

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA**

**AVALIAÇÃO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA A  
MEDIDA DA LORDOSE LOMBAR**

FABIANA CRISTINA DA SILVA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Porto Alegre, Brasil.  
2005

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA**

**AVALIAÇÃO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA A  
MEDIDA DA LORDOSE LOMBAR**

FABIANA CRISTINA DA SILVA

A apresentação desta Dissertação é exigência do Programa de Pós-Graduação em Medicina: Epidemiologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do título de Mestre.

**Orientador:** Prof. Dr. Álvaro Roberto Crespo Merlo  
**Co-orientador:** Prof. Dr. Jorge Luiz de Souza

Porto Alegre, Brasil.  
2005

**Uma longa viagem começa com um único passo.**

Lao-Tsé

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer imensamente ao Professor Doutor Bruce Duncan pelo incentivo e por ter me mostrado o que é a Epidemiologia.

Agradecer ao meu orientador Professor Doutor Álvaro Merlo, pela calma, pelo auxílio, enfim, por tudo.

Ao meu co-orientador, Professor Doutor Jorge Luiz de Souza, pela imensa ajuda, pelo carinho e por fazer este projeto tornar-se realidade.

Ao colega fisioterapeuta e Mestre em Epidemiologia, Mahmud Mahmud por ser um amigo tão especial.

Às colegas Luciana Teixeira, Mariana Carballo e Luciane Gerson pela força em todos os momentos.

Ao bolsista Davi Mallmann, pela ajuda fundamental.

Aos funcionários do Setor de Radiologia do Hospital Mãe de Deus por todo o apoio e pela acolhida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia e à Universidade Federal do Rio Grande do Sul por proporcionarem-me um ensino de tanta qualidade.

Ao CNPQ pela bolsa de mestrado e pelo incentivo à pesquisa.

Aos pacientes que tão gentilmente colaboraram com este estudo.

À Suzi Camey pela ajuda estatística e pela paciência.

À Beatriz Schmidt por saber ouvir tão bem e por não me deixar desanimar.

Em especial, à minha família, e meu esposo Alberto por toda paciência nos momentos de ausência e por seu grande amor.

## **Apêndices**

<b>Apêndice 1:</b> Projeto de Pesquisa.....	47
<b>Apêndice 2:</b> Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	60
<b>Apêndice 3:</b> Ficha de dados clínicos e demográficos.....	61

## Sumário

<b>Lista de abreviaturas .....</b>	<b>VIII</b>
<b>Lista de Tabelas, Quadro e Figuras.....</b>	<b>IX</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
<b>Revisão de Literatura .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Coluna Vertebral .....</b>	<b>7</b>
1.1 Anatomia da Coluna Vertebral.....	8
1.2 Coluna Lombar.....	9
1.3 Pelve.....	11
<b>2. Métodos de Avaliação Postural.....</b>	<b>12</b>
2.1 Avaliação Clínica da Postura na Posição de Pé .....	12
2.2 Avaliação Radiográfica da Coluna Lombar.....	13
2.3 Avaliação Computadorizada da Postura.....	15
<b>3. Referências.....</b>	<b>19</b>

<b>Artigo</b> .....	24
<b>Resumo</b> .....	26
<b>Abstract</b> .....	27
<b>Introdução</b> .....	28
<b>Sujeitos e Métodos</b> .....	29
<b>Resultados</b> .....	33
<b>Discussão</b> .....	36
<b>Conclusão</b> .....	39
<b>Referências</b> .....	40
<b>Considerações Finais</b> .....	45
<b>Projeto de Pesquisa</b> .....	47

## Lista de Abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Significado</b>
CLL	Ângulo Centróide
EIAS	Espinha Ilíaca Ântero-superior
EIPI	Espinha Ilíaca Pósterio-Inferior
EIPS	Espinha Ilíaca Pósterio-Superior
IMC	Índice de Massa Corporal
PE	Processos Espinhosos
SAPD	Sistema de Avaliação Postural Digitalizado

## Lista de Figuras, Quadro e Tabelas

### Revisão da Literatura:

Figura 1: Coluna Vertebral .....	7
Figura 2: Representação de uma vértebra lombar típica.....	10
Figura 3: Medida radiográfica dos ângulos Cobb e Centróide .....	14
Figura 4: Medida radiográfica dos ângulos dos Processos Espinhosos e Centróide.....	15
Figura 5: Visualização da avaliação obtida através do Sistema de Avaliação Postural Digitalizado (SAPD).....	17
Figura 6: Posição dos marcadores sobre os processos espinhosos Lombares.....	18

### Figuras do Artigo:

<b>Figura 1:</b> Distribuição da medida do SAPD em relação às medidas radiográficas com a respectiva reta de regressão.....	46
<b>Figura 2:</b> Distribuição da medida do SAPD em relação às medidas radiográficas com a respectiva reta de regressão.....	47

### Projeto de Pesquisa:

Cronograma Básico.....	59
------------------------	----

# Introdução

A procura por tratamentos para patologias da coluna vertebral e principalmente da coluna lombar aumenta a cada dia, pois as dores lombares atingem níveis epidêmicos na população em geral [1]. É grande a quantidade de tempo e recursos gastos com os pacientes portadores deste tipo de morbidade. O custo de tal demanda é um ônus a mais para os cofres públicos e privados, pois o governo, as indústrias e a sociedade devem arcar com este investimento em atenção terciária [2]. Não há até o presente momento dados oficiais sobre os custos sociais de dor no Brasil, porém em dados de países como EUA há estimativas de que US\$ 80 bilhões de dólares são gastos anualmente pelos empregadores para tratamento dos indivíduos na faixa etária produtiva e a perda de produtividade representa custo de US\$ 64 bilhões de dólares ao ano naquele país [3].

Em alguma época da vida, de 70 a 85% de todas as pessoas sofrerão de dores nas costas [4]. De acordo com Teixeira, 1999, cerca de 10 milhões de brasileiros ficam incapacitados por causa desta morbidade e pelo menos 70% da população sofrerá um episódio de dor na vida [5]. Nos Estados Unidos, a lombalgia é a causa mais comum de limitação de atividades entre pessoas com menos de 45 anos, é a segunda razão mais freqüente para visitas médicas, a quinta causa de admissão hospitalar e a terceira causa de procedimentos cirúrgicos [1].

As estimativas de ocorrência de dor lombar mostram que 60 a 90% dos casos ocorrem durante a vida toda, e que 5 a 35% são de incidência anual [6]. As doenças da coluna que, na Classificação Internacional de Doenças (CID-10) são incluídas em vinte e três itens, correspondem a uma proporção que varia de 70-80% de todos os casos de afastamento do trabalho, seja por auxílio doença ou por aposentadoria [7]. Existem conseqüências econômicas

relacionadas a este fato, pois 80% dos indivíduos com patologias na coluna estão em fase economicamente ativa, o que demanda gastos com dias de trabalho perdidos, benefícios sociais e custos no sistema de saúde [8].

Dentre os fatores considerados como de risco para o desenvolvimento de patologias da coluna destacam-se fatores individuais (como obesidade e estilo de vida), genéticos e biomecânicos [1]. Os fatores biomecânicos contribuem normalmente para um funcionamento muscular deficitário e também para a ocorrência de desalinhamentos posturais. O estudo de Dezan *et al.*, em 2004, objetivou analisar as curvaturas da coluna vertebral e encurtamento dos principais músculos que controlam a inclinação pélvica e a ocorrência de lombalgias em atletas de luta olímpica. Foram analisados 12 atletas de elite, do sexo masculino, com média de idade de  $23,7 \pm 5,0$  anos. Os ângulos torácico e lombar da coluna vertebral, o encurtamento muscular dos flexores uni e bi-articulares da articulação do quadril e a flexibilidade dos músculos isquiotibiais foram quantificados por fotometria e fleximetria. A ocorrência de lombalgia foi verificada por meio de um questionário. Mais da metade dos atletas (58%) apresentou lombalgia, dos quais 71,4% foram consideradas como crônicas. Os sujeitos com dores crônicas apresentaram maior ângulo de lordose lombar, maior encurtamento dos flexores uni e bi-articulares do quadril e maior flexibilidade dos músculos isquiotibiais comparados com os indivíduos portadores de dores agudas e assintomáticos ( $p < 0,01$ ). Foi encontrada uma correlação positiva entre a lordose e encurtamento dos flexores uni ( $r = 0,77$ ) e bi-articulares ( $r = 0,67$ ) do quadril e entre lordose e flexibilidade dos isquiotibiais ( $r = 0,84$ ). A alta ocorrência de dores lombares nestes atletas pode estar relacionada com alterações posturais e desequilíbrios musculares. Uma das possíveis causas etiológicas destas dores lombares crônicas pode estar relacionada com alterações posturais, principalmente com o aumento da lordose lombar. Mudanças na inclinação pélvica influenciam a atividade dos músculos posturais afetando a estática da coluna [9]. Mudanças na postura podem ser consideradas um fator de risco para a dor lombar, já que pode

haver um estiramento nos ligamentos e músculos da coluna vertebral que indiretamente afetam as curvaturas da coluna lombar [1].

A importância da quantificação dos métodos de avaliação postural deve-se ao fato de poder utilizá-los como métodos de acompanhamento de tratamentos clínicos e também na prescrição de programas de exercício para o manejo de diversas patologias músculo-esqueléticas [10]. Deve-se destacar também que a quantificação e o aperfeiçoamento das técnicas de avaliação postural podem permitir rastreamentos de desvios posturais em grandes populações objetivando a atuação em prevenção de patologias da coluna vertebral [11].

A avaliação destes desajustes posturais tem sido utilizada por muitos profissionais da área da saúde. Por isto o desenvolvimento de métodos de avaliação postural antropométricos acurados e reprodutíveis tem relevância tanto em termos de condutas clínicas quanto em relação a estudos epidemiológicos, a fim de investigar a freqüência e as causas de possíveis alterações posturais nas populações acometidas por disfunções na coluna vertebral. Dentre as vantagens das técnicas antropométricas destacam-se a ausência de riscos à saúde dos indivíduos, o uso em grandes populações e também o baixo custo deste tipo de método comparado ao uso de aparelhos de raio-x [10]. Através destes estudos pode-se sugerir uma política de saúde pública com investimentos em atenção primária tais como escolas de coluna com orientações sobre hábitos de vida diária e educação postural.

Existem muitas definições sobre postura corporal. Alguns autores detêm-se mais nos aspectos biomecânicos e estruturais que atuam sobre a postura do indivíduo [12,13,14,16]. Outros procuram levar em conta a influência dos aspectos psicológicos, sociais e culturais que podem influenciar a postura corporal [15,17,18].

A postura corporal foi definida em 1983, por Lehmkuhl e Smith, como uma posição ou atitude do corpo, o arranjo relativo das partes do corpo para uma atividade específica, ou uma maneira característica de alguém sustentar seu corpo [12].

Knoplich em 1986, conceituou postura como um hábito permanente de colocar o corpo no espaço. É característica do indivíduo e, provavelmente depende da imagem que a própria pessoa faz do seu corpo [13].

Shea *et.al.*, em 1998, referem que a postura pode ser definida como a posição do corpo no espaço, bem como a relação direta de suas partes com a linha do centro de gravidade. Para que tenhamos uma postura fisiológica é necessária uma integridade do sistema neuromusculoesquelético [14].

