as curvaturas ântero-posteriores são normais ou acentuadas, posição da cabeça (normal, anteriorizada ou retrovertida) e posição do tórax (normal, deprimido ou elevado) (KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995). É possível detectar, também, com o teste do fio de prumo se há um desequilíbrio corporal do corpo do indivíduo para frente ou para trás. Havendo este desequilíbrio, o teste do fio de prumo deve ser revisado, pois, às vezes, não há nenhuma alteração nas estruturas anatômicas do corpo e sim apenas um desequilíbrio de todo o corpo do indivíduo (CHARRIÈRE & ROY, 1975). Para a verificação da verticalidade, no plano frontal, o indivíduo deve permanecer de costas em posição ereta para que as apófises espinhosas de C7 à L5 sejam marcadas. A verticalidade é percebida com o fio de prumo que, descendo de C7, deve cair no sulco interglúteo (CHARRIÈRE & ROY, 1987), e à meia distância dos calcanhares (ROCHA, 2002).

Para a avaliação da gibosidade a flexão anterior do tronco, também conhecida como **teste de Adams**, transformou-se na posição padrão e parece produzir uma acentuação da deformidade da superfície do tronco que é associada a uma deformidade espinhal subjacente nos indivíduos escolióticos. O aparente



aumento da proeminência da deformidade na superfície do tronco durante a flexão anterior é a base do teste de avaliação em escolares, e é usado extensivamente em todo mundo (STOKES & MORELAND, 1987). A posição padrão do teste de Adams corresponde aos pés juntos, joelhos estendidos, ombros livres e mãos posicionadas entre os joelhos ou pernas, com os cotovelos estendidos e palma das mãos em oposição (DICKSON & LATHERMAN, 1988 *in* FERREIRA, 1999; TRIBASTONE, 2001; CHARRIÈRE & ROY, 1987). Considerando que quando existe diferença do comprimento dos membros superiores, a medida pode se alterar nesta posição, os autores sugerem também a posição de inclinação anterior com os membros superiores livres, mas acrescentam que o importante na posição utilizada no teste é descrevê-la acuradamente, pois desta forma os resultados serão menos questionados.

A avaliação da morfologia do tronco, no plano frontal, permite identificar os contornos da cintura ou o ângulo de Talles, o posicionamento das escápulas e a verticalidade da coluna vertebral. Nesta avaliação, o indivíduo deve ser examinado nu ou com a roupa de baixo e o exame deve começar pelos pés, pois eles são a base e deles depende grande parte da estática humana. Desse modo, os pés devem estar dispostos com as pontas divergentes segundo o ângulo de Piok, que é de 36° (TRIBASTONE, 2001). Entretanto, para Kendall, McCreary & Provance (1995) os calcanhares devem permanecer separados cerca de 7,5 cm e a parte anterior de cada pé abduzida entre 8° e 10° da linha mediana, somando um total de, no máximo, 20°. Para Cailliet (1989) os pés se afastam anteriormente para formar um ângulo de 30° e o fio de prumo passa entre os calcanhares.

No plano frontal diferentes linhas devem estar no mesmo plano horizontal: linha entre as pupilas; entre os dois tragus; entre os mamilos; linha entre os dois ossos estilóides; a cintura escapular e a cintura pélvica (BRICOT, 2001).

Charrière & Roy (1987), utilizam ainda a medida das flechas escolióticas como forma de avaliar a escoliose. Este método consiste em traçar, utilizando como instrumento um fio de prumo, uma reta entre o processo espinhoso da C7 e S2, e com um “esquadro graduado” medir a distância que separa a linha de referência (fio de prumo), do processo espinhoso da vértebra ápice da escoliose, marcada anteriormente. Neste método é possível observar o nível da escoliose (lombar ou dorsal), o lado da escoliose (direito e esquerdo) e o valor da flecha escoliótica

(expresso em mm). Qualquer que seja o procedimento de quantificação da escoliose, a avaliação morfológica deverá ser realizada sempre com idênticas condições de hora, luminosidade, ambiente e distância.

A simetria do corpo entre os lados direito e esquerdo é uma forma complementar de verificar a postura escoliótica. Assim, para detectar a escoliose observa-se tradicionalmente na avaliação física as assimetrias presentes no alinhamento dos segmentos corporais, como a diferença de altura entre os ombros, a báscula das escápulas o equilíbrio pélvico frontal e, principalmente, o equilíbrio pélvico horizontal ou as rotações da pelve (BIENFAIT, 1995). A posição dos ombros na posição estática idealizada depende da posição das escápulas. Estas devem ficar planas contra a coluna torácica entre sua segunda e sétima vértebra, e distantes entre si mais ou menos 10 cm, dependendo do tamanho do indivíduo. O fio de prumo, na vista lateral, deve passar no centro da articulação do ombro (KENDALL, McCREARY & PROVANCE, 1995).

### **3.4.1 Metodologias não invasivas de avaliação postural**

O interesse em qualificar e quantificar as alterações posturais estão presentes na história da fisioterapia aplicada à correção postural. No entanto, a metodologia utilizada para a quantificação dessas alterações tem proporcionado em grande parte resultados considerados subjetivos pelos cientistas (PEREIRA, 2003).

Fedorak *et al* (2003) realizaram uma pesquisa sobre a confiabilidade da avaliação visual das lordoses cervical e lombar. Participaram quiropatas, fisioterapeutas, fisiatras, reumatologistas e cirurgiões ortopédicos que deveriam avaliar a postura de 36 sujeitos fotografados. Cada clínico deveria classificar as lordoses em normal, aumentada ou diminuída. O coeficiente Kappa ( $k$ ) foi calculado para determinar a confiabilidade intraclasse e interclasses. Os resultados demonstraram que a avaliação visual não é confiável, pois os resultados intraclasses (avaliadores que faziam parte do mesmo grupo profissional) foram estatisticamente razoáveis ( $k = 0.50$ ) e os resultados interclasses (comparando avaliadores das diferentes classes profissionais) estatisticamente fracos ( $k = 0,16$ ), de modo que os

autores não recomendam que a avaliação visual seja a única forma de avaliar a postura dos pacientes.

Bryan *et al* (1990) avaliaram a habilidade visual de fisioterapeutas na execução da avaliação postural usando fotografias de indivíduos com roupa justa e a eficácia do uso do fio de prumo. O estudo comparou a avaliação visual da lordose lombar com as medidas radiológicas da curvatura. Fizeram parte do estudo 48 fisioterapeutas com tempo médio de experiência profissional de 14,6 anos. Dos entrevistados 77 % declararam tratar de pacientes músculo-esqueléticos e 42% disseram que “sempre” e 46% que “habitualmente” realizavam avaliação postural. O método utilizado na pesquisa baseava-se na avaliação de fotografias com e sem a utilização de um plástico com uma linha que representava o fio de prumo. O uso do fio de prumo não aumentou a acurácia das medidas. Houve forte tendência em perceber o aumento da lordose lombar devido à proeminência dos glúteos. Os resultados indicaram baixa validade na avaliação subjetiva da lordose lombar em fotografias de indivíduos com roupas justas evidenciando a necessidade de um padrão objetivo para realizar este tipo de análise.

Cientes desta subjetividade da avaliação visual, médicos, fisioterapeutas e engenheiros têm procurado desenvolver, aperfeiçoar ou testar técnicas para avaliar a superfície corporal e mesurar os desvios posturais (STOKES & MORELAND, 1987 e 1989; FERREIRA, 1999; FERNANDES *et al*, 2003; THEOLOGIS *et al*, 1993 e 1997; MIOR *et al* 1996, MASSO *et al*, 2000; MANNION *et al*, 2004; GOLDBERG *et al*, 2001, PATERNIANI *et al*, 2001; COSTA, TASHIRO, DUTRA, 1995). Além da busca por maior objetividade na avaliação postural, muitas destas técnicas antropométricas não invasivas tem sido propostas com o objetivo de diminuir os riscos da exposição à radiação, principalmente para avaliação da escoliose. Segundo Stokes & Moreland (1989), já em 1865 Adams utilizou moldes de gesso como seu primeiro método para gravar a deformidade escoliótica e demonstrar os efeitos do tratamento.

A análise fotográfica, no entanto, tem sido um dos recursos mais utilizados para avaliação postural e comparação dos resultados de tratamentos das alterações posturais. As imagens são obtidas na avaliação inicial, durante e no final do tratamento para observar as alterações iniciais e/ou as transformações físicas mensuráveis (MERCADANTE, OKAI e DUARTE, 2005).

Os programas de computadores também têm sido muito utilizados em diversas pesquisas (BRENZIKOFER *et al*, 2000; MERCADANTE, OKAI e DUARTE, 2005; PEREIRA, 2003; SILVA, 2005) como métodos de avaliação postural, com o intuito de tornar a avaliação mais objetiva, uma vez que possibilitam a quantificação de alguns dados como ângulos articulares e distâncias dos segmentos observados.

O escoliômetro é um inclinômetro usado para quantificar a rotação axial do tronco no ápice da curva, com o paciente na posição de inclinação anterior do teste de Adams. Esta técnica pode fornecer algumas informações objetivas sobre a magnitude das distorções visivelmente aparentes incluindo a gibosidade, a assimetria escapular e dos ombros. No entanto, o uso do escoliômetro tem sido criticado pela pouca precisão e inadequada exatidão diagnóstica (CÔTÉ *et al.*, 1998).

Recentemente a topografia de superfície tem sido outra opção para avaliar a forma do tronco e suas assimetrias. A topografia fornece imagens tridimensionais dos contornos da superfície do tronco (STOKES & MORELAND, 1989, TRIBASTONE, 2001, FERNANDES, *et al*, 2003; THEOLOGIST *et al*, 1993 e 1997; GOLDBERG *et al*, 2001). Muitos aparelhos foram desenvolvidos e tem sido utilizados e avaliados apresentando resultados variados. Estes aparelhos incluem a topografia de Moiré (STOKES & MORELAND, 1989, TRIBASTONE, 2001, FERNANDES, *et al*, 2003), a topografia ISIS (THEOLOGIST *et al*, 1993 e 1997) o sistema de imagem *Quantec* (GOLDBERG *et al*, 2001) e outras (PATERNIANI *et al*, 2001) que utilizam a reconstrução da superfície da coluna pela projeção de luz ou técnicas fotográficas.

A topografia de Moiré e outros métodos ópticos têm sido usados para detectar a escoliose em programas de triagem e para detectar a progressão da deformidade clinicamente (STOKES & MORELAND, 1989).

A foto-topografia Moiré é um método para análise dos contornos externos de uma superfície qualquer (FERNANDES, *et al*, 2003; TRIBASTONE, 2001). Por um princípio de física óptica, um feixe de luz, que atravessa uma tela de interferência, produz um efeito de sombras em função da profundidade do alvo. A imagem resultante, chamada de mapa orográfico, transfere o perfil altimétrico do objeto fotografado (TRIBASTONE, 2001).

A foto-topografia Moiré representa um precioso auxílio na pesquisa sobre escoliose e em programas de triagem pela sua facilidade técnica e absoluta inofensividade (TRIBASTONE, 2001; FERNANDES, *et al*, 2003). Entretanto, muitos pesquisadores encontraram um grande número de achados falsos positivos nos programas de triagem, e no uso clínico a correlação da magnitude da deformidade espinhal com a assimetria encontrada na topografia foi fraca (STOKES & MORELAND, 1989). Goldeberg *et al* (2001) também salientam que embora a topografia de Moiré e o Sistema ISIS tenham sido bem descritos na literatura, não tem sido amplamente adotados, talvez porque estas técnicas requeiram certa habilidade na sua operação e interpretação.

Goldberg *et al* (2001) correlacionaram os valores da assimetria lateral obtida pelo *Sistem Quantec* com o ângulo de Cobb e encontraram uma correlação significativa entre as duas medidas, mas concluíram que é improvável que a topografia venha a substituir a radiografia na determinação do ângulo de Cobb, porque a margem de erro de ambas é grande, e as duas não medem o mesmo aspecto da deformidade.

Paterniani *et al* (2001) desenvolveram uma metodologia a partir da projeção de uma matriz densa de pontos de luz sobre a superfície do tronco utilizando projetores de slides. A imagem é registrada por câmeras digitais de vídeo e por meio do sistema de análise cinemática DIVIDEOW é efetuada a calibração das câmeras e a medição e reconstrução tridimensional de um conjunto de pontos sobre a superfície. Com este conjunto de pontos obtidos é possível elaborar a representação aproximada da superfície em estudo, possibilitando diferentes formas de análise topográfica.