Vieira e Souza, em 2002, enfatizam a concepção de individualidade dos aspectos posturais. Saliendam que o indivíduo deve procurar o auto-conhecimento e valorizar suas experiências sensório-motoras na busca de seu bem-estar e não formatar seu corpo a um modelo ideal [15].

Magee, em 2005, define a postura fisiológica como a posição na qual um estresse mínimo é imposto sobre cada articulação, sendo que a atividade muscular necessária para manter a posição é mínima [16].

Atualmente, a radiografia tem se mostrado como o método mais acurado para avaliação das angulações vertebrais [19]. Alguns métodos são utilizados para quantificar os ângulos das curvaturas vertebrais diretamente no exame de raio-x. Destaca-se o método de Cobb-Lipman, cujo ângulo é obtido pela

intersecção das retas que passam pelos platôs vertebrais [20]. Outro método que pode ser utilizado para medir o ângulo vertebral é tomando-se os processos espinhosos vertebrais como referência e traçando o ângulo entre os mesmos [20].

O aumento nos riscos à saúde devido às exposições freqüentes à radiação realizadas no acompanhamento de diversas condições clínicas deve ser considerado [21,22,23]. Hall *et al.*, informam que a dose de irradiação das gônadas de uma menina em um exame de coluna lombo-sacra em três incidências corresponderia a uma radiografia de pulmão diária por um período de 6 a 16 anos, sendo que a dose de irradiação é cumulativa [23]. A dose de radiação ionizante pode ser diminuída eliminando-se exposições desnecessárias, principalmente nos casos em que os ganhos de informações clínicas são baixos com a utilização do exame [24]. Estudos têm demonstrado um aumento no risco de desenvolvimento de câncer de pulmão dependente da dose total de irradiação ionizante recebida. Para indivíduos que receberam uma dose de 1-2 Sv, o risco relativo para desenvolvimento de câncer de pulmão foi de 1.38 (95% IC, 1.07-1.77), enquanto que para aqueles que receberam uma dose de 0.5-0.9 Sv., o risco relativo foi 1.11 (95% IC, 0.86-1.43) [24]. Berrington e Darby, em 2004, objetivaram estimar o risco de câncer associado ao número anual de diagnósticos feitos com exames de raio-x, no Reino Unido e em outros 14 países desenvolvidos. Foram combinados dados de freqüência de uso de raio-x diagnóstico, estimação de dose de radiação individual e modelos de risco baseados nos sobreviventes das bombas atômicas no Japão com a incidência e mortalidade por câncer. Os resultados indicaram que no Reino Unido 0.6% do risco cumulativo de câncer na faixa etária dos 75 anos pode ser atribuído a exposição ao raio-x diagnóstico. Este percentual é equivalente a aproximadamente 700 casos de câncer por ano. Em outros 13 países desenvolvidos as estimativas de risco atribuível variaram de 0.6% a 1.8%, enquanto no Japão, que tem a maior estimativa anual de freqüência de exposição no mundo, a estimativa foi de mais de 3% [25].

Sendo assim, métodos antropométricos de mensuração dos ângulos vertebrais poderiam ter grande relevância [26,27,28]. O uso de imagens digitalizadas e programas computacionais para a avaliação angular dos segmentos corporais têm sido testados, como nos estudos de Chio *et al.* (1996), Chen *et al.* (1997) e Dunk *et al.* (2004), no entanto sem comparar as medidas encontradas através dos marcadores colocados em pontos anatômicos dos sujeitos com a posterior análise angular computadorizada, com a medida do exame radiográfico [10,28,29].

Por isto o objetivo deste estudo é avaliar a acurácia e a reprodutibilidade de um Sistema de Avaliação Postural Digitalizado (SAPD) desenvolvido em Linguagem de Programação Microsoft *Visual Basic 6.0* para a medida angular da lordose lombar comparando com as medidas radiográficas.

# Revisão de Literatura

## 1. COLUNA VERTEBRAL

A coluna vertebral ou raque forma uma haste móvel que constitui em parte o esqueleto do tronco [30]. O conjunto compõe uma série de curvas. Denomina-se cifose à curvatura da região torácica, convexa para trás [13,16,30]. Já a lordose refere-se à curvatura das regiões cervical e lombar, côncavas para trás [16,30]. A Figura 1 representa o arranjo das vértebras e das curvaturas da coluna vertebral.



FONTE: Sobotta Atlas of Human Anatomy, 2001 [31].

Figura 1 – CURVATURAS DA COLUNA VERTEBRAL

## 1.1 ANATOMIA DA COLUNA VERTEBRAL

Cada vértebra apresenta duas partes principais: a anterior, maciça ou corpo vertebral e a posterior ou arco vertebral [30].

O corpo de uma vértebra é uma massa cilíndrica de osso esponjoso circundado por uma fina camada de osso cortical [16].

O arco posterior compreende dois pedículos implantados atrás do corpo formando duas lâminas. Estas lâminas tornam a se juntar simetricamente para trás prolongando-se em uma projeção óssea única chamada processo espinhoso ou apófise espinhosa [30,32].

Em cada junção pedículo-laminar produz-se um espessamento mais ou menos vertical que forma as superfícies articulares cartilagíneas superiores e inferiores. Das articulações superiores saem os processos transversos [30].

Pessoas adultas têm em geral, 33 vértebras, que consistem em 7 cervicais, 12 torácicas, 5 lombares e 5 fundidas que formam o sacro, além de 3 ou 4 vértebras que formam o cóccix [13,30].

Estas vértebras diferenciam-se no tamanho e na forma de acordo com a região da coluna onde se encontram. O tamanho dos corpos vertebrais aumenta ao longo da coluna vertebral na proporção das cargas maiores que eles devam suportar [16].

As articulações zigoapofisárias são formadas pelos processos articulares superiores da vértebra inferior juntamente com os processos articulares inferiores da vértebra superior da unidade vertebral [30].

O disco intervertebral é um componente vital para o eficiente funcionamento da coluna vertebral. Ele distribui cargas, permite um movimento adequado a pequenas cargas, enquanto provê a estabilidade a cargas maiores.

O disco intervertebral compreende duas partes: uma massa gelatinosa, chamada núcleo pulposo, e um anel fibroso circundante [30,32].

O sistema ligamentar ajuda a manter a configuração da unidade motora além do disco intervertebral. Três ligamentos são como bandas contínuas que vão do occipital ao sacro. São eles: o ligamento longitudinal anterior que fica à frente dos corpos vertebrais; o ligamento longitudinal posterior que fica atrás dos corpos vertebrais e o ligamento supra-espinhal situado atrás dos processos espinhosos [16].

## **1.2 COLUNA LOMBAR**

Lordose lombar é definida como a convexidade anterior da coluna lombar no plano sagital [33]. A lordose lombar deve ser considerada como se estendendo superiormente até a décima ou décima primeira vértebra torácica [34].

Bernhard e Bridwell, em 1989, reportaram valores analisados de 102 radiografias de indivíduos jovens e saudáveis com média de 12,8 anos. Eles mensuraram o ângulo de lordose lombar destes indivíduos, sendo que a média encontrada foi de 44 graus de curvatura lombar [35].

Gelb *et al.*, em 1995, analisaram 100 radiografias de voluntários assintomáticos com média de idade de 57 anos, a média de curvatura lombar encontrada foi de 64 graus [36].

A coluna lombar é responsável pelo apoio, estabilização e movimentação do tronco. As superfícies articulares lombares permitem os movimentos flexão, extensão, rotação e inclinação lateral. A musculatura, os ligamentos e as vértebras da coluna lombar também servem para proteger a medula espinhal [26].

O peso sustentado pela coluna aumenta proporcionalmente da região cervical para a lombar. Do ponto de vista mecânico uma maior alavancagem é exercida sobre a coluna lombar [10,19].

As vértebras lombares são maiores e mais pesadas que as demais. Seus corpos são mais largos transversalmente do que suas profundidades ântero-posteriormente. Existem 10 (cinco pares) articulações zigoapofisárias na coluna lombar. Em um disco intacto estas articulações suportam aproximadamente 20 a 25 % da carga axial, mas esta pode atingir 70% com a degeneração do disco [30,32,34]. A figura 2 apresenta a representação de uma vértebra lombar típica.



Fonte: Sobotta Atlas of Human Anatomy, 2001 [31].

Figura 2: Representação de uma vértebra lombar típica.

As facetas inferiores, ou processos articulares superiores, direcionam-se medialmente e posteriormente e, em geral, são côncavos. Na coluna lombar, os processos transversos encontram-se praticamente no mesmo nível dos processos espinhosos [16].

Os principais ligamentos da coluna lombar são os mesmos que os da porção inferior da coluna cervical e da coluna torácica. Existe um ligamento importante e exclusivo da coluna lombar e da pelve chamado ligamento ilio-

lombar. Este ligamento conecta o processo transversal da quinta vértebra lombar (L5) à porção posterior do osso ílio. Isto ajuda a estabilizar L5 e prevenir seu deslocamento anterior [16].

### 1.3 PELVE

A pelve ou cintura pélvica é um anel ósseo formado principalmente por três elementos: o sacro, atrás e os dois ossos ilíacos bem como o cóccix [30].

O íliaco no indivíduo adulto é constituído pela fusão de três ossos primitivos: ílio, ísquio e púbis. Unem-se através de uma cartilagem em forma de y. A borda anterior do íliaco apresenta uma sucessão de saliências e depressões. Destacam-se a espinha íliaca ântero-superior (E.I.A.S.) que é a parte mais anteriorizada da crista íliaca; a espinha íliaca pósterio-superior (E.I.P.S.) na região posterior da crista íliaca, próxima ao sacro e a espinha íliaca pósterio-inferior (E.I. P. I.) que fica distalmente à E.I.P. S [30].

A inclinação pélvica é o ângulo entre uma linha que une a E.I.A.S. com a E.I.P.S. e uma linha horizontal [16]. Kapandji em 1980, avaliou o equilíbrio pélvico através da medida do ângulo lombo-sacro, que é considerado ideal em torno de 30 graus [37]. Kendall, em 1995, apresenta o equilíbrio pélvico através de uma linha vertical que liga a E.I.A.S ao púbis [38]. Levine e Whittle, em 1996, afirmaram que a inclinação pélvica anterior e posterior tem um efeito sobre a lordose lombar [39].

## **2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO POSTURAL**

### **2.1 AVALIAÇÃO CLÍNICA DA POSTURA NA POSIÇÃO DE PÉ**

É baseada na observação clínica e no julgamento do avaliador. A busca das assimetrias e alterações posturais norteia o exame postural realizado no indivíduo [14]. O sujeito é observado de frente, de perfil e de costas para o examinador. A comparação é feita em relação à simetria entre os dois hemisferos [16].

Em relação à coluna lombar, o equilíbrio sagital da lordose lombar pode ser avaliado tendo como referência a palpação e o olhar do examinador. Com o paciente de pé, é localizada a E.I.P.S., o examinador mantém seu dedo indicador nesta espinha. Depois localiza a E.I.A.S., colocando o outro indicador sobre este ponto. Os olhos do examinador julgam se ambos os indicadores situam-se na horizontal ou se estão em um plano oblíquo mostrando desequilíbrio [16,40].