Mior *et al* (1996) testaram a confiabilidade e precisão do Sistema de Análise Esquelética *Metrecom*, na avaliação da escoliose idiopática adolescente. Este sistema consiste em um instrumento computadorizado eletrogoniométrico que estima a magnitude da curva escoliótica pela avaliação do contorno dos processos espinhosos na superfície do tronco. Trinta e um pacientes foram examinados, radiografados e escaneados com o Sistema de Análise Esquelética *Metrecom*, duas vezes, por dois examinadores diferentes. A magnitude da curva escoliótica obtida por meio das avaliações eletrogoniométricas foram comparadas entre si e com a medida radiográfica. O coeficiente de correlação para confiabilidade intraexaminador

variou de 0,71 a 0,83 e interobservador foi 0.58. A correlação entre a medida radiográfica e eletrogoniométrica foi 0,64. Assim os autores concluíram que o sistema não proporcionou uma precisão clínica para substituir a medida do ângulo de Cobb na avaliação da escoliose.

Mannion *et al* (2004), testaram a confiabilidade do *Spinal Mouse System*. Um pequeno aparelho portátil com “rodízios” (instrumentado com um acelerômetro) que permite ao ser passado sobre a superfície da coluna registrar distâncias e mudanças na inclinação do tronco. A base deste aparelho deve estar de 1 a 2 m de distância da pessoa e conectada a um computador pessoal. As informações são então usadas para calcular a posição relativa do sacro e dos corpos vertebrais da coluna espinhal subjacente, usando um algoritmo. Efetivamente pode ser considerado um inclinômetro eletrônico. Vinte voluntários saudáveis fizeram parte do estudo e foram avaliados por dois avaliadores, duas vezes, em dias diferentes, nas posições ortostática, em total flexão e em total extensão. Os resultados sugerem que o aparelho pode ser um utensílio confiável para estudos in vivo do perfil sagital e do movimento da coluna vertebral, mas não citam a possibilidade da avaliação da postura no plano frontal, o que é de grande importância para a avaliação da escoliose.

Concomitantemente ao início desta pesquisa, Ferreira (2005) apresenta o *software* SAPO como uma alternativa para avaliação da postura estática. Este *software*, desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, permite a avaliação da postura por meio de um protocolo de palpação de pontos anatômicos, aquisição de imagens fotográficas e digitalização destas imagens, fornecendo medidas e ângulos e proporcionando uma forma de avaliação postural quantitativa. De distribuição gratuita e fácil manuseio parece ser uma boa alternativa para os profissionais da saúde interessados em tornar as avaliações posturais mais objetivas. No entanto, este software também não apresenta a possibilidade de avaliar a postura da coluna no plano frontal, o que incentiva a pesquisa de novas formas de avaliação da postura quantitativas que possam vir a suprir esta lacuna.

### 3.4.2 Metodologias invasivas de avaliação postural

Após o exame físico, a radiografia é o passo mais importante para auxiliar na definição da etiologia, grau de deformidade e potencial de correção das alterações posturais (HEBERT *et al*, 2003). A radiografia e as medidas associadas tem sido o principal método para gravar e documentar as alterações posturais da coluna humana, principalmente em casos de escoliose (STOKES & MORELAND, 1989). Medidas do ângulo de Cobb em radiografias em série são usadas para tomar decisões com respeito ao início, término, ou sucesso do tratamento (MIOR *et al*, 1996).

O exame de Raio-X inicial da coluna vertebral geralmente consta de duas projeções (frontal e sagital), enquanto que para os exames de controle, aconselha-se apenas uma projeção completa (TRIBASTONE, 2001).

O estudo radiológico da coluna vertebral é feito por segmentos: cervical, dorsal, lombar e sacral, pois cada um possui características próprias exigindo técnicas radiológicas específicas. A radiografia panorâmica de toda coluna é usada para avaliação das escolioses (KNOPLICH, 2003), pois oferece melhor avaliação radiográfica, porém, expõe o paciente a maior quantidade de radiação (HEBERT *et al*, 2003).

A luz é um espectro originado de microondas e ondas eletromagnéticas, que passa pelo infravermelho e luz visível, alcançando o Raio-X e Raios Gama (HERSCOVICI & SANDERS, 2000). O Raio-X difere da luz visível por possuir a propriedade de atravessar corpos opacos ou de ser absorvido (TRIBASTONE, 2001). São uma forma de radiação ionizante porque produzem uma grande quantidade de energia, causando a expulsão de um elétron de um orbital elétrico, resultando em moléculas ionizadas (HERSCOVICI & SANDERS, 2000). Quando estas radiações interagem com a matéria viva, podem ocorrer alterações em nível celular, como morte da célula, interrupção ou desaceleração do seu processo de divisão e danos e modificações estruturais permanentes no núcleo e no seu DNA que podem ser transmitidos geneticamente (HERSCOVICI & SANDERS, 2000; TRIBASTONE, 2001).

Pelos motivos citados, uma exposição excessiva para a execução de Raios-X pode associar-se a um aumento de risco para mutações genéticas e neoplasmas,

como câncer de mama, de tireóide e Leucemia (BONE & HSIEH, 2000; DOODY *et al*, 2000; RAO & GREGG, 1984, apud MIOR *et al*, 1996; TRIBASTONE, 2001).

Para descrição dos processos radioativos três termos são mais comumente usados: *roentgen* (R), *radiation absorbed dose* (rad), e *roentgen equivalents man* (rem). “Roentgen” é a unidade de medida equivalente a dose de radiação absorvida e não é muito utilizada. É a quantia de radiação ionizante passando por uma unidade de área carregando um elétron modificado. “Rad” é a quantidade de energia por unidade de massa transmitida para alguma substância por radiação ionizante (HESCOVICI & SANDERS, 2000). E “rem” é a dose absorvida (rad) multiplicada por um fator, o qual para o raio-x é igual a 1, e que reflete os efeitos biológicos desta radiação (HESCOVICI & SANDERS, 2000; BONE & HSIEH, 2000). Portanto, 1 R de exposição radioativa produz 1 rad de dose absorvida e o equivalente a 1 dose rem. Para descrever grandes doses os termos gray (Gy) e seivert (Sv) são utilizados. Um Gy é igual a 100 rads e 1 Sv equivale a 100 rems (HESCOVICI & SANDERS, 2000). Assim, como a diferença numérica dos valores entre Roentgen - Rad – Rem com respeito às radiografias é muito pequena, essas unidades são comumente usadas de modo cambiável (TRIBASTONE, 2001).

Pelo fato de que para radiografar a coluna deve-se penetrar profundamente os tecidos, as cargas que os pacientes são submetidos são razoáveis. Hall, citado por Knoplich (2003), informa que a dose de irradiação das gônadas da menina em um exame da coluna lombossacra em três incidências, é de 238 a 715 mR, que corresponderia a uma radiografia do pulmão diária durante 6 a 16 anos pois a radiografia de tórax em três posições é de 0,6 mR de carga para o homem e 0,14 mR para a mulher.

A dose permitida pelo Comitê Internacional de Proteção Radiográfica (I.C.P.R.), sem que haja efeitos biológicos deletérios para as gônadas e órgãos hematopoiéticos é de 3 Rem em 13 semanas. Assim, a dose de irradiação em um exame da coluna lombossacra (238 a 715 mr) está abaixo da dose permitida, entretanto é preciso lembrar que a dose de irradiação é cumulativa, e pequenas doses repetidas constantemente podem levar anos para manifestar seus efeitos prejudiciais como leucemia, carcinoma e efeitos genéticos (Knoplich, 2003). Quanto ao tempo necessário para evitar o efeito cumulativo da radiação, parece não haver um consenso entre os autores. Enquanto Nash *et al* (1979) *in* Bone & Hsieh (2000),



acreditam que doses cumulativas nas gônadas provavelmente não ocorrem desde que as radiografias em série sejam feitas com intervalos de 12 à 16 semanas, Tribastone (2001) defende não ser conveniente submeter o indivíduo a exames radiográficos por mais de duas vezes ao ano.

Doody *et al* (2000) fizeram um estudo retrospectivo com 5573 paciente mulheres com escoliose que foram encaminhadas para tratamento ao 14<sup>o</sup> Centro Médico Ortopédico nos Estados Unidos, entre 1912 e 1965, tendo como objetivo avaliar os padrões de mortalidade por câncer de mama entre mulheres com escoliose, dando especial ênfase ao risco associado com a exposição ao diagnóstico radiológico. Os resultados demonstram que o risco de câncer de mama aumentou significativamente com o aumento no número de exposições radiográficas e com as doses cumulativas de radiação. A taxa de mortalidade encontrada no grupo estudado foi de 77 mortes comparada a 46,5 para população em geral.

Levy *et al*, citado por Knoplick (1995) também fizeram um estudo nos mesmos moldes do de Doody *et al* (2000), porém no Canadá. Pacientes que foram diagnosticados como portadoras de escoliose em 1925 e acompanhadas até 1965, e que depois se constatou no serviço de óbitos que tinham tido algum tipo de câncer, foram comparadas com a população em geral. Os autores concluíram que há um grande risco de aumentar a incidência de câncer tanto no homem como na mulher e acreditam que esse perigo seria reduzido de 30% a 50% se a incidência dos raios fosse pósterio-anterior.

O risco mais alto de exposição à radiação se apresenta em meninas em fase de crescimento que ainda não tiveram a primeira menstruação, indivíduos com curvaturas escolióticas mais amplas ou duplas e indivíduos com história familiar de escoliose progressiva (TRIBASTONE, 2001).

Bone & Hsieh (2000) realizaram um estudo para determinar se a exposição cumulativa ao RX aumenta o risco de carcinomas ou defeitos hereditários induzidos pela radiação. Registros sobre crianças com diagnóstico de escoliose, Displasia de Desenvolvimento do Quadril e discrepância no comprimento dos membros inferiores tratadas no Shriners Hospital em Spokane, WA, entre 1980 e 1993 foram retrospectivamente revisados. Constataram que os pacientes tratados cirurgicamente para escoliose idiopática tiveram maiores doses de exposição a radiação. O risco deste grupo para o desenvolvimento de Leucemia, câncer de

mama ou defeitos genéticos foi respectivamente de 0.8%, 2.1% e 3.0% mais alto do que o risco base. Os outros grupos tiveram um incremento no risco de câncer menor do que 1%.

Existem algumas formas de diminuir a quantidade de exposição à radiação. Podem ser usados alguns artefatos como blocos de chumbo sobre as gônadas, pequenos sutiãs com forro de lâmina de chumbo para proteção das mamas, isso quando os detalhes radiográficos não forem importantes (HEBERT *et al*, 2003). Uma proteção apropriada permite reduzir a dose ionizante em até oito vezes e uma projeção pósterio-anterior reduz cinco vezes a dose que atinge a glândula mamária (TRIBASTONE, 2001).

A miliamperagem é uma unidade que mede a quantidade de elétrons emitidos no raio-X e a quilovoltagem é uma unidade que avalia a quantidade de detalhes ósseos. A utilização de radiografias com baixa miliamperagem e alta quilovoltagem também é um detalhe técnico utilizado para diminuir a exposição do paciente nas radiografias de acompanhamento de uma patologia. Nas radiografias iniciais, porém, é necessária alta qualidade para melhor definir os detalhes ósseos (HEBERT *et al*, 2003).

Como visto acima, grande parte dos estudos apresentados na literatura, principalmente para avaliar a deformidade escoliótica, apresentam resultados inconclusivos, e algumas técnicas são de difícil utilização e/ou de difícil acesso por exigirem equipamentos muito caros. As radiografias permanecem a mais exata maneira para avaliar a presença e o grau da deformidade apesar dos riscos comprovadamente presentes na exposição sucessiva à radiação ionizante. Assim, justifica-se a importância de novos estudos objetivando o desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas antropométricas não invasivas e de fácil manejo que possam ser amplamente utilizadas para avaliação postural, principalmente da escoliose que é uma deformidade da coluna vertebral que requer grandes cuidados e acompanhamento por longo período.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 TIPO DE ESTUDO

Este estudo caracteriza-se por ser quase experimental, com delineamento do tipo *expostfacto*, no modelo descritivo de corte transversal, sendo o método de abordagem dedutivo-hipotético.

### 4.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população deste estudo correspondeu a pacientes de hospitais e de consultórios médicos de Ortopedia e Traumatologia ou clínicas médicas de radiologia das cidades de Porto Alegre, Erechim e Taquara (RS), que necessitavam e possuíam requisição para realização de exames de Raio-X a fim de diagnosticar ou acompanhar patologias posturais da coluna vertebral, em especial pacientes com escoliose.

O tamanho da amostra foi determinado por meio de cálculo amostral no programa WINPEPI (PEPI for Windows), com nível de significância de 0,05 e poder de previsão de 90%, com base nos valores médios e desvios da distância entre os marcadores e os respectivos processos espinhosos. Utilizando os dados oriundos de estudo piloto foram previstos 23 indivíduos na amostra para detectar diferenças equivalentes a meio diâmetro do marcador utilizado, entre dois processos espinhosos.

A amostra foi formada por 24 indivíduos (16 mulheres e 8 homens), cujas médias foram: idade (31,9 anos  $\pm$ 12,3), massa corporal (58,4 kg  $\pm$  9,4) e estatura (1,66 m  $\pm$  0,07), que aceitaram, por meio da assinatura de um termo de consentimento (Anexo A), participar deste estudo. Não houveram outros critérios de inclusão ou exclusão da amostra, para que fosse possível conseguir um número amostral satisfatório.

### 4.3 PROCEDIMENTOS DE AQUISIÇÃO DOS DADOS

No hospital ou clínica onde seria realizado o RX o sujeito era informado sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e convidado a participar da mesma. Assinava então um termo de consentimento (Anexo A), fornecia à pesquisadora dados pessoais como idade, altura e peso e era submetido a três procedimentos de aquisição de dados: (1) palpação e marcação dos pontos anatômicos de referência, (2) exames de raio-X, realizados por profissional responsável e (2) registro fotográfico no plano frontal

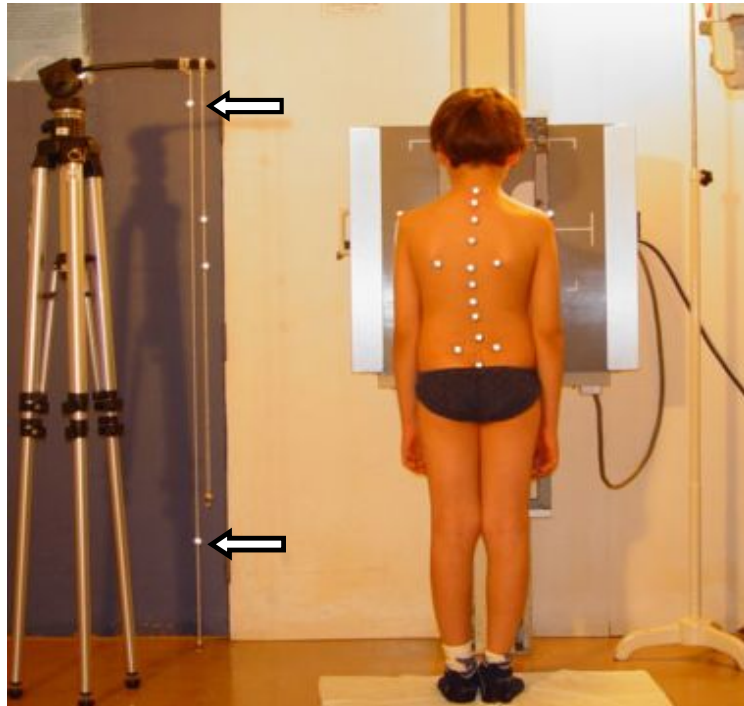
#### 4.3.1 Palpação e marcação dos pontos anatômicos de referência

Na sala onde foi realizado o RX, o paciente ficava vestido com suas roupas íntimas (calcinha e sutiã ou cueca) ou roupas de banho (biquíni ou sunga) oferecidas pela pesquisadora, e eram palpados e marcados pontos anatômicos de referência no seu corpo, estando o paciente em posição ortostática durante estes procedimentos. Nestes pontos eram colados, com fita dupla face, marcadores reflexivos. Estes marcadores consistem de esferas de isopor com 1,2 cm de diâmetro, recobertos com papel hiper-reflexivo contendo chumbo na composição da tinta, de forma que apareciam simultaneamente no raio-X e na imagem fotográfica. No interior das esferas havia ainda um parafuso, para garantir a identificação no raio-x.

Os pontos anatômicos de referência escolhidos foram: processos espinhosos das vértebras C7, T2, T4, T6, T8, T10, T12, L2, L4 e S2; acrômio, ângulo inferior da escápula, espinha ilíaca pósterio-superior (EIPS) e calcânhar, bilateralmente (Figura1). No entanto, os pontos correspondentes aos calcânhares foram excluídos, durante o decorrer do trabalho, devido à impossibilidade da aquisição de fotos de todo o corpo dos indivíduos no espaço disponível em algumas das salas de RX.

O tempo dispensado no presente trabalho para palpação e marcação de todos os pontos selecionados foi de aproximadamente 15 minutos para cada

indivíduo. É importante salientar que, dependendo da experiência do avaliador, um treinamento prévio desta técnica pode ser necessário para precisar os resultados.



**Figura 1** - Marcadores reflexivos sobre os pontos anatômicos de referência e fio de prumo.

A palpação dos referidos pontos anatômicos iniciava-se pela cervical por meio da palpação do processo espinhoso da vértebra C7, conforme sugerido por Dufor (1989), por ser um dos pontos mais notáveis e fáceis de encontrar, já que geralmente corresponde ao processo espinhosos mais proeminente da cervical. Assim, para a exata localização destes pontos, eram realizadas pequenas fricções e pressões sobre o plano ósseo, visando delimitar o contorno, com vaivens verticais, com a porção infra-ungueal, seguidos por um breve período de relaxamento (sem contato), para conservar o ponto de referência, deixando a pele retornar a sua tensão de repouso. A flexão anterior da cervical era solicitada ao paciente, enquanto mantinha-se a ponta do dedo sobre o processo espinhoso da vértebra, a fim de diferenciar a vértebra C7 da vértebra T1, por meio da maior mobilidade anterior da primeira, já que T1 também pode ser bastante proeminente (DUFOR, 1989).

A partir da localização inicial desta vértebra chave, as outras eram marcadas consecutivamente por meio da palpação dos processos espinhosos seguintes (DUFOR, 1989), seguindo o mesmo protocolo de palpação já descrito.

Se a palpação das demais vértebras (torácicas e lombares) tornava-se difícil, a pesquisadora solicitava ao paciente pequenos movimentos de flexão-extensão, para salientar os processos espinhosos, repetindo a pressão da polpa do dedo várias vezes e tomando cuidado de só efetuar a marcação após o retorno a posição de referência e após ter deixado a pele retornar ao seu local de origem (DUFOR, 1989).

Alguns outros pontos sugeridos por Dufour (1989) foram tomados como referência para auxiliar a palpação, como a vértebra T3, localizada na altura da linha imaginária que une as espinhas das escápulas, a vértebra T7, que corresponde à linha que une as bordas inferiores das duas escápulas, a vértebra L4, na altura das cristas ilíacas e a vértebra S1, que se localiza a meio caminho entre as EIPS (DUFOR, 1989). Porém, o principal parâmetro foi sempre a palpação dos processos espinhosos, um a um, a partir da vértebra C7, a fim de minimizar as diferenças anatômicas possivelmente presentes entre os indivíduos.

As EIPS foram localizadas e marcadas usando como parâmetro as depressões circulares (cavinhas) encontradas logo acima das nádegas (HOPPENFELD, 2005; GROSS, FETTO & ROSEN, 2000; SANTOS, 2001).

Para palpação do acrômio, a pesquisadora se colocava ao lado do paciente e com os dedos palpava a região correspondente ao ápice lateral do ombro (HOPPENFELD, 2005). Para palpação do ângulo inferior das escápulas posicionava-se atrás do paciente e com a polpa dos polegares percorria o bordo das escápulas até encontrar o ângulo inferior, de fácil palpação por ser subcutâneo.

#### **4.3.2 Exame radiográfico e registro fotográfico**

Após a colocação dos marcadores reflexivos o paciente era posicionado para realização do exame de raio-X, no plano frontal, no sentido ântero-posterior, ficando com os braços ao longo do corpo, e os pés ou joelhos encostados, conforme seu padrão postural de membros inferiores (varo ou valgo).

Imediatamente após o exame de raio-X, o paciente era posicionado para o registro fotográfico, no plano frontal, no sentido pósterio-ânterior, sendo que o posicionamento dos membros inferiores e superiores seguia o mesmo padrão tomado para aquisição do raio-X. Esta alteração de posição foi necessária para que os marcadores reflexivos fossem registrados na fotografia. Para este registro, um fio de prumo demarcado com dois marcadores reflexivos distantes 1,00 m (Figura 1) era posicionado ao lado do paciente e alinhado, em termos da profundidade, com os seus ombros.

Para o registro fotográfico foi utilizada uma máquina fotográfica digital (Sony Cyber-Shot DSC F717, 5 megapixels, 512 MB de memória, *zoom* óptico de 5x e *zoom* digital de 10x), acoplada a um tripé com altura regulável e posicionada a uma distância horizontal de 3,00 m a 3,30 m em relação ao indivíduo (distâncias previamente testadas que, juntamente com a regulagem de *zoom*, não provocam alteração na razão de aspecto da máquina, mensurada previamente como sendo 1:1).

#### 4. 4 PROCEDIMENTO DE ANÁLISE DOS DADOS .

Após os registros fotográficos, as imagens eram transferidas para um microcomputador (*notebook* HP Pavilion, HD 80 Gb, 512 Mb RAM) onde eram analisadas por um *software* desenvolvido em ambiente MATLAB® [(versão 5.3)], nomeado de APPID (Avaliação Postural a Partir de Imagens Digitais), o qual fornece informações qualitativas e quantitativas da postura. A construção do *software* APPID foi desenvolvida em duas etapas: (1) avaliação da postura no plano sagital e (2) avaliação da postura no plano frontal; fazendo parte desta dissertação a construção da avaliação da postura no plano frontal, tendo como objetivo a identificação da alteração postural conhecida como escoliose.

Dentro dos procedimentos de análise dos dados, três etapas foram desenvolvidas e serão descritas nesta sessão: a escolha da metodologia para avaliação da escoliose; a verificação da concordância entre a colocação dos marcadores e os respectivos processos espinhosos, a comparação entre os resultados fornecidos pelo exame radiográfico e pelo *software* APPID.

#### **4.4.1 Escolha da metodologia de avaliação para escoliose**

A avaliação da postura da coluna no plano frontal, feita pelo software, foi construída com base em parâmetros posturais propostos por Charière & Roy (1987). A razão da opção pelo método proposto por Charrière & Roy (1987) se deu principalmente pela forma direta e objetiva como os autores classificam a postura, de forma que sua implementação como uma ferramenta computacional não necessitou nenhuma adaptação. Outro aspecto positivo do método é a utilização de apenas uma foto no plano frontal. Outros métodos consagrados na literatura, como aquele proposto por Kendall, McCreary & Provance (1995), necessitam de medições adicionais, como a identificação e quantificação das gibosidades.

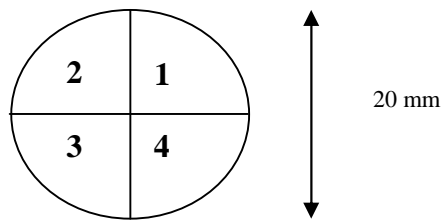
#### **4.4.2 Análise da concordância entre marcadores e processos espinhosos**

A verificação da concordância entre a marcação dos processos espinhosos de interesse, realizada por palpação, e a localização real dessas estruturas, foi realizada por meio da observação da imagem radiográfica em duas etapas. Na primeira delas, foi realizada uma classificação dos marcadores radiopacos quanto ao seu posicionamento espacial em torno dos respectivos processos espinhosos e na segunda foram mensuradas as distâncias (em valores percentuais ao tamanho dos marcadores) entre estes marcadores e as respectivas estruturas ósseas.

##### **4.4.2.1 Classificação quanto ao posicionamento espacial dos marcadores**

Para este procedimento, foi construído um alvo circular com diâmetro de 20 mm, desenhado em papel de transparência, a fim de servir de parâmetro na verificação da posição espacial dos marcadores de chumbo em relação as saliências ósseas (Figura 2).

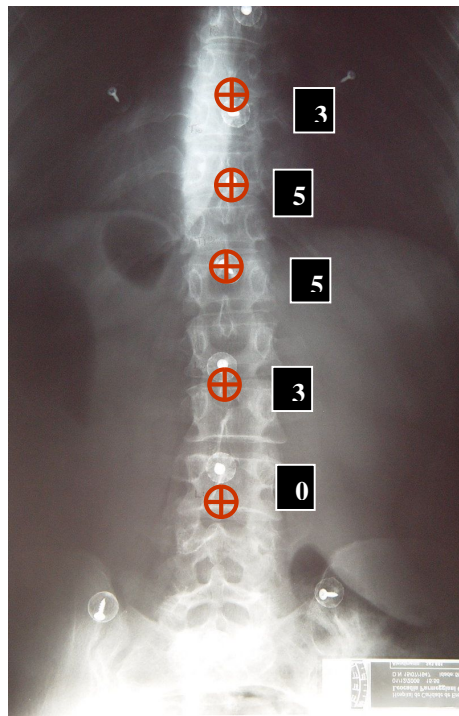




**Figura 2** – Alvo utilizado na classificação da localização dos marcadores de chumbo. A numeração é referente à identificação dos quadrantes.

Neste sentido, o centro da circunferência padrão (CP) foi posicionado sobre cada estrutura óssea de interesse e a posição do marcador de chumbo foi classificada (Figura 3) conforme o seguinte referencial de cotação:

- (0) marcador fora da CP;
- (1) presente em apenas um quadrante da CP;
- (2) presente entre os quadrantes 1/4 ou 2/3 da CP;
- (3) presente entre os quadrantes 2/1 ou 3/4 da CP;
- (4) presente parcialmente em todos os quadrantes da CP;
- (5) presente totalmente em todos os quadrantes da CP.