Um método bastante difundido entre os profissionais de saúde para identificar características ou desvios posturais é o teste do fio de prumo. Esta técnica avalia as curvaturas da coluna de forma qualitativa. As curvaturas são classificadas em aumentadas, neutras ou retificadas. Trata-se de um cordão verticalmente disposto com um peso na sua extremidade sendo que o sujeito é posicionado lateralmente a este fio, que deve estar aproximadamente a dois centímetros à frente do maléolo lateral [38].

Classicamente o alinhamento postural (visto de perfil) é definido como uma linha reta que passa através do lobo da orelha, dos corpos das vértebras cervicais, da ponta do ombro, na linha média do tórax, através dos corpos das vértebras lombares, ligeiramente posterior à articulação do quadril, discretamente ao eixo da articulação do joelho e imediatamente anterior ao maléolo lateral [16,38].

## 2.2 AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DA COLUNA LOMBAR

A análise radiográfica da coluna vertebral é o método mais aceito para a mensuração das curvaturas vertebrais [10,28,29]. É um método diagnóstico de diversas alterações na coluna. A incidência lateral é utilizada para a avaliação das curvas lordóticas, dos corpos vertebrais, dos espaços entre os discos e dos deslizamentos vertebrais [10].

Para a obtenção de medidas quantitativas das curvas vertebrais, são realizadas diretamente sobre a superfície do raio-x medidas angulares. A medida mais usual é o Ângulo de Cobb-Lippamm por permitir uma mensuração simples e rápida da lordose lombar [20,41]. Esta medida foi criada inicialmente para quantificar desvios laterais da coluna (curvas escolióticas), mas acabou sendo utilizada também para avaliar as curvaturas naturais no plano sagital. O ângulo é obtido através do cruzamento de duas retas que tem como base o platô vertebral das vértebras limite superior e inferior da curvatura vertebral, como pode ser observado na Figura 3 [14].

As decisões em relação às condutas adotadas nos tratamentos clínicos são baseadas nos graus e no acompanhamento da progressão destas curvaturas. Alguns estudos têm avaliado a variabilidade intra-observador na mensuração dos ângulos vertebrais pelo método de Cobb-Lipmann. Dependendo das condições de mensuração e dos métodos estatísticos utilizados, as medidas intra-observador variaram de 2,8 a 10 graus [10,28,29,35,41]. A mensuração da lordose lombar pela técnica Centróide (CLL) apresentou maior reprodutibilidade que o método de Cobb para a medida da lordose lombar. A intersecção das linhas perpendiculares que passam pelo centro do corpo vertebral formam o ângulo, conforme mostra a Figura 3 [41].

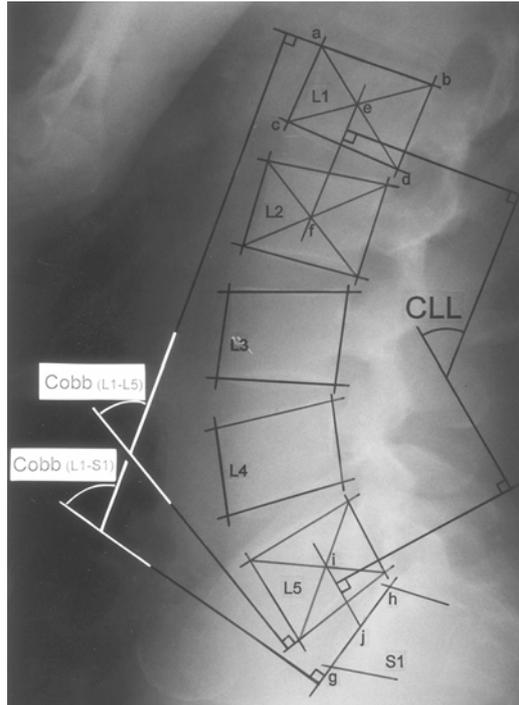


Figura 3: Medida radiográfica dos ângulos Cobb e Centróide (CLL)

Outra forma de quantificar as curvaturas vertebrais diretamente sobre radiografia, no plano sagital, é através do ângulo formado pelos processos espinhosos. O ângulo é formado pela intersecção das duas retas que tomam os processos espinhosos como referência, conforme mostra a figura 4 [20].

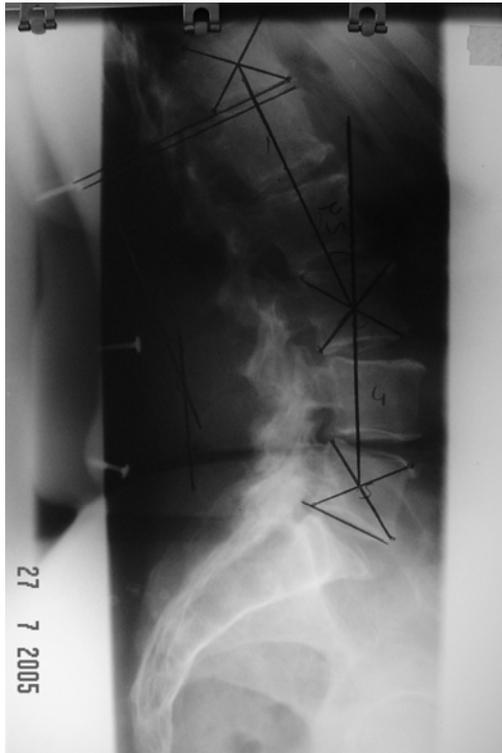


Figura 4: Medida Radiográfica do ângulo dos Processos Espinhosos e Centróide.

### 2.3 AVALIAÇÃO COMPUTADORIZADA DA POSTURA

Os métodos de avaliação postural utilizando imagens digitalizadas e programas computacionais têm se tornado mais comuns atualmente. Estes métodos têm possibilitado avaliações mais acuradas das curvas vertebrais com menos erros quando comparados às técnicas manuais [42,43]. O ideal seria a associação do exame físico e postural com métodos de quantificação das medidas posturais.

Um sistema de análise computadorizado denominado *Metecrom Skeletal Analysis System* foi utilizado por Walsh e Breen, em 1995, para medir o ângulo da curvatura lombar comparado com o ângulo de Cobb medido no raio-x. Neste estudo não foi encontrada uma correlação satisfatória entre estas variáveis [44].

Chen & Lee, em 1997, desenvolveram um método utilizando marcadores fixados sobre as vértebras lombares e sacro para verificar a variação angular durante atividade de levantamento de peso. As medidas não-invasivas foram comparadas com o ângulo medido na radiografia pelo método de Cobb, foi encontrada uma correlação de 0,97 ( $p < 0,001$ ) [28].

Leroux *et al.*, em 2000, realizaram estudo da cifose e lordose lombar através da colocação de marcadores fixados sobre os processos espinhosos das vértebras. A medida da curvatura lombar foi adquirida através de uma equação trigonométrica baseada na digitalização da posição dos marcadores. Esta medida foi comparada com o ângulo de Cobb mensurado na radiografia. Este estudo mostrou uma correlação alta de 0,91 ( $p < 0,001$ ) entre a medida radiográfica e a medida não-invasiva [26].

O Sistema de Avaliação Postural Digitalizado (SAPD), (Figura 5) foi desenvolvido em Linguagem de Programação Microsoft *Visual Basic 6.0 For 32-bit Windows Development*, no Laboratório de Pesquisa do Exercício da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelos acadêmicos de educação física João Antonio Prates e João Felipe Prates sob orientação do Prof. Dr. Jorge Luiz de Souza (Professor Titular responsável pela disciplina de Educação Postural na ESEF/UFRGS e pesquisador na área de Ciências da Saúde, Sub-área Educação Postural). Este programa é um algoritmo matemático que transforma pontos de imagens em eixos cartesianos e os quantifica. São colocados marcadores sobre a pele que servem com pontos de referência para o cálculo dos ângulos vertebrais (Figura 6). É realizada uma fotografia digital da região a ser avaliada e depois a foto é inserida no programa. Os pontos de referência são selecionados pelo avaliador na fotografia com o *mouse* e o SAPD gera os valores angulares

referentes aos pontos selecionados na coluna lombar para a medida da lordose.

Destaca-se que as avaliações digitalizadas são rápidas e fornecem dados de forma objetiva, porém poucos métodos atualmente foram investigados e validados.



Figura 5: Visualização da avaliação obtida através do Sistema de Avaliação Postural Digitalizado (SAPD).



Figura 6: Posição dos marcadores sobre os processos espinhosos lombares

## REFERÊNCIAS

- [1] Manek NJ, MacGregor AJ. Epidemiology of back disorders: prevalence, risk factors, and prognosis. *Current Opinion in Rheumatology*. 2005 17(2): 134-140.
- [2] Cozzensa M, Gastal A, Jorge Valle N. Dor lombar crônica em uma população adulta do Sul do Brasil: prevalência e fatores associados *Cad. Saúde Pública* 2004, 20 (2):45-48.
- [3] Jacob T, Baras M, Zeev A, Epstein L. A longitudinal, community-based study of low back pain outcomes. *Spine*. 2004. 15; 29 (16):1810-7.
- [4] Andersson G. Epidemiologic aspects on low-back pain in industry. *Spine* 1981; (6):53-60.
- [5] Teixeira MJ. Tratamento multidisciplinar do doente com dor. In: Carvalho MMMJ, organizador. *Dor: um estudo multidisciplinar*. São Paulo: Summus Editorial; 1999: 77-85.
- [6] Evcik D, Yucel A. Lumbar lordosis in acute and chronic low back pain patients. *RheumatInt*. 2003(4):163-5.
- [7] Knoplich J. Sistema músculo-esquelético na patologia do trabalho. Atheneu. 1995. São Paulo: 123-130.
- [8] Choratto RM, Stabille SR. Incidência de lombalgia entre pacientes encaminhados em 2001 a uma instituição privada de saúde para tratamento fisioterápico. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*; 2003, 7(2): 99-106.

- [9] Dezan VH, Sarraf TA, Alf R. Alterações posturais, desequilíbrios musculares e lombares em atletas de luta olímpica. Ver. Bras. Ci e Mov. 2004; 12(1): 35-38.
- [10] Dunk NM, Chung YY, Compton DS, Callaghan JP. The reliability of quantifying upright standing postures as a baseline diagnostic clinical tool. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 2004. February: 91-96.
- [11] Castro PC, Lopes, JF. Avaliação computadorizada por fotografia digital, como recurso de avaliação na Reeducação Postural Global. Acta Fisiátrica 2003 ;10 (2):83-88.
- [12] Lehmkuhl LD, Smith LK. Brunnstrom's clinical kinesiology. 4 ed. Philadelphia:FA Davis,1983: 34-36.
- [13] Knoplich J. *et. col.* Enfermidades da coluna vertebral. 2. Ed. São Paulo:Panamed,1986: 58-76.
- [14] Shea KG, Stevens PM, Nelson M, Smith JT, Masters, KS, Yandow, S. Comparison of manual versus computer-assisted radiographic measurement variability for Cobb angles. Spine 1998; 23: 551-555.
- [15] Vieira, A. e Souza, JL. A moralidade implícita no ideal de verticalidade da postura corporal. Rev. Bras. Cienc. Esporte. 2002; 23(3):133-148.
- [16] Magee DJ. Avaliação musculoesquelética. 4ª ed. Manole. 2005. São Paulo: 869-894.
- [17] Vieira, A. e Souza, JL. Verticalidade é sinônimo de boa postura? Movimento,1999;5 (10):1-8.