**Figura 3** – Classificação espacial da localização dos marcadores de chumbo.

Esta classificação respeitou o princípio de que para a avaliação da escoliose, se o marcador fosse colocado ligeiramente acima ou abaixo do processo espinhoso avaliado, o diagnóstico da patologia não seria afetado, por isso as cotações 5, 4 e 3 foram consideradas como concordantes. Por outro lado, se o marcador fosse colocado à direita ou à esquerda do processo espinhoso real, a avaliação da escoliose ficaria comprometida, já que se baseia em desvios laterais da coluna, portanto as cotações 2 e 1 foram consideradas não concordantes.

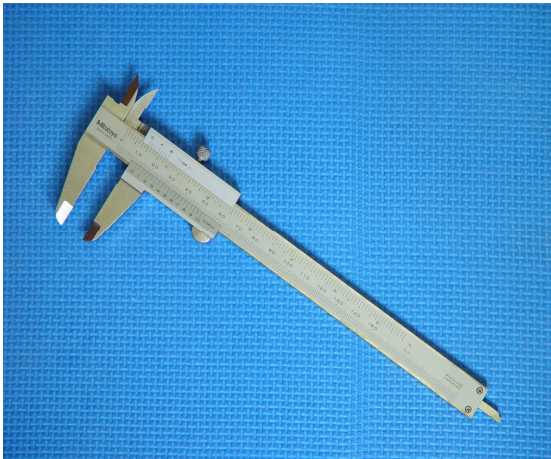
#### 4.4.2.2 Mensuração da distância entre marcadores e respectivas estruturas ósseas.

De posse das imagens radiográficas foi possível mensurar, com o auxílio de um paquímetro (Figura 4), as distâncias existentes entre o centro da parte distal dos processos espinhosos (região mais saliente, alvo durante o processo de palpação) ao centro do marcador radiopaco ( $d_1$ ). Inicialmente as distâncias foram computadas em milímetros. Entretanto, as distâncias entre dois pontos em uma imagem de raio-x dependem da distância das obstáculos (estruturas ósseas ou marcadores) até o anteparo, da distância da fonte de raio-x até os obstáculos (as radiografias foram feitas em lugares diferentes), entre outras variáveis.

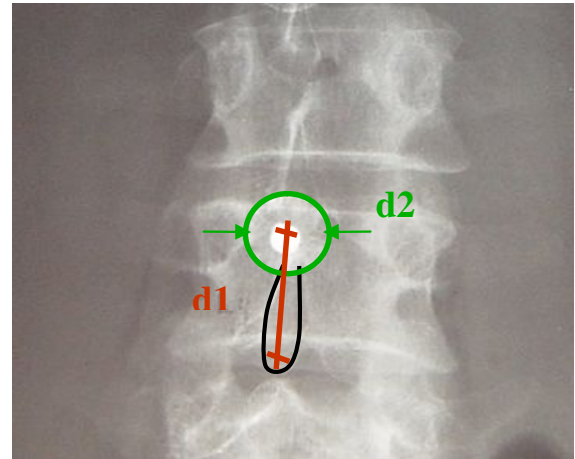
Devido à impossibilidade de garantir uma mesma regulagem dos parâmetros de cada imagem radiográfica, não era possível garantir que uma determinada distância em uma dada imagem de raio-x, correspondesse a mesma distância em outra imagem de raio-x. Como em qualquer medição de distância através de imagens, é necessário um objeto de calibração, registrado juntamente com as distâncias que se pretende medir, de forma que uma imagem “maior” irá apresentar distâncias “maiores”, enquanto uma imagem “menor” da mesma situação, irá apresentar distâncias “menores”. Não obstante, tratando-se de uma imagem radiográfica, ocorrem distorções não-lineares em diferentes regiões da imagem (BALZOPULUS, 1995).

Com a intenção de minimizar erros provenientes deste processo optou-se por normalizar as distâncias mensuradas utilizando o diâmetro da imagem do marcador ( $d_2$ ). Desta forma, as distâncias entre o centro do marcador e o centro da parte distal dos processos espinhosos ( $d_1$ ), medidas em milímetros, foram divididas pelo diâmetro

do respectivo marcador ( $d_2$ ), medido também em milímetros (Figura 5), diretamente no raio-x, com o mesmo paquímetro. As distâncias foram assim computadas em valores percentuais do diâmetro dos marcadores.



**Figura 4** – Paquímetro.



**Figura 5** – Mensuração da distância entre marcador e processo espinhoso em valores percentuais do diâmetro do marcador.

#### 4.4.3 Comparação entre os resultados do exame radiográfico e do APPID

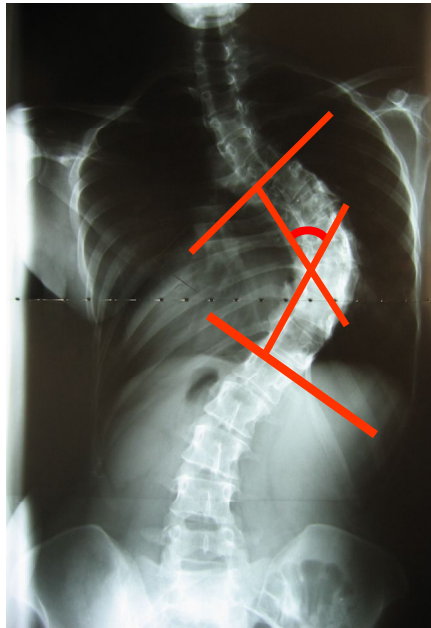
A comparação entre os resultados do exame radiográfico e do *software* APPID foi realizada de duas formas: por meio da comparação do resultado nominal fornecido pelos laudos de ambos os métodos, com a identificação e classificação da escoliose, e por meio da comparação da medida das Flechas de Charrière e Roy (1987), que representam o ápice das curvas escolióticas, obtida no processo de digitalização das fotos, com o ângulo de Cobb, extraído do exame radiográfico.

Para comparação entre os resultados dos laudos dos exames radiográficos e dos laudos fornecidos pela digitalização das fotos dos sujeitos pelo APPID, criou-se uma planilha com todos os possíveis resultados diagnósticos para escoliose e estes resultados foram codificados em números positivos e negativos, de forma a manter uma distribuição simétrica em relação ao zero, conforme a Tabela 1.

**TABELA 1** – Possíveis resultados diagnósticos para escoliose emitidos pelo software APPID, e respectiva codificação adotada para análise estatística.

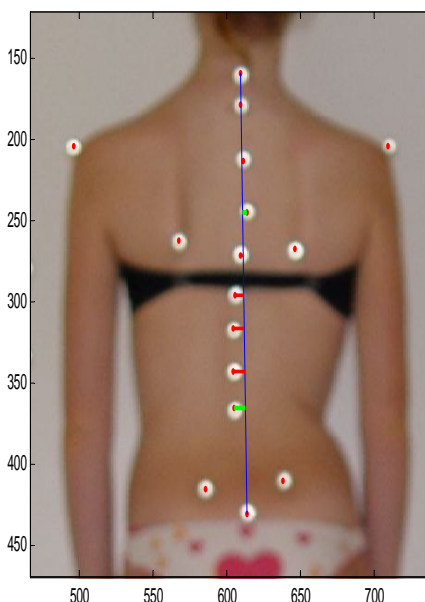
<b>CURVAS</b>	<b>CÓDIGO</b>
Normal	0
Torácica D	4
Torácica E	- 2
Lombar D	- 4
Lombar E	2
Toraco-Lombar D	6
Tóraco-Lombar E	- 6
Torácica D Lombar E	- 3
Torácica E Lombar D	3
Torácica D Tóraco-Lombar E	5
Torácica E Tóraco-Lombar D	-1
Tóraco-Lombar D Lombar E	1
Tóraco-Lombar E Lombar D	- 5

A mensuração do ângulo de Cobb foi realizada pela pesquisadora com o auxílio de um esquadro e um transferidor, seguindo as proposições de Loinstein (1994), da seguinte forma: primeiramente foram identificadas as vértebras terminais da curva, que são as últimas vértebras inclinadas para a concavidade da curva. Quando as vértebras se apresentavam paralelas, a que estava mais distante do ápice era considerada a terminal. Após a identificação das vértebras as curvas eram medidas seguindo o padrão de Cobb-Lippman. Uma linha era traçada na extremidade superior da vértebra terminal cranial, ao longo da placa terminal. Traçava-se então uma linha em ângulo reto a essa linha vertebral. Outra linha era traçada então na extremidade inferior da vértebra caudal da curva, usando a placa terminal. Após, traçava-se uma linha em ângulo reto a essa. O ângulo medido corresponde ao ângulo formado pelas duas linhas de ângulo reto, dando a magnitude da curva (Figura 6).



**Figura 6** – Mensuração do ângulo de Cobb.

A medida das flechas de Charrière e Roy (1985) era fornecida pelo próprio APPID após a digitalização das fotografias. Este método consiste em traçar uma reta entre o processo espinhoso de C7 e S2, e medir a distância (em verde na figura) que separa esta linha de referência do processo espinhoso da vértebra ápice da escoliose, ou seja, a vértebra que mais se distancia da linha de referência. O *software* realiza esta mensuração e fornece um laudo onde consta o nível da escoliose (lombar, toraco-lombar ou torácica), o lado da escoliose e o valor da flecha escoliótica em milímetros (Figura 7).



**Avaliação segundo Charrière & Roy**

\*\*\*\*\*

**escoliose lombar esquerda torácica direita**

**flecha esquerda: L4 -1.4 cm**

**flecha direita: T6 0.5 cm**

**Figura 7** – Mensuração das Flechas de Charrière e Roy, e laudo fornecidos pelo *software* APPID.

#### 4.4.4 Tratamento estatístico

Para a análise estatística foi utilizado o software SPSS<sup>®</sup> 13.0. Os diversos conjuntos de dados podem ser agrupados da seguinte forma:

- (a) Classificação nominal da concordância dos marcadores com os pontos anatômicos, de acordo com sua orientação no espaço;
- (b) Distância numérica entre os marcadores e pontos anatômicos;
- (c) Classificação nominal dos diagnósticos oriundos dos exames radiográficos;
- (d) Classificação nominal dos diagnósticos oriundos dos software APPID;
- (e) Ângulos de Cobb, medidos nas imagens radiográficas;
- (f) Flechas de Charrière & Roy, medidas sobre as fotos digitais.

Com relação ao conjunto de dados (a):

Foi verificada a equivalência das variâncias (teste de Levene) e não-normalidade dos dados (Kolmogorov-Smirnov). Devido a não aderência ao modelo normal, e também devido ao fato da variável resposta ser obtida através de uma escala, definiu-se pela utilização do procedimento de análise de variância não-paramétrica a fim de identificar a existência de diferenças significativas entre as variáveis, por meio do teste de Kruskal-Wallis.

Com relação ao conjunto de dados (b):

Foi verificada a equivalência das variâncias (teste de Levene) e não-normalidade dos dados (Kolmogorov-Smirnov). Procurou-se, através de uma transformação logarítmica, enquadrar os dados em uma distribuição normal. Porém, mesmo após a transformação logarítmica algumas variáveis ainda apresentavam comportamento não-normal. Definiu-se assim pela utilização do procedimento de análise de variância não-paramétrica a fim de identificar a existência de diferenças significativas entre as variáveis, por meio do teste de Kruskal-Wallis.

Com relação ao conjunto de dados (c) e (d):

Os dados nominais, oriundos da digitalização das imagens e do laudo do exame radiográfico, foram submetidos a um teste de Wilcoxon para verificar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre os resultados.

Com relação ao conjunto de dados (e) e (f):

Os dados numéricos referentes aos valores das flechas escolióticas e das medidas do ângulo de Cobb foram submetidos ao Teste de Correlação Produto Momento de Pearson.

Em todos os testes o nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ . Os referidos testes foram aplicados objetivando verificar a validade desta metodologia de avaliação postural. A validade, segundo Hopkins (2000) refere-se ao grau de concordância dos resultados de dois testes diferentes, sendo um tradicionalmente considerado válido para as medidas em questão, utilizando-se para isso os mesmos sujeitos avaliados e as mesmas condições de aplicabilidade. A partir de um instrumento de avaliação objetivo e consistente, pode-se obter resultados semelhantes, independente do examinador.

Também foram realizadas análises estatísticas descritivas dos dados como o mínimo, máximo, média e desvio padrão de cada variável.

## **5 RESULTADOS**

Os resultados serão apresentados divididos em seções, conforme o agrupamento e respectiva análise realizada com os dados.

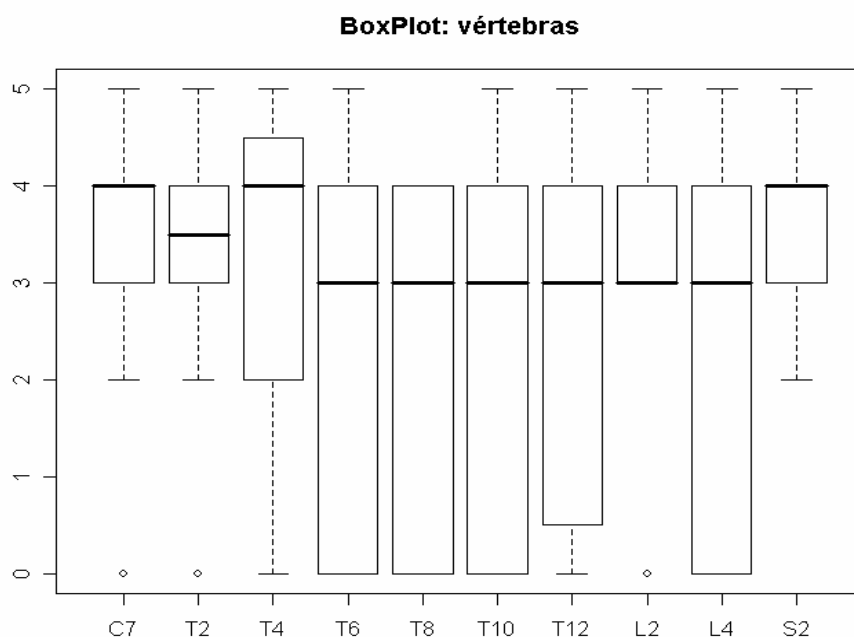
### **5.1 CONCORDÂNCIA ENTRE PONTOS ANATÔMICOS E MARCADORES**

Foram dois os procedimentos realizados para análise da concordância entre a localização dos processos espinhosos reais, observados no exame radiográfico, e os respectivos marcadores de superfície, e os resultados de ambos serão apresentados nesta sessão.

#### **5.1.1 Posicionamento espacial dos marcadores**

O posicionamento espacial dos marcadores de superfície em relação ao posicionamento dos processos espinhosos de interesse, foram classificados em uma escala de 0 a 5, conforme descrito nos procedimentos de análise do capítulo referente a Metodologia. Foi plotado o gráfico Boxplot de cada variável a fim de exibir uma idéia da distribuição das variáveis, sendo observado em alguns casos distribuições bem assimétricas.





**FIGURA 8** – Gráfico BoxPlot representando a distribuição espacial dos marcadores de superfície de acordo com a escala de 0 a 5, quanto ao mínimo, mediana, máximo e média.

Após estas análises preliminares, confirmou-se a não aderência ao modelo normal de todas as variáveis (não rejeição da hipótese nula), verificada através do teste de Lilliefors com nível de significância de 5%. Em relação à homogeneidade de variâncias, não houve indícios na amostra de diferenças significativas entre as variâncias segundo o teste de Levene ( $F=1,3632$ ;  $p=0,2061$ ). Devido a não aderência ao modelo normal, e também devido ao fato da variável resposta ser obtida através de uma escala, definiu-se pela utilização do procedimento de análise de variância não-paramétrica a fim de identificar a existência de diferenças significativas entre as variáveis. Assim, pode-se observar que não existem indícios na amostra de diferenças significativas entre os pontos de marcação na coluna vertebral ( $\chi^2=13,1185$ ;  $p=0,1573$ ). A Tabela 1 apresenta os escores médios da distribuição espacial dos marcadores por nível espinhal.

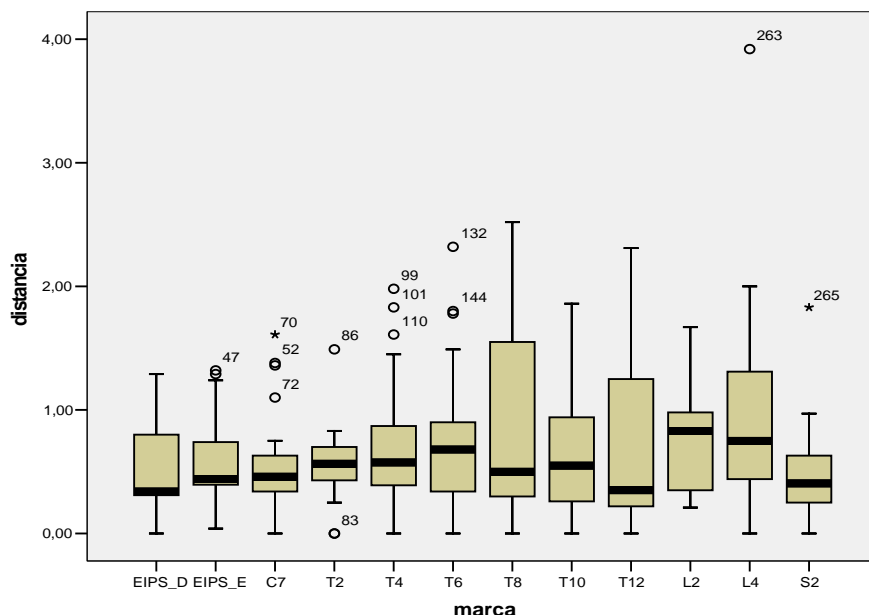
**TABELA 2** - Escores médios da distribuição espacial dos marcadores por nível espinhal.

Vértebras	C7	T2	T4	T6	T8	T10	T12	L2	L4	S2
Média	3,208	3,333	3,042	2,625	2,304	2,478	2,652	3,087	2,583	3,783

Em resumo, conclui-se que não há diferença significativa entre as posições de marcação das vértebras, ou seja, o marcador identifica da mesma forma todas as vértebras estudadas. Como exemplo, comparando a vértebra T8, de menor escore médio (média=2,304), com a vértebra S2, de maior escore médio (média=3,783), a diferença entre elas (1,479) não foi significativa. Em consequência, qualquer outro contraste entre médias vai ser não significativo.

### 5.1.2 Distância entre o marcador e a respectiva estrutura óssea.

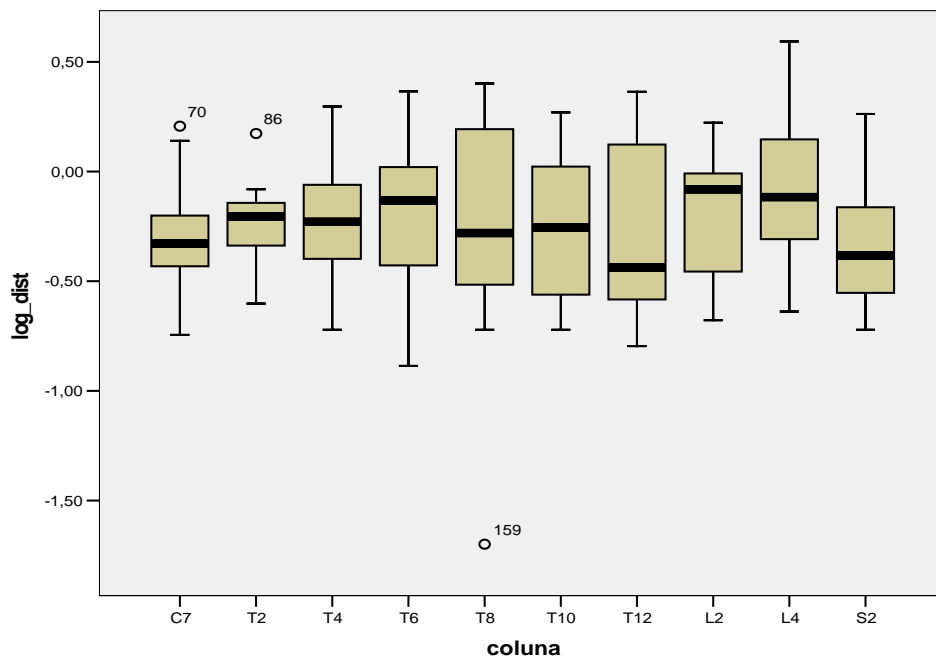
A distância entre o centro da imagem do marcador de superfície e o centro da extremidade do processo espinhoso, ambos visíveis no filme radiográfico, foram mensuradas com o auxílio de um paquímetro. Estes dados foram submetidos a estatísticas descritivas como o mínimo, mediana, máximo e média de cada variável. Foi plotado o gráfico Boxplot de cada variável a fim de exibir uma idéia da distribuição das variáveis.



**FIGURA 9** – Gráfico BoxPlot representando a distância em número de diâmetros dos marcadores de superfície ao processo espinhosos, quanto ao mínimo, mediana, máximo e média.

Após estas análises preliminares, confirmou-se a não aderência ao modelo normal de todas as variáveis (não rejeição da hipótese nula), verificada através do teste de Lilliefors com nível de significância de 5%. E por meio do teste de Levene ( $F=3,713$ ;  $p < 0.001$ ), constatou-se a não homogeneidade das variâncias.

Verificada a não normalidade dos dados, tentou-se então uma normalização destes por meio de transformação logarítmica. Foi plotado o gráfico Boxplot de cada variável para demonstrar a distribuição das variáveis.



**FIGURA 10** – Gráfico BoxPlot representando o logaritmo das distâncias dos marcadores de superfície ao processo espinhosos, quanto ao mínimo, mediana, máximo e média.

Os resultados passaram a demonstrar uma distribuição normal, porém a distribuição das variâncias continuou não homogênea, de acordo com o teste de Levene ( $F=2,182$ ;  $p=0,025$ ). Optou-se então pela utilização do procedimento de análise de variância não-paramétrica (teste de Kruskal Wallis), a partir dos dados brutos, a fim de identificar a existência de diferenças significativas entre as variáveis. Assim, pode-se observar que não existem indícios na amostra de diferenças significativas entre os pontos de marcação na coluna vertebral ( $\chi^2=9,366$ ;  $p=0,404$ ).

Concluindo-se não haver diferença significativa entre as posições de marcação das vértebras, ou seja, o marcador identifica da mesma forma todas as vértebras estudadas. A Tabela 2 apresenta os valores médios das distâncias dos marcadores aos processos espinhosos, normalizadas pelo diâmetro dos marcadores, para cada nível espinhal.

**TABELA 3** - Valores médios das distância, em número de vezes o diâmetro marcado, dos marcadores aos processos espinhosos.

Vértebra	C7	T2	T4	T6	T8	T10	T12	L2	L4	S2
Média	0,59	0,57	0,73	0,80	0,76	0,70	0,72	0,77	1,01	0,50

Como exemplo, comparando a vértebra L4, de maior distância média (média=1,01), com a vértebra S2, de menor distância média (média=0,50), a diferença entre elas (0,51) não foi significativa. Em consequência, qualquer outro contraste entre médias vai ser não significativo.

## 5.2 CONCORDÂNCIA ENTRE RESULTADOS DO EXAME RADIOGRÁFICO E RESULTADOS FORNECIDOS PELO APPID

### 5.2.1 Laudo do exame radiográfico X Laudo do APPID

Os dados brutos dos laudos obtidos do exame radiográfico e da digitalização das fotos podem ser observados na Tabela 4. Após codificados, os resultados dos laudos foram comparados por meio de um teste não paramétrico por se tratar de uma escala nominal. O teste de Wilcoxon comprovou não existir diferença estatisticamente significativa entre as duas formas de avaliação ( $Z=-0,891$ ;  $p=0,373$ ), demonstrando que o software APPID é capaz de identificar os desvios laterais da coluna, presentes na escoliose, e fornecer um diagnóstico qualitativo válido da patologia.

**TABELA 4** - Dados brutos obtidos dos laudos do exame radiográfico e da digitalização das fotos e respectivo código.

SUJEITO	DIAGNÓSTICO - RX	CODIGO	DIAGNÓSTICO APPID	CODIGO
1.	Torácica E	-2	Torácica E	-2
2.	Tóraco-Lombar E (C)	-6	Torácica E Lombar D	3
3.	Torácica D Lombar E	-3	Torácica D Lombar E	-3
4.	Tóraco-Lombar E (C)	-6	Lombar E	2
5.	Torácica E Lombar D	3	Torácica E Lombar D	3
6.	Torácica D Lombar E	-3	Torácica D Lombar E	-3
7.	Torácica D Lombar E	-3	Torácica D Lombar E	-3
8.	Tóraco-Lombar D	6	Tóraco-Lombar D	6
9.	Torácica E Lombar D	3	Torácica D Lombar E	-3
10.	Torácica E	-2	Torácica E	-2
11.	Torácica E Lombar D	3	Torácica E Lombar D	3
12.	Torácica D Lombar E	-3	Tóraco-Lombar D	6
13.	Torácica E Lombar D	3	Torácica E Lombar D	3
14.	Torácica E Lombar D	3	Tóraco-Lombar D	6
15.	Tóraco-Lombar E	-6	Torácica D Lombar E	-3
16.	Torácica E Lombar D	3	Torácica E Lombar D	3
17.	Torácica D Lombar E	-3	Torácica D Lombar E	-3
18.	Torácica E Lombar D	3	Torácica E Lombar D	3
19.	Torácica E Lombar D	3	Torácica E	-2
20.	Torácica E Lombar D	3	Torácica D	1
21.	Torácica D Tóraco-Lombar E	5	Torácica D Tóraco-Lombar E	5
22.	Torácica E Lombar D	3	Torácica E Lombar D	3
23.	Torácica D Lombar E	-3	Torácica D Lombar E	-3
24.	Torácica E	-2	Torácica E	-2

### 5.2.2 Ângulo de Cobb X Flechas de Charrière & Roy

Após observar que não houve diferença estatisticamente significativa na avaliação da escoliose por meio do APPID em relação ao RX, procurou-se avaliar a correlação entre a medida das Flechas de Charrière & Roy com a medida do ângulo de Cobb para saber se o *software* APPID é capaz de fornecer uma informação quantitativa válida sobre a dimensão da escoliose.