[18] Vieira, A. e Souza, JL. Concepções de boa postura dos participantes da Escola Postural da ESEF/UFRGS. *Movimento* 2002; 8(1):9-20.

[19] Stokes IAF, Bevins TM, Lunn RA. *Back surface curvature* and measurement of lumbar spinal motion. *Spine* 1987; (12):355-361.

[20] Delorme S, Labelle H, Subin CE, De Guise J, Dansereau J. Comparison between clinical Cobb angles and measurements performed on vertebral bodies, pedicle and spinous process. *Ann Chir* 1999; 53(8):792-797.

[21] Loeser JD, Volinn E. Epidemiology of low back pain. *Neurosurg Clin North Am.*1991; 2:713-715.

[22] Hart LG, Deyo RA, Cherkin DC. Physician office visits for low back pain: Frequency, clinical evaluation and treatment patterns from a U.S. national survey. *Spine* 1995; 20:11-19.

[23] Hall, FM. Back pain and the radiologist. *Radiology* 1980 Dec; 137 (3): 861-3.

[24] Boice JD Jr, Morin MM, Glass AG, Friedman GD, Stovall M, Hoover RN, Fraumeni JF Jr. Diagnostic x-ray procedures and risk of leukemia, lymphoma, and multiple myeloma. *JAMA*, 1991 Mar 13; 265 (10): 1290-4.

[25] Berrington GA, Darby S. Risk of cancer from diagnostic X-rays: estimates for the UK and 14 other countries. *Lancet*. 2004 Jan 31; 363 (9406):345-51.

[26] Leroux M, Zabjek K, Geneviève S, Badeaux J, Coillard C, Rivard C. A noninvasive anthropometric technique for measuring kyphosis and lordosis. *Spine* 2000; 25 (13):1689-1694.

- [27] Mannion A, Knecht K, Balaban G, Dvorak J, Grob D. A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine: reliability of measurements and comparison with data reviewed from the literature. *Eur Spine*, 2004; 13:122-136.
- [28] Chen YL, Lee YH. A non-invasive protocol for the determination of lumbosacral vertebral angle. *Clinical Biomechanics* 1997; (12):185-189.
- [29] Chiou WK, Lee YH, Chen WJ, Lee MY, Lin YH. A non-invasive protocol for the determination of lumbar spine mobility. *Clinical Biomechanics* 1996; (11):474-480.
- [30] Calais, BG. Anatomia para o movimento:introdução à análise das técnicas corporais. São Paulo. Manole, 2002:29-65.
- [31] Putz R, Pabst R, Weiglein AH, Taylor AN. Sobotta Atlas of Human Anatomy, Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins, 2001.1CD-ROM. [32] Bogduk N, Twomey LT. Clinical anatomy of the lumbar spine. 2 ed. New York: Churchill Livingstone 1991: 45-47.
- [33] Christie H, Kumar S, Warren S. Postural aberration in low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76: 218-224.
- [34] Zachazewski JE, Magee DJ, Quillen WS. Athletic injuries and rehabilitation. Philadelphia. Saunders Company, 1996: 245-260.
- [35] Bernhardt M, Bridwell KH. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine* 1989 (14):717-721.
- [36] Gelb DE, Lencke LG, Bridwell KH. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. *Spine* 1995 20:1351-1358.

[37] Kapandji, IA. Fisiologia articular: esquemas comentados de mecânica humana. 5ed. São Paulo, Manole, 1990: 45-52.

[38] Kendall H. Músculos, provas e funções. Manole. São Paulo, 1995: 84-95.

[39] Levine D, Whittle MW. The effects of pelvic movement on lumbar lordosis in the standing position. J. Orthopedic Sports Physiotherapy 1996;24:130-135.

[40] Santos, A. Diagnóstico clínico postural. Summus Editorial. São Paulo, 2001:15-22.

[41] Chen Y. Vertebral centroid measurement of lumbar lordosis compared with the Cobb technique. Spine 1999; 24 (17):1786-1790.

[42] Singer KP, Jones TJ, Breidahl PD. A comparison of radiographic and computer-assisted measurements of thoracic and thoracolumbar sagittal curvature. Skeletal Radiol 1990; 19:21-26.

[43] Dutton KE, Jones TJ, Slinger BS, Scull ER, Oconnor J. Reliability of the Cobb angle index derived by traditional and computer-assisted methods. Australas Phys Eng Sci Med, 1989;12:16-23.

[44] Walsh M, Breen AC. Reliability and validity of the Metrecom skeletal analysis system in the assessment of sagittal plane lumbar angles. Clinical Biomechanics 1995;10:222-223.

# Artigo

**AVALIAÇÃO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA A  
MEDIDA DA LORDOSE LOMBAR.**

Fabiana Cristina da Silva, Álvaro Merlo, Jorge Luiz de Souza e Davi Mallmann

Porto Alegre – Rio Grande do Sul, Brasil.

Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, RS - Brasil; Departamento de Medicina Social, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS – Brasil.

Endereço para correspondência: Fabiana Cristina da Silva, Rua Flodoaldo de Souza Feijó, 110. Centro, Viamão- RS. CEP 94415-620 – Brasil- Fone (51) 4856197; email: [fabisis@terra.com.br](mailto:fabisis@terra.com.br)

## Resumo

**Objetivo:** métodos antropométricos que quantifiquem as curvas da coluna vertebral e a avaliação postural a fim de realizar investigações epidemiológicas sobre o papel da postura na ocorrência das dores lombares. O propósito do estudo foi avaliar acurácia e reprodutibilidade do Sistema de Avaliação Postural Digitalizado (SAPD) para medir lordose lombar comparando com raio-x.

**Delineamento:** transversal, com amostra consecutiva.

**Participantes:** para medida da acurácia no grupo 1 ( T12,L3,L5) n = 16 e grupo 2 (L1,L3,L5) n= 17. Na reprodutibilidade intra e inter-avaliador n= 80.

**Principais Medidas:** marcadores externos nos processos espinhosos das vértebras T12, L1, L3 e L5. Raio-x de perfil da coluna lombar e foto digital em perfil direito. Medida da lordose lombar no raio-x com métodos de Cobb,Centróide (CLL) e Processos Espinhosos (PE) e com o SAPD.

**Resultados:** grupo 1, correlação entre SAPD e Cobb foi 0,803 ( $p < 0,001$ ), entre SAPD e CLL foi 0,642 ( $p = 0,024$ ), entre SAPD e a medida dos PE a correlação foi 0,917, com  $R^2 = 0,842$ . No grupo 2, correlação entre SAPD e Cobb foi 0,559 ( $p = 0,020$ ), entre SAPD e CLL de 0,325 ( $p = 0,302$ ), com correlação significativa somente entre SAPD e Cobb. Entre SAPD e PE a correlação foi 0,763, com  $R^2 = 0,583$ . Para reprodutibilidade interavaliador a correlação foi 0,981 ( $p < 0,001$ ) e para reprodutibilidade intra-avaliador de 0.978 ( $p < 0,001$ ) referente às mesmas fotografias. Reprodutibilidade intra-avaliador de 0.872 ( $p < 0.001$ ) e 0.956 ( $p < 0,001$ ) para inter-avaliador referente à fotos diferentes de um mesmo indivíduo com recolocação dos marcadores sobre a pele .

**Considerações Finais:** O SAPD mostrou-se acurado e reprodutível para a medida da lordose lombar.

**Palavras-chave:** avaliação postural, lordose lombar, postura.

## ABSTRACT

**Aim:** Antropometric approaches to estimate postural alignment are important to permit epidemiologic investigations of the role of posture in the development of lumbar back pain. The aim of this study was evaluate the accuracy and reliability of the Digitalizing Posture Evaluation System (DPES) in the measurement of lumbar lordosis compared with radiographic measurement (gold standard).

**Design:** cross-sectional study.

**Participants:** Accuracy study Groups markers of (T12,L3,L5) and markers of (L1,L3,L5) were composed of 16 and 17 patients repectively. The intra and interobserver reliability group was composed of 80 patients.

**Principal measures:** Skin markers were placed on spinous processes of T12 or L1,L3 and L5. Lateral radiographs and photographs were taken in the upright position. Radiographic measurement using Cobb, Centroid (CLL) and Spinous Process methods was compared with DPES.

**Results:** Group 1: Correlation coefficient between DPES and Cobb was 0,803 ( $p < 0,001$ ); between DPES and CLL 0,642 ( $p < 0,001$ ); between DPES and SP 0,917 ( $p < 0,001$ ) with  $r^2 = 0,842$ . Group 2: correlation coefficient was 0,559 ( $p = 0,020$ ) between SP and Cobb; 0,325 ( $p = 0,302$ ) between SP and CLL; and 0,763 between SP and DPES. The reliability coefficients were 0,981 ( $p < 0,001$ ) for interobserver and 0,978 ( $p < 0,001$ ) for intraobserver measurement of the same photographs. Comparing diferent photographs, the reliability was 0,956 ( $p < 0,001$ ) for interobserver and 0,872 ( $p < 0,001$ ) for intraobserver evaluations.

**Conclusion:** The DPES method correlated well with radiographic measurement of lumbar lordosis.

**Key words:** computer-assisted measurement, lumbar lordosis, posture.

## Introdução

As disfunções na postura corporal vêm aumentando muito na população em geral. Isso se dá devido a um somatório de fatores como: maus hábitos posturais, alterações congênitas ou adquiridas, sedentarismo e fatores emocionais que muitas vezes interferem nas atividades diárias e profissionais [1].

Ultimamente, a postura corporal tem sido analisada de forma subjetiva por muitos profissionais da área da saúde. Estas análises baseiam-se normalmente na palpação e no julgamento visual do avaliador [1,2].

A importância da quantificação dos métodos de avaliação postural deve-se ao fato de poder utilizá-los como métodos de acompanhamento de tratamentos clínicos e também na prescrição de programas de exercício para o manejo de diversas patologias músculo-esqueléticas [3]. Salienta-se a importância de métodos eficazes de avaliação para rastreamento de desvios posturais em grandes populações [1]. Observações clínicas têm sugerido que a manutenção de uma curva lordótica normal está associada com a prevenção de desordens espinhais [1,3,4].

A radiografia tem se mostrado como o método mais acurado para a realização de avaliações dos ângulos das curvaturas vertebrais [5]. O aumento nos riscos à saúde devido às exposições freqüentes à radiação realizadas no acompanhamento de diversas condições clínicas deve ser considerado [6,7]. Por isto, métodos antropométricos de mensuração dos ângulos vertebrais tem elevada importância clínica [6, 7,8].

O uso de imagens digitalizadas e programas computacionais para a avaliação angular dos segmentos corporais tem sido bastante freqüente [3,5,7,8]. No entanto, existe uma lacuna na literatura em relação a estudos que comparassem as medidas encontradas através dos marcadores colocados em

pontos anatômicos do indivíduo e a posterior análise angular computadorizada, com a medida do exame radiográfico.