As medidas do ângulo de Cobb foram extraídas das 24 radiografias em ântero-posterior, todas realizadas na posição ortostática. A distribuição dos tipos de curva foram: Curvas simples – Torácica (n=3), Tóraco-lombar (n=4) e Lombar (n=0); curvas duplas – Torácica e Tóraco-lombar (n= 1), Tóraco-lombar e Lombar (n=0), Torácica e Lombar (n=16). Sete sujeitos apresentaram curvas < que 10° e o restante

(n=17) apresentaram curvas  $\geq$  a  $10^\circ$ . Os valores da média, desvio padrão e limites desta variável estão na Tabela 5.

A medida da flechas foi obtida por meio da digitalização das fotos dos sujeitos, no software APPID, realizada pela pesquisadora. A distribuição dos tipos de curva foram: Curvas simples – Torácica (n=5), Tóraco-lombar (n=3) e Lombar (n=1); curvas duplas – Torácica e Tóraco-lombar (n= 1), Tóraco-lombar e Lombar (n=0), Torácica e Lombar (n=14). Os valores da média, desvio padrão e limites destas variáveis são dadas em cm e estão na Tabela 6.

**TABELA 5** – Média, desvio padrão e limite do ângulo de Cobb nas regiões torácica, tóraco-lombar e lombar direita (D) e esquerda (E).

	Torácica	Tóraco-lombar	Lombar
Média	12,9	10	11,00
DP	8,62	6,36	8,33
Limites	<5 – 32	<5 -18	<5 – 37

**TABELA 6** – Média, desvio padrão e limite das Flechas de Charrière & Roy (cm) nas regiões torácica, tóraco-lombar e lombar direita (D) e esquerda (E).

	Torácica	Tóraco-lombar	Lombar
Média	0,7	0,563	0,58
DP	0,32	0,116	0,45
Limites	0,22 – 1,34	0,42 – 0,7	0,05 – 1,59

Os resultados das Flechas de Charrière & Roy, fornecidas pelo *software* APPID, foram correlacionados com os resultados do ângulo de Cobb, nas regiões torácica e lombar. As informações referentes à região tóraco-lombar não foram correlacionadas devido ao pequeno número de informações (n=4). Na Tabela 7 estão apresentados os resultados obtidos pelo teste de correlação de Pearson, e as Figuras 6 e 7 mostram as correlações graficamente. Este resultado demonstra que existiu uma correlação forte entre os resultados quantitativos fornecidos pelos dois métodos e que esta concordância é estatisticamente significativa.

**TABELA 7**– Coeficiente de correlação (r) e valor *p* das variáveis numéricas fornecidas pelo software APPID (Flechas) e pelo exame radiográfico (ângulo de Cobb).

<b>Flechas x Cobb</b>	<b>Correlação (r)</b>	<b>Valor <i>p</i></b>
Curva Torácica	0,752	<0,001
Curva Tóraco-lombar	-	-
Curva Lombar	0,760	0,007

## 6 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi propor uma metodologia válida de avaliação postural, baseada na identificação de estruturas anatômicas ósseas por palpação, na utilização de marcadores de superfície e na aquisição de imagens digitais, além de desenvolver um *software* e avaliar sua validade na identificação e caracterização da postura da coluna vertebral estática no plano frontal.

### Metodologia de Palpação

A localização correta dos pontos anatômicos é um pré-requisito fundamental para garantir a reprodutibilidade e confiabilidade da análise postural e a coluna vertebral é uma das regiões do corpo que oferece a maior dificuldade ao examinador. Segundo Lundberg *et al* (1996), esta dificuldade ocorre devido a três fatores: (1) grande número de segmentos da coluna (26) e com exceção ao sacro todos relativamente pequenos; (2) somente os processos espinhosos estão relativamente próximos à pele, no entanto são cercados por grandes músculos, as outras partes da vértebra são inacessíveis a observação direta; (3) a variação normal na forma e orientação da coluna vertebral é bastante grande.

Além dos fatores citados por Lundberg (1996), a prática clínica demonstra que a proximidade entre as vértebras e os deslocamentos que as mesmas sofrem na presença de alterações posturais, principalmente nos casos de escolioses significativas, dificultam ainda mais sua localização.

No entanto, a maior parte dos *softwares* e equipamentos não invasivos desenvolvidos para auxiliar na avaliação da postura e nas pesquisas sobre a cinemática humana dependem da palpação das estruturas anatômicas ósseas e da utilização de marcadores de superfície, e poucos estudos foram feitos (e estão disponíveis na literatura) avaliando a validade e as limitações impostas por esta técnica.

A metodologia de palpação escolhida e avaliada nesta pesquisa foi baseada na identificação dos níveis espinhais a partir da palpação do processo espinhoso da vértebra C7, descendo nível por nível até a vértebra L4, conforme procedimento



sugerido por Dufour (1989). Para a identificação do processo espinhoso de S2, de menor tamanho, optou-se por observar a altura das EIPS e assumir que entre elas localiza-se o processo espinhoso de S1 (DUFOUR,1989), portanto, logo abaixo, o processo palpado seria S2. Seguindo este protocolo, os resultados demonstram que não houve diferença estatisticamente significativa, entre os níveis da coluna vertebral, no processo de identificação por palpação dos processos espinhosos das vértebras. Isto é, não houve maior facilidade ou dificuldade em encontrar e marcar determinados níveis espinhais. O erro médio na identificação dos processos espinhosos das vértebras foi em torno de 8 mm (distância média dos marcadores ao processos espinhosos vezes o diâmetro médio dos marcadores).

Não foram encontrados na literatura trabalhos que descrevessem este mesmo protocolo de palpação para que os resultados fossem comparados. Geralmente, acredita-se que pela praticidade, utiliza-se a localização dos níveis espinhais a partir da relação com outras estruturas ósseas, como exemplo, aceita-se que a vértebra T12 localiza-se na altura do arco das últimas costelas e L5 na altura das espinhas ilíacas póstero-superiores.

Neste sentido, na pesquisa desenvolvida por SILVA *et al* (2005), com o intuito de avaliar um programa computacional para a medida da lordose lombar, a marcação de pontos anatômicos na coluna vertebral foi avaliada por meio da colocação de marcadores radiopacos sobre a coluna e posterior exame radiográfico. Oitenta sujeitos foram avaliados, nos quais se pretendia marcar por palpação os processos espinhosos de T12, L3 e L5. Em apenas 16 sujeitos estes pontos foram localizados com perfeição e em outros 17 sujeitos as vértebras L1, L3 e L5 foram marcadas. Nos 47 sujeitos restantes a marcação não foi feita de acordo com o que se pretendia fazer. Esta forma de localização das vértebras pode ter interferido na qualidade da marcação já que, como salientado pelos próprios autores da pesquisa, a técnica utilizada no estudo pode não ter sido capaz de detectar as diferenças anatômicas possivelmente existentes entre os indivíduos.

A deficiência desta técnica de palpação realizada a partir de pontos anatômicos de referência é fortalecida pelas discordâncias apresentadas na literatura quanto à localização de determinadas estruturas.

A linha que une as duas espinhas ilíacas póstero-superiores (EIPS) é tida como a linha que cruza o segundo processo espinhosos sacral (S2) para alguns

autores (BORLEY, 1997 *apud* CHACRAVERTY *et al* 2007; GROSS *et al*, 2000), para outros (DUFOUR *et al*, 1989) a linha que une as EIPS passa pelo processo espinhosos da primeira vértebra sacral (S1). Já na pesquisa desenvolvida por Chakraverty *et al* (2007), a linha das espinhas ilíacas póstero-superiores identificou o processo espinhosos de S2 em 51% dos casos e S1 em 44% dos 60 pacientes avaliados.

Da mesma forma, a linha que une as cristas ilíacas, obtida por palpação, corresponde ao nível de L4 segundo Dufour *et al* (1989), ou ao espaço intervertebral L4-L5 de acordo com Gross *et al* (2000). Já a pesquisa de Chakraverty *et al* (2007) salienta um aspecto muito importante que é a comparação entre os níveis espinhais que estão entre as cristas ilíacas ou entre as espinhas ilíacas póstero-superiores (observados por meio de imagens fluoroscópicas) e os níveis que são obtidos por meio da palpação destas estruturas. Os resultados da pesquisa mostraram que embora os níveis espinhais L4 ou L4-L5 foram identificados na imagem da linha intercristas em 86,7% dos 75 pacientes estudados, a linha intercristas formada pela palpação tendeu a identificar níveis mais altos; os níveis L3 ou L3-L4 em 77,3% dos casos e mais comumente em mulheres do que em homens (85,7 vs. 61,5%) e em pacientes com maior índice de massa corpórea. O nível de concordância entre as duas linhas foi pobre ( $k = 0,05$ ). Participaram indivíduos adultos submetidos a injeções para dor lombar crônica, dirigidas a espinha por meio de imagens fluoroscópicas. Os resultados sugerem que a linha intercristas formada por palpação identifica diferentes níveis espinhais daquela formada por meio de imagem e que ambos os métodos deveriam ser considerados como instrumentos diferentes. Em situações clínicas seria mais apropriado considerar a palpação da linha intercristas como guia para identificar os níveis espinhais L3 ou L3-L4 do que os níveis L4 ou L4-L5, particularmente em mulheres ou em pacientes com alto índice de massa corpórea.

Embora não tenha existido diferença estatisticamente significativa no processo de palpação e localização das vértebras, no presente estudo, os valores numéricos das médias da distribuição espacial dos marcadores e da distância do marcador ao respectivo processo espinhoso, mostram que houve uma dificuldade mais pronunciada na identificação das vértebras na região lombar baixa, sendo a vértebra L4 a que apresentou maior erro no momento da marcação. De forma

semelhante, Billis *et al* (2003) realizaram um estudo para investigar a reprodutibilidade e confiabilidade na localização de níveis espinhais por três grupos de fisioterapeutas (estudantes, clínicos e terapeutas manuais) que deveriam localizar os níveis espinhais C5, T6 e L5. Os autores observaram pobre reprodutibilidade entre terapeutas em todos os níveis vertebrais pesquisados e boa confiabilidade intra-terapeutas, sendo que a palpação do processo espinhoso de L5 foi o mais difícil para os três grupos. Isto pode ser explicado pela proximidade de L5 com outras estruturas como cristas ilíacas e a EIPS, pela localização mais profunda de L5 e pelo tamanho menor de seu processo espinhoso quando comparado às outras vértebras lombares (FANN, 2002).

Se por um lado a vértebra L4 foi a que demonstrou maior dificuldade no momento da palpação e pior resultado na marcação, a vértebra S2 foi a que obteve o melhor resultado tanto na classificação espacial quanto na distância. Deve-se lembrar que para marcação desta vértebra, devido ao seu tamanho reduzido e devido a proximidade com as outras vértebras sacrais, foi utilizada como referência a altura das Espinhas Ilíacas Pósterio Superiores (EIPS) aceitando que entre elas localizar-se-ia a vértebra S1, conseqüentemente um nível abaixo se localizaria S2. O posicionamento das vértebras dos 24 indivíduos participantes deste estudo, observado no exame radiográfico, pode explicar o bom resultado na localização desta vértebra seguindo este método de palpação, pois dezenove sujeitos (79%) apresentaram entre as EIPS a vértebra S1, um sujeito (4,2%) o espaço intervertebral S1-S2, três sujeitos (12,5%) a vértebra S2 e um sujeito (4,2%) o espaço intervertebral L5-S1. Concordando com a referência seguida para a palpação, baseada em Dufour *et al* (1989), segundo o qual a linha que une as EIPS passa pelo processo espinhosos da primeira vértebra sacral (S1); e discordando de outros autores (BORLEY, 1997 *apud* CHACRAVERTY *et al* 2007; GROSS *et al*, 2000), para os quais a linha que une as EIPS é tida como a linha que cruza o segundo processo espinhosos sacral (S2).

A experiência do pesquisador no processo de palpação é visto como um dos requisitos importantes para definir a qualidade da palpação. Na pesquisa de Billis *et al* (2003) os clínicos e terapeutas manuais foram mais reprodutíveis que os estudantes, em níveis espinhais semelhantes. O que demonstra que o nível de experiência clínica interfere na qualidade da palpação. Já Binkley *et al* (1995),

realizaram um estudo com seis fisioterapeutas especialistas em terapia manual com mais de três anos de experiência, para testar a confiabilidade de um teste de mobilidade dos movimentos acessórios da coluna lombar em pacientes com dor lombar. Os fisioterapeutas deveriam localizar por palpação os processos espinhosos lombares de dezoito sujeitos. Apesar da experiência dos avaliadores foi obtido um coeficiente de correlação intraclasse de 0,69. Este resultado no entanto foi atribuído a uma falta de padronização nos procedimentos de palpação e ao fato de os pacientes ficarem restritos a posição prona durante a palpação. Nesta pesquisa a reprodutibilidade da metodologia de palpação utilizada não foi avaliada, uma vez que a palpação e marcação dos pontos anatômicos foi realizada apenas uma vez em cada sujeito avaliado, somente pela pesquisadora responsável, que possui experiência prática em terapia manual de três anos. A palpação dos pontos anatômicos foi realizada com os indivíduos em ortostatismo e, quando necessário, movimentos de flexo-extensão da coluna eram realizados para salientar os processos espinhosos e facilitar a identificação dos mesmos, fator que pode ter contribuído para o bom resultado.

### **Validade do software APPID**

A partir dos resultados encontrados no presente estudo, para marcação dos processos espinhosos, não é possível saber se a metodologia de palpação utilizada é boa ou ruim, pois não se sabe até que ponto este erro ( $\approx 8$  mm) no processo de palpação e marcação pode afetar o resultado de uma avaliação postural. No entanto, com este erro embutido, o software APPID identificou a presença ou não de escoliose nos sujeitos avaliados e qualificou as curvas presentes, sem diferença estatisticamente significativa quando comparado aos resultados dos exames radiográficos ( $p=0,373$ ).

Reforçando este resultado, a correlação entre os valores das flechas de Charrière & Roy e os valores dos ângulos de Cobb, que é o método considerado padrão ouro para monitorizar a escoliose (GOLDBERG *et al*, 2001; MASSO & GORTON, 2000) foi de  $r= 0,76$  para as curvas torácicas e  $r= 0,75$  para as curvas lombares, o que caracteriza uma boa correlação entre os dois dados quantitativos na avaliação da dimensão das curvas escolióticas.

Estes resultados permitem inferir que o erro médio de 8 mm na marcação dos processos espinhosos não afetou o resultado diagnóstico do software APPID para escoliose de forma estatisticamente significativa, portanto, a metodologia escolhida e seguida para palpação pode ser considerada eficiente, e o software APPID pode ser considerado uma alternativa de avaliação não invasiva válida para avaliação da escoliose .

Nenhum trabalho foi encontrado na literatura correlacionando a medida das flechas de Charrière e Roy com as medidas do ângulo de Cobb. Muitos trabalhos voltados para avaliação da precisão de técnicas não invasivas de avaliação da coluna vertebral correlacionaram as medidas da gibosidade escoliótica com as medidas do ângulo de Cobb (NISSINEN *et al*, 1989; STOKES & MORELAND, 1989, FERREIRA, 1999; FERREIRA & DEFINO, 2001; SALATE *et al*, 2003) ou com medidas de rotação vertebral (WEISS, 1995; FERREIRA, 1999; SALATE *et al*, 2003, THEOLOGIS *et al*, 1993 e 1997) ou ainda correlacionaram assimetrias laterais com o ângulo de Cobb (TURNER-SMITH, 1988; THEOLOGIS *et al*, 1993 e 1997; GOLDBERG *et al*, 2001).

Os trabalhos que correlacionaram desvios laterais (ângulos obtidos por meio de topografia de superfície) com o ângulo de Cobb são os que mais se aproximam da correlação feita no presente estudo, pois as flechas de Charrière & Roy são, da mesma forma, medidas dos desvios laterais provocados pela Escoliose. No entanto, no software APPID a medida do desvio lateral é representada por uma medida linear, em centímetros, enquanto nas demais técnicas os desvios laterais são representados por uma medida angular.

A técnica ISIS (*Integrate Shape Imaging System Scanning*) produz imagens da superfície do dorso por meio da projeção de luz e fornece além de dados sobre a assimetria lateral (medida em graus) vários outros parâmetros para avaliação da escoliose, entre eles, a assimetria transversa (rotação) e volumétrica (diferença do volume entre os dois lados do tronco) e ainda o desequilíbrio, representando a compensação lateral da coluna em relação à pelve do paciente. No entanto, de todos estes dados, a assimetria que pode ser comparada à medida do ângulo de Cobb é a lateral, pois a medida deste ângulo representa a severidade da curva lateral da coluna escoliótica observada no plano frontal. Neste sentido Turner-Smith *et al* (1988), correlacionaram a assimetria lateral da coluna, por meio da técnica ISIS,

com o ângulo de Cobb na escoliose idiopática e na escoliose idiopática adolescente obtendo valores de  $r=0,80$  e  $r=0,77$  respectivamente. Goldeberg *et al* (2001) correlacionaram o principal ângulo *Quantec*, fornecido também por meio de topografia de superfície, com o principal ângulo de Cobb, obtido por meio do exame radiográfico, obtendo coeficiente de correlação igual a 0,812. De forma semelhante, no presente trabalho, a correlação da medida das flechas de Charrière e Roy com as medidas do ângulo de Cobb apresentou valores de  $r=0,75$  para região torácica e  $r=0,76$  para lombar.

Mior *et al* (1996), testaram a confiabilidade e precisão do Sistema de Análise Esquelética *Metrecom* (instrumento computadorizado eletrogoniométrico), na avaliação da escoliose idiopática adolescente comparando da mesma forma os resultados desta técnica com a medida do ângulo de Cobb. A correlação obtida foi  $r=0,64$ . Nissinen *et al* (1989) correlacionaram o ângulo de Cobb com a medida da gibosidade feita por meio de um nível d'água e uma régua ( $r=0,20$ ) e com a técnica topográfica de Moiré ( $r=0,16$ ).

Salate *et al* (2003), Ferreira (1999) correlacionaram medidas de gibosidade obtidas por meio de um nível d'água e uma régua com o ângulo de Cobb e com medidas de rotação vertebral. Salate obteve correlação da gibosidade com o ângulo de Cobb na região torácica  $r=0,36$ ; tóraco-lombar  $r=1$  e na região lombar não foi possível correlacionar. Ferreira obteve correlação do Cobb com a gibosidade, nas medidas em ortostatismo, de  $r=0,90$  para região torácica;  $r=0,33$  para lombar e  $r=0,18$  para região tóraco-lombar. Na correlação da rotação vertebral, pelo método de Raimondi (graus) com o ângulo de Cobb Ferreira obteve  $r=0,85$  para torácica,  $r=0,45$  para lombar e  $r=0,45$  para tóraco-lombar e Salate obteve para região torácica  $r=0,09$ ; tóraco-lombar  $r=0,03$  e lombar  $r=0,5$ . E pelo método de rotação de Nash & Moe Ferreira obteve  $r=0,77$  par torácica,  $r=0,11$  para lombar e  $r=0,48$  para tóraco-lombar (também nas medidas ortostáticas). Estas medidas mostram que as correlações obtidas por Ferreira (1999) são superiores na região torácica e deficientes para região lombar, e para Salate *et al* (2003) correlação superior foi encontrada na região tóraco-lombar; diferentemente dos valores obtidos no presente trabalho onde a correlação da medida das flechas de Charrière e Roy apresentou valores semelhantes para torácica ( $r=0,75$ ) e lombar ( $r=0,76$ ). Resultado semelhante

foi obtido correlacionando a Topografia de Moiré com o Cobb, por Stokes e Moreland (1989),  $r=0,70$  na região superior e  $r=0,77$  na região inferior.

## CONCLUSÕES

O protocolo de avaliação postural consiste de: (1) posicionamento do indivíduo avaliado conforme seu padrão de membros inferiores (valgo ou varo); (2) posicionamento da câmara fotográfica a três metros do indivíduo; (3) colocação de um fio de prumo ao lado do sujeito avaliado para calibração da imagem, com uma referência vertical de um metro; (4) palpação dos processos espinhosos, um a um a partir da vértebra C7, e palpação da vértebra S2 tendo como referência as Espinhas Ilíacas Pósterio Superiores; (5) marcação dos pontos palpados com esferas de isopor de 1,2 cm de diâmetro; (6) aquisição de uma imagem fotográfica e (7) digitalização dos pontos anatômicos marcados por meio do software APPID.

Os resultados obtidos com este protocolo de avaliação postural estática da coluna vertebral no plano frontal não diferiram estatisticamente daqueles fornecidos pelo exame radiográfico.

A utilização dos marcadores na superfície da pele diferiu em média aproximadamente 8 mm das respectivas regiões anatômicas. Esta diferença aconteceu aleatoriamente em todas as direções.

As flechas de Charrière & Roy, utilizadas como parâmetro nas imagens digitais, mostraram uma correlação boa e estatisticamente significativa com os ângulos de Cobb, obtidos a partir das imagens radiográficas, tanto para região torácica quanto para região lombar.

Os resultados obtidos sugerem que o *software* APPID, associado à metodologia de palpação, marcação dos processos espinhosos e digitalização das fotos, se constituem em uma ferramenta válida, simples, prática e barata para avaliação não invasiva da coluna vertebral no plano frontal e para identificação, classificação e mensuração da escoliose idiopática.

Novos estudos precisam ser desenvolvidos para comprovar a reprodutibilidade do método, visto que neste trabalho apenas um pesquisador realizou a palpação e marcação dos pontos anatômicos e a digitalização das fotografias. Sugere-se avaliar se o método é eficiente no acompanhamento da evolução da escoliose idiopática em adolescentes, para que então seja utilizado como uma alternativa ao exame radiográfico no acompanhamento da patologia.



## REFERÊNCIAS

BALTZOPOULOS V. A Videofluoroscopy Method for Optical Distortion Correction and Measurement of Knee-Joint Kinematics, **Clinical Biomechanics** 10(2):85-92, 1995.

BIENFAIT, M. **Os desequilíbrios estáticos: filosofia, patologia e tratamento fisioterápico**. São Paulo: Summus, 1995.

BIENFAIT, M. **Fáscias e pompages: estudo e tratamento do esqueleto fibroso**. São Paulo: Summus, 1999.

BILLIS E.V.; FOSTER, N.E.; WRIGHT, C.C. Reproducibility and repeatability: errors of three groups of physiotherapists in locating spinal levels by palpation. **Manual Therapy**, v. 8, n. 4, pp. 223-232, 2003.

BINKLEY J.; STRATFORD P. W.; GILL, C. Interrater reliability of lumbar accessory motion mobility testing. **Physical Therapy** v. 75, n. 9, pp. 786-795, 1995.

BONE, C.; HSIEH, G. The Risk of Carcinogenesis from Radiographs to Pediatric Orthopaedic Patients. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, v. 20, n. 2, pp. 251-254, 2000.

BRICOT, B. **Posturologia**. 2 ed. São Paulo: Ícone, 2001.

BRYAN, J.M; MOSNER, E.; SHIPPEE, R.; STULL, M.A. Investigation of the validity of postural evaluation skills in assessing lumbar lordosis using photographs of clothed subjects. **Journal Orthopaedic Sports Physical Therapy**, v. 12, n. 1, pp. 24-29, 1990.

BRYANT, T.; REID, G.; SMITH, B. L.; STEVENSON, J. M. Method for Determining Vertebral Body Positions in the Sagittal Plane Using Skin Markers. **Spine**, v. 14, n. 3, pp. 258-265, 1989.

CAILLIET, R. **Escoliose**. São Paulo: Manole, 1979.

CAILLIET, R. **Síndromes dolorosas: pescoço e braço**. São Paulo: Manole, 1976.

CHAKRAVERTY, R.; PYNSENT, P.; ISAACS, K. Which spinal levels are identified by palpation of the iliac crests and the posterior superior iliac spines? **Journal of Anatomy**, v. 2, n. 210, pp. 232-236, 2007.

CHARRIÈRE, L.; ROY, J. **Fisioterapia dos desvios laterais da coluna vertebral**. São Paulo: Roca, 1987.

CHARRIÈRE, L.; ROY, J. **Kinésithérapie des deviations antéro-postérieures du rachis et de l'épiphysite vertébrale**. Masson, 1975.

COSTA, M. C.; TASHIRO, T.; DUTRA, R. F. Protocolo "Lesefer" de avaliação da postura por computador, Disponível em: <<http://www.upe.br/corporis/artigo7.html>>. Acesso em: 07 de jul. 2005

CÔTÉ, P.; KREITZ, B.; CASSIDY, J. D.; DZUS, A. K.; MARTEL, J. A Study of Diagnostic Accuracy and Reliability of the Scoliometer and Adam's Forward Bend Test. **Spine**, v. 23, n. 7, pp. 796-802, 1998.

DEACON, P., FLOOD, B.M, DICKSON, R.A. Idiopathic Scoliosis in Three dimensions. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v.66-B, n. 4, pp. 509-512, 1984.