Com o intuito de verificar se um método de avaliação postural antropométrica pode ser utilizado em estudos epidemiológicos sobre frequência e fatores de risco relacionados à postura corporal, bem como para avaliação de indivíduos submetidos a intervenções posturais, o objetivo deste estudo é avaliar a acurácia e a reprodutibilidade de um Sistema de Avaliação Postural Digitalizado (SAPD) desenvolvido em Linguagem de Programação Microsoft *Visual Basic 6.0* para a medida angular da lordose lombar comparada com a medida radiográfica.

## **Sujeitos e Métodos**

### **Dados dos Sujeitos**

Foram incluídos no estudo 80 indivíduos maiores de 18 anos encaminhados para a realização de radiografia da coluna lombar, no Setor de Radiologia do Hospital Mãe de Deus em Porto Alegre, entre julho de 2004 a dezembro de 2004. Após consentirem em fazer parte do estudo, os pacientes sem cirurgia prévia na coluna lombar, espondilólise ou espondilolistese responderam um questionário contendo informações demográficas e clínicas. Nenhum paciente negou-se a participar do estudo. Os pacientes ainda não possuíam diagnóstico clínico pois estavam realizando o exame complementar para a definição do mesmo.

## **Delineamento do Estudo**

Foi realizado um estudo transversal, com amostragem consecutiva de pacientes encaminhados a um Hospital de Referência, para realização de exame radiográfico da coluna lombar. O estudo obteve aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O Consentimento Informado foi obtido de cada paciente, antes da realização do exame e de uma fotografia digital.

## **Realização do Teste**

Após o consentimento, um avaliador treinado realizou a colocação de marcadores radiopacos sobre os processos espinhosos da décima segunda vértebra torácica (T12) e sobre a terceira e quinta vértebras lombares (L3 e L5). Para a palpação de T12 foi tomado como referência o arco da última costela, para L5, a altura das espinhas ilíacas póstero-superiores (EIPS) e para L3 considerou-se o ponto médio entre estas duas referências. A seguir foi realizada uma radiografia da coluna lombar, em perfil direito, na posição ortostática. Foi solicitado aos sujeitos que fizessem um apnéia inspiratória no momento do disparo da máquina de raio-x. Após a realização da radiografia, os sujeitos permaneciam na mesma posição e era realizada uma fotografia digital da região lombar também em apnéia inspiratória, utilizando-se uma máquina digital *Sony DSC-P72*. Em seguida, os participantes tiveram seu peso e altura verificados por outro avaliador com o uso de uma fita métrica fixada a uma parede e uma balança aferida. Também foi preenchida uma ficha com dados clínicos e demográficos.

## Medidas Radiográficas

Após o término das coletas, as radiografias dos 80 sujeitos foram analisadas quanto à posição de colocação dos marcadores sobre os processos espinhosos, a fim de verificar o número de acertos do avaliador. Foram analisados os exames em que os três marcadores estavam sobre os processos espinhosos de T12, L3 e L5 (n= 16) ou sobre L1, L3 e L5 (n=17) num total de 33 sujeitos. Os demais sujeitos (n= 47) participaram somente da análise de reprodutibilidade para que se pudesse homogeneizar a amostra na medida da acurácia utilizando os mesmos pontos de referência. Os sujeitos que participaram de ambas as análises, de acurácia e reprodutibilidade, foram divididos em dois grupos. O grupo 1 correspondeu aos indivíduos com marcadores em T12, L3 e L5, e o grupo 2 aos marcadores em L1,L3 e L5. Nas radiografias destes dois grupos foram traçados os ângulos de Cobb, tendo como base o platô inferior de T12 e inferior de L5 e quando o marcador radiopaco estava em L1, a referência era o platô inferior de L1 e inferior de L5 [9]. Foram traçados os ângulos Centróide (CLL), tomando-se como referência as mesmas vértebras citadas. A intersecção das linhas perpendiculares que passam pelo centro do corpo vertebral formam este ângulo [10]. O ângulo dos processos espinhosos foi traçado com base no estudo de Delorme em 1999. Este ângulo foi formado pela intersecção das duas retas que tomam os processos espinhosos vertebrais como referência sendo para o grupo 1 os processos espinhosos das vértebras T12,L3 e L5 e para o grupo 2 de L1,L3 e L5. [11].

Estes ângulos medidos nas radiografias foram comparados com aqueles encontrados na medida da lordose lombar através dos marcadores sobre a pele com o uso do Sistema de Avaliação Postural Digitalizado (SAPD). Os dados coletados no estudo de Bernhardt *et. al* [12], foram utilizados para definir os ângulos de lordose lombar considerados normais, com  $\mu \pm 2 DP$  (20;68).

## **Medidas no Sistema de Avaliação Postural Digitalizado**

As fotografias digitais dos 80 indivíduos foram inseridas no SAPD. Cada um dos dois avaliadores clicou com o *mouse* sobre os marcadores nos processos espinhosos. O SAPD gerou um ângulo de lordose lombar para cada sujeito. Após uma semana, os mesmos avaliadores repetiram as medidas anteriores nas mesmas fotografias, a fim de testar a reprodutibilidade do sistema. Em 15 indivíduos da amostra escolhidos aleatoriamente através de sorteio, as fotografias foram repetidas 30 minutos após a realização da primeira foto. Nestes indivíduos o avaliador tirava e recolocava os marcadores sobre os processos espinhosos antes da realização da segunda fotografia, a fim de verificar a reprodutibilidade do método de palpação. Estas fotografias foram avaliadas por dois avaliadores utilizando-se o SAPD com uma semana de intervalo entre as avaliações.

## **Análise Estatística**

Os dados foram analisados usando o SPSS<sup>®</sup> versão 10. As variáveis contínuas foram submetidas ao teste de Kolmogorov-Smirnov para análise de normalidade, a fim de definir a utilização de teste paramétrico ou não-paramétrico nas análises. Em ambos os grupos, as variáveis Cobb, CLL, PE e a medida do SAPD foram consideradas normais. Para medir a correlação entre a medida do SAPD e as medidas de Cobb e CLL foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson para T12 e L1. Para estudar a relação entre a medida do SAPD e a medida do PE foi utilizada a análise de Regressão Linear Simples, adotando-se um modelo passando pela origem, conforme Mendenhall *et al.*, visto que estes dois métodos tomam por referência os mesmos pontos anatômicos, ou seja, os processos espinhosos [11,14]. No estudo da confiabilidade do SAPD foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson nas medidas intra e interavaliador.

## **Resultados**

### **Características da população amostral**

A amostra total foi composta por 80 indivíduos sendo 47 mulheres (58,8%) e 33 homens (41,3%), com média de idade de 52 anos (DP= 16,2). O índice de massa corporal (IMC) variou de 18,1 a 41,5, com média de 26,2 (DP=4,4). Estes sujeitos em sua maioria eram procedentes da cidade de Porto Alegre (80%), sendo o restante da região metropolitana. Dentre as ocupações mais frequentemente encontradas, 17,5% eram profissionais liberais, 12,5% eram bancários, 12,5% do lar e 7,5% operários. Em relação à satisfação com sua postura corporal, 58,8 % disseram estar insatisfeitos com sua postura e 41,3% estavam satisfeitos. Quanto à realização de tratamento fisioterapêutico, 65% relataram que nunca haviam feito este tipo de tratamento e 35% fizeram tratamento fisioterapêutico para dor nas costas, pelo menos uma vez. Em relação à prática de atividade física regular, pelo menos duas vezes por semana, 57,5% referiram praticar atividade física e 42,5% relataram que não praticavam. Estes dados foram avaliados na análise estatística em relação a possíveis variáveis confundidoras e não foi encontrada significância estatística.

### **Estudo da acurácia**

A posição em que foram colocados os marcadores sobre a pele foi avaliada. Somente um avaliador colocou os marcadores sobre os processos espinhosos dos 80 sujeitos. Para fins de padronização das medidas levou-se em conta somente quando os marcadores encontravam-se nos processos espinhosos de T12, L1, L3 e L5 comparando-se na imagem radiográfica se o marcador radiopaco estava sobre a vértebra correta. Se um dos três marcadores encontrava-se sobre qualquer outra vértebra o sujeito era excluído do estudo da acurácia.

No grupo 1, com marcador radiopaco sobre (T12), a correlação entre SAPD e Cobb foi de 0,803 ( $p < 0,001$ ) e entre SAPD e CLL foi de 0,642 ( $p = 0,024$ ).

Para estudar a relação entre a medida do SAPD e a medida dos PE foi utilizada a análise de regressão linear simples, adotando-se um modelo passando pela origem. Neste caso a correlação foi de 0,917, com  $R^2$  de 0,842. O modelo da regressão linear ( $p < 0,001$ ) pode ser expresso por:  
 $PE = 0,705 * SAPD$

O modelo da regressão linear para Cobb e PE no grupo 1, segundo Delorme [11], foi:  $C = 0,8441 * PE + 9,6352$ , portanto por este modelo e por Bernhardt *et al.* [12], os ângulos de lordose lombar medidos por PE considerados normais variam entre (12,3;69,0). Usando o modelo de regressão encontrado em nosso estudo ( $PE = 0,705 * SAPD$ ) os ângulos de lordose lombar medidos pelo SAPD considerados normais variam entre (17,4; 98,0). Estes dados podem ser visualizados na Figura 1. Ainda neste gráfico, podemos notar que existe apenas um caso de falso positivo (região B), ou seja, um sujeito seria considerado fora do padrão de normalidade segundo SAPD, mas na verdade ele estaria com retificação da coluna lombar segundo o ângulo medido por PE e um caso de falso negativo (região C), pois um sujeito está com retificação de acordo com o ângulo de lordose lombar medido por PE, mas se considerássemos o ângulo de lordose lombar medido por SAPD, ele estaria fora da região de normal.

No grupo 2 (L1), para verificar a correlação entre a medida do SAPD e as medidas de Cobb e CLL foi utilizado o coeficiente de Correlação de Pearson encontrando-se uma correlação entre SAPD e Cobb de 0,559 ( $p = 0,020$ ) e entre SAPD e CLL de 0,325 ( $p = 0,302$ ), indicando correlação estatisticamente significativa somente entre SAPD e Cobb.

Para estudar a relação entre a medida do SAPD e a medida do PE foi utilizada uma análise de regressão linear simples, adotando-se um modelo passando pela origem. Neste caso a correlação foi de 0,763, com  $R^2$  de 0,583. O modelo da regressão linear ( $p < 0,001$ ) pode ser expresso por:  $PE = 0,477 * SAPD$ .

O modelo de regressão linear para Cobb e PE grupo 2 foi  $C = 0,6586 * PE + 33,961$  (-21,2-51,7) e para PE e SAPD pode ser expresso por:  $PE = 0,477 * SAPD$  (-44,4;108,38) conforme gráfico 2. O modelo da regressão linear para Cobb e PE no grupo 2, segundo Delorme [12], foi:  $C = 0,6586 * PE + 33,961$ , portanto por este modelo e por Bernhardt *et. al* [11], os ângulos de lordose lombar medidos por PE considerados normais variam entre (-21,2; 51,7). Usando o modelo de regressão encontrado em nosso estudo ( $PE = 0,477 * SAPD$ ) os ângulos de lordose lombar medidos por SAPD considerados normais variam entre (-44,4; 108,4). Estes dados podem ser visualizados na Figura 2.