DOODY, M. M.; LONSTEIN, J. E.; STOVALL, M.; HACKER, D. G.; LUCKYANOV, N.; LAND, C. E. Breast Cancer Mortality After Diagnostic Radiography. **Spine**, v. 25, n. 16, pp. 2052-2063, 2000.

DUFOUR, M.; PÉNINOU, G.; NEIGER, H.; GÉNOT, C.; LEROY, A.; PIERRON, G.; DUPRÉ, J. M. **Cinesioterapia: Avaliações passivas e ativas**. v.1-4. São Paulo: Panamericana, 1989.

FANN, V.A. The prevalence of postural asymmetry in people with and without chronic low back pain. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. V. 83, n. 12, pp. 1736-1738, 2002.

FEDORAK, C.; ASHWORTH, N.; MARSHALL, J. PAULL, H. Reliability of the Visual Assessment of Cervical and Lumbar Lordosis: How Good Are We? **Spine**, v. 28, n. 16, pp. 1857-1859, 2003.

FERNANDES, M.R.F.L.; BARROS, J. W.; SHIMANO, C. A.; MOREIRA, R.B.F.; GONÇALVES, F.F.; AMORIM, S.G.; OTONI, T. N.; RODRIGUES, A.S.; PINTO, A.T.; SANTOS, C. V. Utilização da Técnica de Moiré para detectar alterações posturais. **Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo**, v. 10, n. 1, pp. 16-23, 2003.

FERREIRA, E. A. G., **Postura e Controle postural: desenvolvimento e aplicação de método quantitativo de avaliação postural**. Dissertação (Doutorado em Ciências) Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FERREIRA, D. M. A. **Estudo clínico da mensuração da gibosidade e suas correlações com medidas radiológicas na Escoliose Idiopática**. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de medicina de Ribeirão Preto e Instituto de Química de São Carlos. Curso de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia. Ribeirão Preto, 1999.

FERREIRA, D.M.A.; DEFINO, H.L.A. Avaliação quantitativa da escoliose idiopática: concordância das mensurações da gibosidade e correlações com medidas radiológicas. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 5, n. 2, pp. 73-86, 2001.

FURLANETO, T.S.; CANDOTTI, C.T.; LOSS, J.F. Desenvolvimento de metodologia digital para avaliação postural. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. Artigo submetido, setembro, 2007.

GOLDBERG, C. J; KALISZER, M.; MOORE, D. P.; FORGARTY, E. E.; DOWLING, F. E. Surface Topography, Cobb Angles, and Cosmetic Change in Scoliosis. **Spine**, v. 26, n. 4, pp. E55-E63, 2001.

GROSS, J.; FETTO, J.; ROSEN, E. **Exame musculoesquelético**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

HEBERT, S.; XAVIER, R.; PARDINI JR, A. G.; BARROS FILHO, T. E. P de. **Ortopedia e Traumatologia: princípios e prática**. 3 ed. Porto alegre: Artmed, 2003.

HERSCOVICI, D.; SANDERS, R. W. The Effects, Risks, and Guidelines for radiation Use in Orthopaedic Surgery. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 375, pp. 126-132, 2000.

HOPPENFELD, S. **Propedêutica ortopédica: coluna e extremidades**. São Paulo: Atheneu, 2005.

KENDALL, F.P.; Mc CREARY, E.K. & PROVANCE, P.G. **Músculos, provas e Funções**. 4ed. São Paulo: Manole, 1995.

KISNER, C.; COLBY, L.A. **Exercícios Terapêuticos**. Barueri, SP: Manole, 2005.

KNOPLICH, J. **Enfermidades da coluna vertebral. Uma visão clínica e fisioterápica**. 3ed. São Paulo: Robe Editorial, 2003.

LEROUX, M. A.; ZABJEK, K.; SIMARD, G.; BADEAUX, J.; COILLARD, C.; RIVARD, C. H. A noninvasive anthropometric technique for measuring kyphosis and lordosis. **Spine**. v.25, n.13, pp.1689-1694, 2000.

LOINSTEIN, J. E. Avaliação do paciente. In: BRADFORD, D.S.; LOINSTEIN, J.E.; MOE, J.H.; OGILVIE, J.W; WINTER, R.B. **Escoliose e outras deformidades da coluna**. São Paulo: Livraria Santos Editora, 1994. pp. 47-88.

LUNDBERG, A. On the use of bone and skin markers in kinematics research. **Human Movement Science**. n. 15, pp. 411-422, 1996.

MANNION, A. F.; KNECHT, K.; BALABAN, G.; DVORAK, J.; GROB, D. A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion the spine: reliability of measurements and comparison whit data reviewed from the literature. **European Spine Journal**, n. 13, pp. 122-136, 2004.

MASSO, P. D.; GORTON, G.E. Quantifying Changes in Standing Body Segment Alignment Following Spinal Instrumentation and Fusion in Idiopathic Scoliosis Using an Optoelectronic Measurement System. **Spine**, v.25, n. 4, pp. 457-462, 2000.

MERCADANTE, F. A.; OKAI, L. A.; DUARTE, M. Avaliação postural quantitativa através de imagens bidimensionais. In. XI Congresso Brasileiro de Biomecânica, João Pessoa, 2005. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Biomecânica em meio digital**. João Pessoa, 2005 (pagina inicial e final da obra).

MIOR, S. A.; KOPANSKY-GILES, D.; CROWTHER, E.; WRIGHT, J. A Comparison of radiographic and Electrogoniometric Angles in adolescent Idiopathic Scoliosis. **Spine**. V. 21, n. 13, pp. 1549-1555, 1996.

MOCHIZUKI, L.; AMADIO, A. C. As funções do controle postural durante a postura ereta. **Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo**, v. 10, n.1, pp. 7-15, 2003.

MOFFAT, M.; VICKERY, S. **Manual de manutenção e reeducação postural da American Physical Therapy Association**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

NAULT, M.; ALLARD, P.; HINSE, S.; LE BLANC, R.; CARON, O.; LABELLE, H.; SADEGHI, H. Relations Between Standing Stability and Body Posture Parameters in Adolescent Idiopathic Scoliosis. **Spine**, v. 27, n. 17, pp. 1911-1917, 2002.

NISSINEN, M. Trunk asymmetry and scoliosis. **Acta Paediatric Scandinavic**, v.78, pp. 747-753, 1989.

OESTREICH, A. E., YOUNG, L. W., POUSSAINT, T. Y. Scoliosis *circa* 2000: radiologic imaging perspective. I. Diagnosis and pretreatment evaluation. **Skeletal Radiologic**, n. 27, pp. 591-605, 1998.

OGILVIE, J.W. Biomecânica. In: BRADFORD, D.S.; LOINSTEIN, J.E.; MOE, J.H.; OGILVIE, J.W.; WINTER, R.B. **Escoliose e outras deformidades da coluna**. São Paulo: Livraria Santos Editora, 1994. pp. 7-24.

PATERNIANI, P.E.S.; DE BARROS, R.M. L.; BREZIKOFER, R.; LIMA FILHO, E.C. Metodologia para reconstrução tridimensional e análise da superfície do tronco. **Revista Brasileira de Biomecânica**, n. 3, pp.51-56, 2001.

PERDRIOLLE, R.; VIDAL, J. Thoracic idiopathic scoliosis curve evolution and prognosis. **Spine**, n.10, pp. 785-791, 1985.

PEREIRA, O.S. A utilização da análise computadorizada como método de avaliação das alterações posturais: um estudo preliminar. **Fisioterapia em Movimento**, v.16, n.2, p.17-25, abr./jun. 2003.

RACH, P.J.; BURKE, R.K. **Cinesiologia e Anatomia Aplicada**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977.

ROCHA, P. E. C. P. **Medidas e Avaliação em Ciências do Esporte**. 5 ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2002.

ROSA, G.M.M.V.; GABAN, G. A.; PINTO, L.D.P. Adaptações morfofuncionais do músculo estriado esquelético relacionado à postura e o exercício físico. **Fisioterapia Brasil**, v. 3, n. 2, 2002.

SALATE, A. C. B.; ARONI, F. C.; FERREIRA, D.M.A. Estudo da evolução a curto prazo da escoliose por meio de mensurações da gibosidade, radiográficas e da dor em adolescentes e adultos jovens. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 7, n. 1, pp. 39-44, 2003.

SANTOS, A. **Diagnóstico Clínico Postural: um guia prático**. São Paulo: Summus, 2001.

SILVA, F. C. **Avaliação de um programa computacional para a medida da lordose lombar**. Dissertação (Mestrado em Epidemiologia), Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SMITH, L.K.; WEISS, E.L.; LEHMKUHL, L.D. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**. 5 ed. São Paulo: Manole, 1997.

STOKES, I. A. F.; MORELAND, M. S. Concordance of Back Surface Asymetry and Spine Shape in Idiopathic Scoliosis. **Spine**. V. 14, n. 1, pp. 73-78, 1989.

STOKES, I. A. F.; MORELAND, M. S. Measurement of the shape of the surface of the back in patients with scoliosis. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v.69-A, n. 2, pp. 203-211, 1987.

STOKES, I. A. F.; ARMSTRONG, J. G., MORELAND, M. S. Spinal deformity and back surface asymmetry in idiopathic scoliosis. **Journal of Orthopaedic Research**, v.6, n.1, pp. 129-137, 1988.

THEOLOGIS, T. N.; JEFFERSON, R. J.; SIMPSON, A. H. R. W.; TURNER-SMITH, A. R.; FAIRBANK, J. C. T. Quantifying the Cosmetic Defect of Adolescent Idiopathic Scoliosis. **Spine**. V. 18, n. 7, pp. 909-912, 1993.

THEOLOGIS, T. N.; FAIRBANK, J. C. T.; TURNER-SMITH, A. R.; PANTAZOPOULOS, T. Early Detection of Progression in Adolescent idiopathic Scoliosis by Measurement of Changes, in Back Shape With the Integrated Shape Imaging System Scanner. **Spine**, v. 22, n. 11, pp. 1223-1227, 1997.

TURNER-SMITH, A. R.; HARRIS, J. D.; HOUGHTON, G. R.; JEFFERSON, R.J.; A method for analysis of back shape in scoliosis. **Biomechanics**, v. 21, n. 6, pp. 497-509, 1988.

TRIBASTONE, F. **Tratado de exercícios corretivos aplicados à reeducação motora postural**. São Paulo: Manole, 2001.

VAZ G, ROUSSOULY P, BERTHONNAUD E, DIMNET J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. **Spine**, v. 11, pp. 80–87, 2002.

VIEIRA & SOUZA. Verticalidade é sinônimo de boa postura? **Movimento**, Ano V, n. 10, 1999/1.

## **ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Você está sendo convidado a participar de um Projeto de Pesquisa, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que visa desenvolver uma metodologia para avaliação postural dos desvios da coluna vertebral.

Caso aceite, o procedimento à que você será submetido será o seguinte:

1 – Antes da realização do exame radiográfico, você deverá permanecer em posição ereta, estática, vestindo roupas de banho, para que o avaliador responsável marque alguns pontos anatômicos do seu tronco com bolinhas de isopor coladas por fita adesiva na pele.

2 – No mesmo local onde você fará o exame de RX panorâmico da coluna, nos planos frontal e lateral, solicitado pelo seu médico, será feito o registro fotográfico do seu corpo nas posições, costas e em flexão do tronco à frente.

Em todos os procedimentos os pesquisadores responsáveis e o responsável pelo setor de radiologia estarão presentes ao seu lado para lhe oferecer qualquer assistência que seja necessária, bem como esclarecer qualquer dúvida a cerca dos procedimentos e outros assuntos relacionados com esta pesquisa.

Nenhum dos procedimentos de avaliação oferece riscos à sua saúde.

Este estudo poderá contribuir em um futuro próximo, com a praticidade e objetividade da realização de avaliações posturais, que atualmente são muito subjetivas.

Sendo assim, pedimos que você leia este documento e esclareça suas dúvidas antes de consentir, com a sua assinatura, sua participação neste estudo. Você receberá uma cópia deste Termo, para que possa questionar eventuais dúvidas que venham surgir, a qualquer momento, se assim desejar.

Pelo presente Termo de Consentimento livre e Esclarecido, declaro que autorizo a minha participação voluntária nesta pesquisa, pois fui informado:

- Da garantia de receber resposta a qualquer pergunta, esclarecimento ou dúvida a cerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa;



- Da liberdade de retirar meu consentimento, a qualquer momento, e deixar de participar deste estudo, sem nenhum tipo de penalidade;
- Da garantia de que não serei identificado quanto da divulgação dos resultados e que as informações obtidas serão vinculadas à presente pesquisa;
- De que não receberei dinheiro algum pela minha participação neste estudo.

Pesquisador responsável: Tatiana Comerlato.

Contato: (51) 81326605 (54) 91044921

Orientador responsável : Jefferson Fagundes Loss

Contato: (51) 3316 5822

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Nome e assinatura do voluntário

---

Assinatura do pesquisador