Quando compara-se os valores de PE e SAPD podemos verificar que quando utiliza-se para as medidas radiográficas e antropométricas pontos anatômicos semelhantes estas medidas mostram-se bastante aproximadas.

### **Estudo de reprodutibilidade**

A medida do ângulo de lordose lombar foi realizada por dois avaliadores. O teste de correlação de Pearson apresentou um grau de correlação forte para a reprodutibilidade interavaliador de 0,981 ( $P < 0.001$ ) e forte para reprodutibilidade intra-avaliador de 0.978 ( $P < 0.001$ ) referente às mesmas fotografias. E também considerada forte para a reprodutibilidade intra-avaliador de 0.872 ( $p < 0.001$ ) referente a fotografias diferentes de um mesmo indivíduo com recolocação dos marcadores sobre a pele.

## Discussão

O objetivo deste estudo foi avaliar a acurácia e a confiabilidade de um Sistema de Avaliação Postural Digitalizado (SAPD) para a medida da lordose lombar no plano sagital. Os ângulos de lordose lombar obtidos através do SAPD foram comparados com os ângulos medidos diretamente nas radiografias da região lombar dos sujeitos através dos métodos Cobb [9], Centróide (CLL) [10] e Processos Espinhosos (PE) [11]. O coeficiente de correlação entre SAPD e Cobb e entre SAPD e CLL no grupo 1 mostrou-se estatisticamente significativo. Estes achados estão em concordância com alguns estudos que utilizaram medidas antropométricas comparando-as com a radiografia, considerada o padrão-ouro para a medidas das curvaturas da coluna vertebral [6,7,8].

No grupo 2 (L1,L3,L5), ocorreu uma correlação estatisticamente significativa somente entre SAPD e Cobb. Estes achados indicam uma diferença nos resultados quando foi utilizada L1 como vértebra limite superior da curvatura lombar. Pela análise dos exames radiográficos dos sujeitos verificou-se que os pacientes do grupo 2 apresentavam maior número de irregularidades nos platôs vertebrais, fato que pode ter influenciado na precisão da mensuração radiográfica [9]. Em relação à medida com CLL, Chen,1999, [10] relata que esta técnica é mais confiável para a medida da lordose lombar no plano sagital do que o método de Cobb. Isto contrasta com os achados de nosso estudo. Deve-se levar em conta que o SAPD utiliza como pontos de referência os processos espinhosos que encontram-se em uma posição mais inclinada do que o corpo vertebral, que é o ponto de referência da técnica CLL. Isto pode aumentar a diferença na comparação entre as duas técnicas.

Para o grupo 1, o  $R^2$  foi 0,842, e para o grupo 2 também comparando-se SAPD e PE o  $R^2$  foi 0,583. Os dados encontrados para o grupo 1 estão em concordância com os achados de Leroux *et al.*, em 2000, que utilizou uma técnica antropométrica baseada na palpação dos processos espinhosos para medida da cifose torácica e da lordose lombar comparando com a radiografia. Foram tomadas como referência as vértebras T12 e L5, sendo encontrado um coeficiente de correlação de 0,84 ( $p < 0,001$ ) [6]. Deve-se levar em conta que existe uma grande variabilidade morfológica entre indivíduos nas curvaturas da coluna vertebral [15]. Em termos de aplicação para rastreamento e acompanhamento de procedimentos terapêuticos, seria ideal individualizar os pontos de referência vertebrais de acordo com a conformação da curva de lordose lombar de cada indivíduo, através da utilização de curvas ROC, o que não foi possível neste estudo em razão do número de sujeitos.

Nas medidas de reprodutibilidade obteve-se uma correlação inter-avaliador de 0,981 ( $p < 0,001$ ) e intra-avaliador de 0,978 ( $p < 0,001$ ) quando avaliada e reavaliada a mesma fotografia de um indivíduo. Quando avaliadas fotografias diferentes, com recolocação dos marcadores sobre a pele uma semana depois, obteve-se reprodutibilidade intra-avaliador de 0,872 ( $p < 0,001$ ) e inter-avaliador de 0,956 ( $p < 0,001$ ).

Esses resultados permitem inferir que o SAPD é reprodutível mesmo quando as análises são refeitas com o intervalo de uma semana, tanto para o mesmo avaliador quanto entre avaliadores diferentes. Isto demonstra uma melhor reprodutibilidade quando comparado a algumas técnicas semelhantes encontradas na literatura [3,6,7]. No que se refere à colocação dos marcadores sobre a pele, a maior dificuldade está relacionada à palpação correta dos processos espinhosos. Billis *et al.*, 2003 [15], realizaram um estudo sobre a confiabilidade da palpação dos processos espinhosos realizada por estudantes de fisioterapia, profissionais formados e fisioterapeutas especializados em terapia manual. Os profissionais formados e os especialistas em terapia

manual apresentaram melhores resultados quando comparados aos estudantes. Isto demonstra que o nível de treinamento e a experiência afetam diretamente as medidas. Mas, para todos os grupos a palpação do processo espinhoso de L5 mostrou-se mais difícil. Isto pode ser explicado pela proximidade de L5 com outras estruturas como as 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 [14]. Binkley *et al.* em 1995, em seu estudo contaram com seis fisioterapeutas experientes com especialização em terapia manual para a realização de seu estudo. Os profissionais tinham que identificar pela palpação os processos espinhosos lombares de dezoito sujeitos. Foi obtido um coeficiente de correlação intraclasse de 0,69 com uma concordância de 5%. Este resultado foi atribuído a uma falta de padronização nos procedimentos de palpação [16].

Isto demonstra que o uso de medidas antropométricas baseadas em palpação e na técnica do avaliador como o SAPD, podem mostrar-se pouco reprodutíveis mesmo quando realizadas por avaliadores experientes. Isto nos levou a pensar que talvez o avaliador que participou de nosso estudo, deveria ter realizado um treinamento prévio ainda mais acurado a fim de tentar melhorar a localização dos pontos anatômicos de referência. Por outro lado, deve-se considerar que talvez as técnicas utilizadas neste estudo, para a localização dos pontos anatômicos, baseadas nos autores, Hoppenfeld, Santos e Dufour [17,18,19] não sejam capazes de detectar as diferenças anatômicas entre os indivíduos. Deve-se levar em conta também que existe uma grande variabilidade entre os indivíduos principalmente em relação à conformação física e que talvez estas metodologias palpatórias não funcionem tão bem por não levarem em conta esta variabilidade. Isso aponta para a necessidade de buscar novas alternativas que permitam localizar esses pontos anatômicos que possam ser utilizadas pelo SAPD para o cálculo dos ângulos das curvaturas da coluna vertebral. O SAPD consegue nos dar resultados muito satisfatórios em relação à reprodutibilidade, porém a metodologia da palpação precisa ser modificada pois ela influencia diretamente nos resultados, principalmente em

avaliações feitas por pessoas diferente no mesmo indivíduo e no estudos onde não haja radiografia para se verificar a posição dos marcadores.

### **Conclusão**

O SAPD mostrou-se uma medida acurada quando comparado com a medida radiográfica em PE Quanto ao método de Cobb encontrou-se uma correlação significativa somente para o grupo 1. O SAPD mostrou-se uma medida reprodutível, o que sugere que este método pode ser empregado em avaliações posturais e no acompanhamento de indivíduos com alterações na postura submetidos à intervenções terapêuticas. O uso desse método para rastreamento epidemiológico necessita de maior refinamento, uma vez que houve um grande número de erros na marcação dos pontos anatômicos na amostra inicial, que foram detectados somente quando foi comparada sua localização com a imagem radiográfica, o que seria inviável em estudos populacionais.

## Referências

[1] Castro PC, Lopes JF. Avaliação computadorizada por fotografia digital, como recurso de avaliação na reeducação postural global. *Acta Fisiátrica* 2003;10 (2):83-88.

[2] Knoplich J. *Enfermidades da coluna vertebral*. 2. Ed. São Paulo;Panamed,1986:58-76.

[3] Dunk NM, Chung YY, Compton DS, Callaghan JP. The reliability of quantifying upright standing postures as a baseline diagnostic clinical tool. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2004; February:91-96.

[4] Klenerman L, Slade PD, Stanley, M, et al. The prediction of tonicity in patients with an acute attack of low back pain in a general practice setting. *Spine* 1995; 20:478-484.

[5] Stokes IAF, Bevins TM, Lunn RA. Back surface curvature and measurement of lumbar spinal motion. *Spine*1987; (12):355-361.

[6] Leroux M, Zabjek K, Geneviève S, Badeaux J, Coillard C, Rivard C. A noninvasive anthropometric technique for measuring kyphosis and lordosis. *Spine* 2000; 25 (13):1689-1694

[7] Mannion A, Knecht K, Balaban G, Dvorak J, Grob D. A new skin-surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine: reliability of measurements and comparison with data reviewed from the literature. *Eur Spine* 2004; 13:122-136.

[8] Chen YL, Lee YH. A non-invasive protocol for the determination of lumbosacral vertebral angle. *Clinical Biomechanics* 1997; (12):185-189.

[9] Polly DWJr, Kilkelly FX, Mchale KA, Asplund LM, Mulligan M, Chang AS. Measurement of lumbar lordosis: evaluation of intraobserver, interobserver, and technique variability. *Spine* 1996;21(13):1530-1535.

[10] Chen Y-L. Vertebral centroid measurement of lumbar lordosis compared with the Cobb technique. *Spine* 1999; 24 (17): 1786-1790.

[11] Delorme S, Labelle H, Subin CE, De Guise J, Dansereau J. Comparison between clinical Cobb angles and measurements performed on vertebral bodies, pedicle and spinous process. *Ann Chir* 1999; 53(8):792-797.

[12] Bernhardt M, Bridwell KH. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine* 1989;14:717-721.

[13] Mendenhall, William and Terry Sincich. *A second course in statistics: regression analysis*.

[14] Fann VA. The prevalence of postural asymmetry in people with and without chronic low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83 (12):1736-1738.

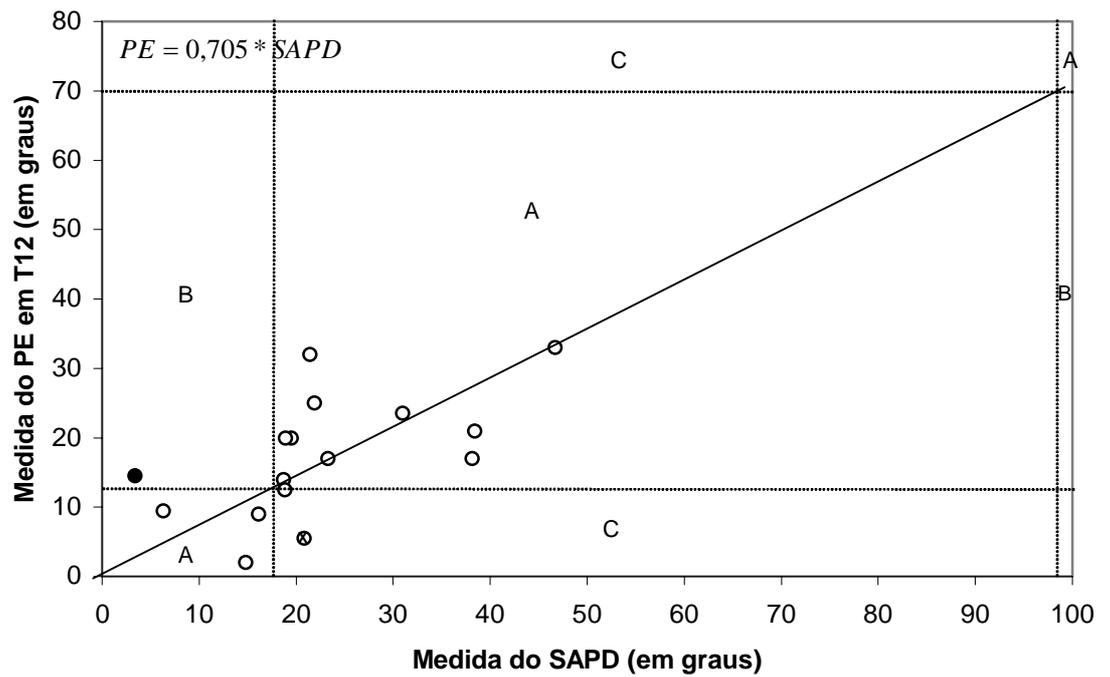
[15] Billis EV, Foster NE, Wright CC. Reproducibility and repeatability: errors of three groups of physiotherapists in locating spinal levels by palpation. *Manual Therapy* 2003; 8 (4): 223-232.

[16] Binkley J, Stratford PW, Gill,C. Interrater reliability of lumbar among motion mobility testing. Phys Therapy 1995;75 (9):786-795.

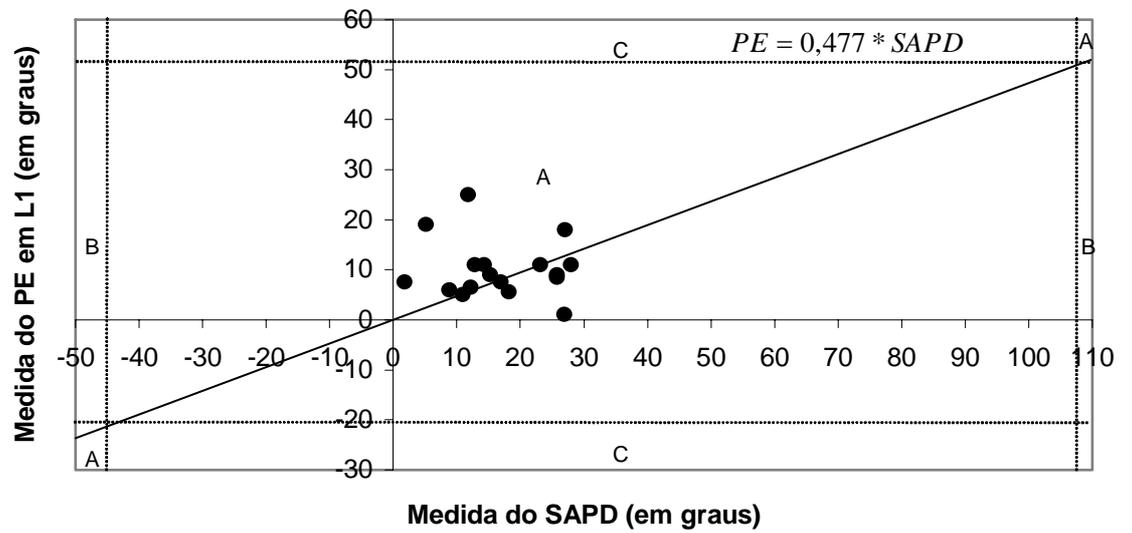
[17] Hoppenfeld, S. Propedêutica ortopédica – coluna e extremidades. Rio de Janeiro; Editora Atheneu, 1980:78-86.

[18] Santos, A. Diagnóstico Clínico Postural – um guia prático. São Paulo. Summus Editorial, 2001:15-22.

[19] Dufour, M. Cinesioterapia: avaliações, técnicas passivas e ativas do aparelho locomotor. São Paulo; Ed. Panamericana,1989:47-56.



**Figura 1:** Distribuição da medida do SAPD em relação às medidas radiográficas com a respectiva reta de regressão. (Zona A são resultados semelhantes entre as duas técnicas; Zona B falso-positivos; Zona C falsos-negativos) com marcadores sobre T12,L3 e L5.



**Figura 2:** Distribuição da medida do SAPD em relação às medidas radiográficas com a respectiva reta de regressão. (Zona A são resultados semelhantes entre as duas técnicas; Zona B falso-positivos; Zona C falsos-negativos) com marcadores sobre os processos espinhosos de L1,L3 e L5.

## Considerações Finais

O SAPD mostrou-se um método acurado para a medida da lordose lombar quando comparado ao método PE, pois os mesmos assemelham-se em termos de pontos de referência das medidas. Em relação ao método de Cobb somente para o grupo 1, com marcador sobre os processos espinhosos de T12, L3 e L5, foi possível estabelecer uma relação. Deve-se destacar a importância do uso de técnicas antropométricas que diminuam a exposição dos sujeitos à radiação, que permitam realização de estudos epidemiológicos e de rastreamentos de características ou alterações posturais em grandes populações e possibilitem a criação de bancos de dados populacionais e o acompanhamento de condutas terapêuticas. O SAPD mostrou-se um método reprodutível nas avaliações repetidas. Salienta-se a necessidade de estudar novas metodologias para a localização de pontos anatômicos que permitam aprimorar o treinamento dos avaliadores na palpação dos processos espinhosos. Sugere-se a individualização dos pontos de referência das curvas vertebrais levando-se em conta a morfologia das curvaturas vertebrais de cada indivíduo. Sugere-se ainda, mais estudos para a implementação do uso desta técnica a fim de poder utilizá-la em pesquisas que não contem com a radiografia para verificação da localização dos marcadores sobre os processos espinhosos. Isso aponta para a necessidade de buscar novas alternativas que permitam localizar esses pontos anatômicos que possam ser utilizadas pelo SAPD para o cálculo dos ângulos das curvaturas da coluna vertebral.

# APÊNDICES

## **Projeto de Pesquisa**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EPIDEMIOLOGIA**

**PROJETO DE PESQUISA PARA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Avaliação de um Programa Computacional para a Medida  
da Lordose Lombar**

**Fabiana Cristina da Silva**

**Orientador: Prof. Dr. Álvaro Roberto Crespo Merlo  
Co-orientador: Prof.Dr. Jorge Luiz de Souza**

Porto Alegre, novembro de 2004.

## 1. QUESTÃO DE PESQUISA

Existe correlação entre a medida do ângulo de lordose lombar realizada com o Sistema de Avaliação Postural Digitalizado (SAPD) desenvolvido em Linguagem de Programação Microsoft *Visual Basic 6.0* e a medida do ângulo de lordose lombar realizada no exame de raio-x (padrão-ouro) ?

## 2. OBJETIVO

Este estudo tem por objetivo encontrar a relação entre a medida da lordose lombar realizada no exame de raio-x e a medida obtida através de um Sistema de Avaliação Postural Digitalizado, desenvolvido em Linguagem de Programação Microsoft *Visual Basic 6.0*, no plano sagital, em postura ortostática. A partir daí, pretende-se avaliar a acurácia e a reprodutibilidade do SAPD desenvolvido em Linguagem de Programação Microsoft *Visual Basic 6.0*.

## 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Postura Corporal é definida por Lehmkuhl e Smith, (1983), como uma posição ou atitude do corpo, o arranjo relativo das partes do corpo para uma atividade específica, ou uma maneira característica de alguém sustentar seu corpo.

Ultimamente, a postura corporal tem sido freqüentemente analisada de forma subjetiva por muitos profissionais da área da saúde. Estas análises baseiam-se normalmente na palpação e no julgamento visual do avaliador. Contudo, muitos métodos utilizados para medir a angulação vertebral e a posição da pelve tem sido investigados, como nos estudos de Burdett *et al.*, (1986), Gilliam *et al.*, (1994), e Walsh e Breen (1995).

A importância da quantificação dos métodos de avaliação postural deve-se ao fato de poder utilizá-la como método de acompanhamento de tratamentos clínicos e também na prescrição de programas de exercício para o manejo de diversas patologias músculo-esqueléticas (Dunk *et al.*, 2004).

De acordo com Stokes *et al.*, (1987), a radiografia tem se mostrado como o método mais acurado para avaliação das angulações vertebrais. Entretanto, métodos não-invasivos de mensuração dos ângulos vertebrais também tem sua importância clínica (Chen e Lee,1997).

O uso de imagens digitalizadas e programas computacionais para a avaliação angular dos segmentos corporais têm sido bastante freqüente, como nos estudos de Chiou *et al.* (1996), Chen e Lee (1997) e Dunk *et al.* (2004).

No entanto, poucos estudos compararam as medidas encontradas através dos marcadores colocados em pontos anatômicos do indivíduo e posterior análise angular computadorizada, com a medida do exame radiográfico.

#### **4. JUSTIFICATIVA**

Justifica-se a realização deste estudo pela busca de um método não-invasivo, confiável e eficaz para avaliação angular dos segmentos corporais e por conseguinte da postura corporal. Destaca-se também sua importância na tomada de decisões clínicas e no acompanhamento da evolução dos tratamentos, de riscos e benefícios de intervenções bem como a possibilidade de rastreamento de desvios posturais em grandes populações.

## 5. PLANEJAMENTO DA PESQUISA

### 5.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

O delineamento do estudo é do tipo transversal.

### 5.2 AMOSTRAGEM

A amostra será consecutiva, sendo composta por indivíduos que forem encaminhados ao Setor de Radiologia do Hospital Mãe de Deus, em Porto Alegre, para realização de radiografia da coluna lombar, e atenderem aos critérios de inclusão do estudo.

Serão excluídos indivíduos com cirurgia prévia na coluna vertebral. Também serão excluídos sujeitos com diagnóstico radiológico de espondilólise, espondilolistese, tumores ósseos na região lombar e sacral. Estas exclusões justificam-se pelo fato de que estas patologias podem modificar posição do processo espinhoso das vértebras lombares, inviabilizando a colocação dos marcadores de pele sobre estes pontos anatômicos.

Para o cálculo do tamanho da amostra baseado no coeficiente de correlação entre a medida do ângulo de Cobb e a medida do SAPD foram considerados os seguintes parâmetros: nível de significância 5%, teste bilateral, poder de 90% e correlação de 0,892, obtida a partir de um estudo piloto com 17 indivíduos. Com estes parâmetros o tamanho da amostra foi de 9 sujeitos (Hulley, 2003).

Para o cálculo do tamanho da amostra baseado nas médias das medidas do SAPD realizadas por dois avaliadores diferentes foram considerados os seguintes parâmetros: nível de significância 5%, teste bilateral, poder de 90% e médias do software para cada um dos dois avaliadores iguais a 49 e 52, respectivamente e com desvio padrão da diferença igual a 8. Com estes

parâmetros o tamanho da amostra foi de 77 sujeitos. Para calcular os tamanhos da amostra foi utilizado o programa *nQuery Advisor V3.0*.

Na avaliação interobservador (teste realizado por dois pesquisadores) serão utilizadas as fotografias de todos sujeitos por cada observador sendo que os avaliadores estarão cegos em relação aos resultados do exame de raio-x. Na avaliação intra-observador, os observadores repetirão a medida uma semana depois, utilizando o SAPD. Para verificar a capacidade do avaliador de colocar e recolocar os marcadores sobre a pele nos mesmos pontos de referência, 15 indivíduos da amostra, sorteados aleatoriamente serão convidados a repetir a colocação dos marcadores e a fotografia 30 minutos depois da primeira. Se o sujeito negar-se a participar desta etapa será convidado o paciente com o número seguinte.

### 5.3 MEDIDAS

Serão avaliadas as seguintes variáveis: medida da lordose lombar utilizando a Linguagem de Programação Microsoft *Visual Basic 6.0 For 32-bit Windows Development*, através do SAPD. Este programa computacional foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisa do Exercício da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelos acadêmicos de educação física João Antonio Prates e João Felipe Prates sob orientação do Prof. Dr. Jorge Luiz de Souza (Professor Titular responsável pela disciplina de Educação Postural na ESEF/UFRGS e pesquisador na área de Ciências da Saúde, Sub-área Educação Postural). Este programa é um algoritmo matemático que transforma pontos de imagens em eixos cartesianos e os quantifica.

Será efetuada a medida do ângulo lombar utilizando-se o SAPD através do uso da imagem digitalizada dos indivíduos, sendo que a colocação dos marcadores de superfície será realizada pelo mesmo pesquisador. Na

fotografia somente irá aparecer a região lombar dos indivíduos, não mostrando o resto do corpo dos sujeitos. Os indivíduos estarão vestidos com avental que é fornecido rotineiramente pelo Serviço, aos pacientes que realizam radiografia da coluna. Como este avental é aberto nas costas, as pernas e região pélvica estarão cobertas por outro avental tipo saia. Este procedimento só é necessário quando existe algum tipo de metal na calça do paciente, do contrário, ele poderá ficar com a mesma durante o teste.

Medida do ângulo lombar, utilizando-se o SAPD, através do uso da imagem digitalizada dos indivíduos, sendo que estas medidas serão realizadas por dois observadores nas fotografias de todos os sujeitos da amostra e serão repetidas uma vez. Repetição das medidas nas fotografias de 15 indivíduos por dois avaliadores.

Preenchimento pelo pesquisador, de uma ficha padronizada contendo dados demográficos e clínicos dos sujeitos (Anexo 2).

#### 5.4 LOGÍSTICA

A coleta de dados será realizada no Setor de Radiologia do Hospital Mãe de Deus, na mesma ocasião em que o sujeito for submetido ao exame de raio-x da coluna lombar, por solicitação médica.

Serão colocados marcadores esféricos feitos de isopor colados na pele com fita adesiva, contendo um parafuso material radiopaco, sobre os processos espinhosos da última vértebra torácica (T12) e nas vértebras lombares L3 e L5. Após, será registrada uma imagem digital do sujeito com uma Câmera Digital *SONY DSC-P72*, posicionada em um tripé, a uma distância pré-determinada. A sala de realização dos testes e a distância em que será realizada a fotografia será sempre a mesma para todos os sujeitos. O

sujeito estará de pé, e a imagem será registrada no plano sagital, do lado direito. Esta fotografia será feita instantes após a realização do raio-x.

Posteriormente, as imagens digitalizadas serão transferidas para o SAPD. As análises dos ângulos obtidos serão realizadas por dois pesquisadores a fim de verificar posteriormente a confiabilidade da medida. As medidas radiográficas serão realizadas por um médico do Setor de Radiologia do Hospital Mãe de Deus. Serão comparadas as medidas angulares feitas na imagem digital com as medidas feitas na radiografia do indivíduo. As fotografias serão armazenadas no computador da sala de avaliação postural do LAPEX-UFRGS, sendo que somente os pesquisadores terão acesso às mesmas. Serão feitas cópias em *compact disc* que ficarão em poder dos pesquisadores. As radiografias ficarão armazenadas no mesmo local. A fim de verificar a confiabilidade quanto à colocação dos marcadores de superfície feita pelo examinador, nos processos espinhosos das vértebras T12, L3 e L5, a posição será comparada com a imagem dos marcadores radiopacos. Esta comparação será feita por médico do Setor de Radiologia do Hospital Mãe de Deus.

A previsão para o início dos testes será após a definição final do projeto de dissertação. Assim que o projeto final estiver definido, será encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a coleta de dados só terá início após a aprovação final do projeto por este Comitê.

Antes da avaliação, os sujeitos da amostra receberão um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo1), informando-lhes sobre os detalhes do teste ao qual serão submetidos. Os sujeitos terão o direito de aceitar ou não participar do estudo, tendo ciência de que o teste não acarretará nenhum tipo de dano à sua integridade física e mental.

## **6. CONSIDERAÇÕES ESTATÍSTICAS**

## 6.1 HIPÓTESE DE PESQUISA

A medida do ângulo da lordose lombar realizada com o Sistema de Avaliação Postural Digitalizado esta correlacionada com a medida do ângulo da lordose lombar realizada no exame de raio-x.

## 6.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para encontrar a relação entre a medida do ângulo da lordose lombar realizada com o SAPD e a medida do raio-x será utilizada uma regressão linear.

Para a análise da reprodutibilidade das medidas intra-observador e interobservador será utilizado o coeficiente de correlação.

Na comparação das medidas obtidas na imagem digitalizada com as medidas obtidas na radiografia, será aplicado um Teste  $t$  pareado, quando satisfeitas as condições de normalidade. Será analisada a associação das variáveis clínicas de cada sujeito com as medidas obtidas nos testes.

## 7 CRONOGRAMA BÁSICO

Atividades														
	/04	/04	/04	/04	0/04	1/04	2/04	/05	/05	/05	/05	/05	/05	/05
Revisão da literatura														
Elaboração do projeto														
Aprovação do projeto														
Coleta de dados														
Análise dos dados														
Redação da Dissertação														
Defesa da Dissertação														

## 8. RECURSOS NECESSÁRIOS

Os instrumentos necessários para a coleta de dados deste projeto, cita-se o SAPD, Câmera Digital e os marcadores reflexivos, encontram-se à disposição no Laboratório de Pesquisa do Exercício da ESEF/UFRGS, sendo possível a sua utilização através da realização deste projeto conjunto entre o Programa de Pós-graduação em Epidemiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e o Programa de Pós-graduação

em Ciências do Movimento Humano da Escola Superior de Educação Física, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O filme de raio-x adicional será gentilmente cedido pelo Setor de Radiologia do Hospital Mãe de Deus, que busca incentivar e apoiar a atividade científica em suas dependências. Haverá custo com material de escritório e xerox. Este projeto conta com o financiamento do Conselho Nacional de Pesquisa através de Bolsa de Mestrado.

## **9. PROBLEMAS, SOLUÇÕES E TAREFAS**

Os possíveis problemas com o funcionamento dos equipamentos na ocasião das coletas, serão solucionados pela assistência técnica do Laboratório de Pesquisa do Exercício, da Escola Superior de Educação Física, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## Referências

Burdett RG, Brown KE and Fall MP. Reliability and validity of four instruments for measuring lumbar spine and pelvic position. *Physiotehrapy*,1986,(66):677-684.

Cailliet R. *Low back pain syndrome*. 4 Ed. Philadelphia; FA Davis,1988:34-49.

Chen YL and Lee YH. A non-invasive protocol for the determination of lumbosacral vertebral angle. *Clinical Biomechanics*,1997 (12):185-189.

Chiou WK, Lee YH, Chen WJ, Lee MY and Lin YH. A non-invasive protocol for the determination of lumbar spine mobility. *Clinical Biomechanics*,1996 (11):474-480.

Dunk NM, Chung YY, Compton DS and Callaghan JP. The reliability of quantifying upright standing postures as a baseline diagnostic clinical tool. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*; February, 2004: 91-96.

Gilliam J, Brunt D, Maximillan M, Kinard RE and Montgomery WJ. Relationship of the pelvic angle to the sacral angle: measurement of clinical reliability and validity. *Journal of Orthopaedics Sports and Physical Therapy*, 1994 ( 20) :193-199.

Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady D, Hearst N, Newman TB. *Delineando a pesquisa clínica: uma abordagem epidemiológica*. Porto Alegre, RS; Artmed; 2003:73-85.

Kapandji AI. *Fisiologia articular*. V. III. São Paulo. Manole, 1980:45-52.

Kendall. H. *Músculos, provas e funções*. Manole. São Paulo, 1995:84-95.

Lehmkuhl LD and Smith LK. Brunnstrom's clinical kinesiology. 4 ed. Philadelphia:FA Davis,1983: 537p.

Stokes IAF, Bevins TM and Lunn RA. Back surface curvature and measurement of lumbar spinal motion. Spine,1987, (12):355-361.

Walsh M and Breen AC. Reliability and validity of the metrecom skeletal analysis system in the assessment of sagittal plane lumbar angles. Clinical Biomechanics,1995,(10):222-223.

## APÊNDICE 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### **Título do Projeto: AVALIAÇÃO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA MEDIDA DA LORDOSE LOMBAR.**

Os desvios e problemas posturais são cada vez mais comuns em nosso meio. Para profissionais de fisioterapia e educação física não existem muitos métodos objetivos disponíveis para mensuração destes desvios posturais. Por isto, estamos fazendo um estudo para verificar se através da fotografia analisada em um programa de computador é possível quantificar estes desvios. Por isto, este é um convite para você participar deste estudo. Sua participação ou recusa em participar, não irá influenciar no seu atendimento neste serviço.

Gostaríamos de contar com a sua participação, através do preenchimento de uma ficha com algumas informações sobre você. Se você não se sentir à vontade, não precisará responder a todas as perguntas e também você terá o direito de desistir de participar do estudo em qualquer momento. Gostaríamos de tirar uma foto sua, de perfil, na posição de pé. Talvez você seja convidado a repetir esta foto 30 minutos depois da primeira. Você pode se negar a participar desta etapa. Precisamos fixar esferas de isopor com fita adesiva na sua pele. Será feita uma radiografia a mais, além daquelas que seu médico solicitou. Você pode se recusar a fazer esta radiografia. Nós ficaremos com este exame para a realização das medidas e posterior arquivamento.

Garantimos que o seu nome não será mencionado em nenhum momento, e que estes dados serão utilizados para uma pesquisa científica e, portanto, ninguém conseguirá identificar suas respostas e o resultado do seu exame de raio-x. O pesquisador responsável é **Fabiana Cristina da Silva (tel. 98379083)**, tendo este documento sido revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em \_\_/\_\_/\_\_.

Nome e assinatura do participante

---

### APÊNDICE 3: Ficha de dados clínicos e demográficos

Ficha n°:

Prontuário:

Data:

Identificação:

Nome:

Data de Nascimento:

Sexo:

Endereço:

Atividade Profissional:

Altura:

Peso:

Tem alguma doença atualmente?

Qual?

Você está satisfeito com a sua postura corporal?

Sim       Não

Em uma semana quantos dias você tem dor nas costas?

Se tem dor nas costas, acha que ela pode estar relacionada a sua postura?

Sim       Não

Já fez tratamento de fisioterapia para dor nas costas?

Sim     Não

Costuma praticar atividade física?

Se sim, quantas vezes por semana?

Qual atividade?

