UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

LUIZ HENRIQUE FONSECA DAMASCENO

**AVALIAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DOS CORPOS
VERTEBRAIS E DISCOS INTERVERTEBRAIS
NA COMPOSIÇÃO DA LORDOSE LOMBAR**

Ribeirão Preto

2006

LUIZ HENRIQUE FONSECA DAMASCENO

**Avaliação da Participação dos Corpos Vertebrais e Discos
Intervertebrais na Composição da Lordose Lombar**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo,
para a obtenção do título de Doutor em
Medicina.

Área de concentração: Ortopedia, Traumatologia e Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Helton L. A. Defino

Ribeirão Preto

2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Damasceno, Luiz Henrique Fonseca

Avaliação da participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na composição da lordose lombar. Ribeirão Preto, 2006.

121 p. : il. ; 30cm

Tese, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP – Área de concentração: Ortopedia, Traumatologia e Reabilitação.

Orientador: Defino, Helton L. A.

1. Coluna vertebral. 2. Lordose lombar. 3. Vértebra. 4. Disco intervertebral.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus mestres,
pois me conduziram até aqui.

Dedico também à minha família e amigos,
pois me permitiram chegar até aqui.

Mas dedico sobretudo a minha esposa,
a qual teve apenas muitas horas da minha ausência, para que eu pudesse chegar
até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos Mestres Edmar Chartone e José Renan da Cunha-Melo, e a todos os outros Mestres que tive em Belo Horizonte, que desde o início mostraram-me o quanto é intrigante a Ciência, e me deixaram contaminar, irremediavelmente pelo vírus da pesquisa.

Ao Mestre Helton L. A. Defino, pela compreensão e apoio durante a residência e pela orientação e estímulo na condução deste e de outros trabalhos, além de sua dedicação em ensinar-me os caminhos para a prática cirúrgica. Muito Obrigado!

Ao Professor e Mestre José B. Volpon, pelo auxílio por me conceder o uso de sua biblioteca particular para as referências bibliográficas.

Ao Professor Antônio Dorival Campos pelo auxílio e orientação no trabalho estatístico.

Ao amigo Sílvio Ricardo Guarnieri Catarin que contribui em parceria direta na realização deste trabalho.

Às amigas Maria de Fátima Feitosa de Lima, Elisângela Bernardi de Oliveira e Rosa Pereira Brittes Alves pela cumplicidade de tantos anos.

Aos amigos da Bioengenharia, Luiz Henrique, Chico e Terezinha que muito me ajudaram quando os objetivos do trabalho ainda eram outros...

Ao Prof. Dr. Jarbas Leite Nogueira, meu amado sogro, pelo apoio paterno na revisão e pelas importantes observações que apenas a experiência permite fazer.

A todos os demais que direta ou indiretamente tenham contribuído para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Á minha amada esposa, Luana, que sofreu comigo, nos dias de laboratório, nas horas passadas nas bibliotecas e também nas muitas horas passadas em frente ao computador, onde fiquei tão perto, porém inacessível devido ao trabalho. Mas nem por isso ela deixou de estar ao meu lado me apoiando. Agradeço principalmente pelo amor que me tem dado ao longo desses ainda poucos anos de convívio, mas que são os melhores que já vivi.

“Mais vale um gosto
do que um caminhão de abóboras.”

Maria da Conceição Azeredo

"The truth of the matter is that you always know the right thing to do. The hard part is doing it."

Norman Schwarzkopf

RESUMO

DAMASCENO, L.H.F. Avaliação da Participação dos Corpos Vertebrais e Discos Intervertebrais na Composição da Lordose Lombar. 2006. 121p. Tese de Doutorado – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

Foi avaliada a participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na lordose lombar e, a contribuição destes nas curvaturas lombares de diferentes magnitudes. Foram avaliadas as radiografias lombares em perfil de 350 adultos assintomáticos (143 homens e 207 mulheres, idade média 29 anos). Foram mensuradas a curvatura lombossacra (L1S1), a curvatura lombolombar (L1L5), a angulação de cada corpo vertebral e cada disco intervertebral por meio de uma variação do método de Cobb. A participação percentual dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais na curvatura lombossacra também foi determinada. Comparações entre os sexos e as faixas etárias foram realizadas. Os indivíduos foram divididos em três subgrupos populacionais, de acordo com a magnitude da lordose lombossacra, de modo a separar os indivíduos pertencentes aos extremos da curva de distribuição. Os componentes da curvatura lombar (corpos vertebrais e discos intervertebrais) foram comparados nestes três subgrupos. A medida da curvatura lombossacra no grupo inicial foi $-60,9^{\circ}$ (-33° a -89°). Os corpos vertebrais eram cifóticos em L1 ($2,15^{\circ}$), tendiam ao neutro em L2 ($-0,36^{\circ}$) e eram progressivamente lordóticos de L3 ($-1,56^{\circ}$) a L5 ($-9,23^{\circ}$). Os discos intervertebrais eram progressivamente lordóticos (variando de $-4,99^{\circ}$ em L1-L2 a $-15,58^{\circ}$ em L5-S1). Os corpos vertebrais e discos intervertebrais apresentaram participação progressivamente maior na curvatura lombossacra no sentido crânio-caudal. Os discos intervertebrais participaram com cerca de 80% da curvatura lombossacra, sendo que os elementos mais caudais (corpos vertebrais L4 e L5 e discos intervertebrais L4-L5 e L5-S1) corresponderam a mais de 65% da curvatura lombossacra. Os indivíduos mais velhos apresentaram medidas das curvaturas lombares maiores cerca de 4° em comparação aos indivíduos mais jovens, havendo diferença significativa para as medidas dos corpos vertebrais L2 e L5 e o disco intervertebral L3-L4, sendo maiores as medidas nos indivíduos mais velhos. As medidas das curvaturas lombares e dos corpos vertebrais L2 e L4 apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os sexos, sendo as medidas maiores nos indivíduos do sexo feminino. A curvatura lombossacra apresentou média de $-46,9^{\circ}$ no subgrupo lordose menor; $-61,59^{\circ}$ no subgrupo lordose

intermediária e; $-74,13^{\circ}$ no subgrupo lordose maior. A curvatura lombolombar apresentou média de $-33,28^{\circ}$ no subgrupo lordose menor; $-45,34^{\circ}$ no subgrupo lordose intermediária e; $-56,96^{\circ}$ no subgrupo lordose maior. Os corpos vertebrais e os discos intervertebrais apresentaram medidas absolutas menores no subgrupo lordose menor do que as dos subgrupos lordose intermediária e lordose maior, mas a participação dos discos intervertebrais na curvatura lombossacra no subgrupo lordose menor (88%) foi maior que nos subgrupos lordose intermediária (81%) e no subgrupo lordose maior (75%). Complementarmente, os corpos intervertebrais apresentaram maior participação nos subgrupos lordose maior e lordose intermediária. Individualmente, os corpos vertebrais apresentaram maior participação no subgrupo lordose maior, exceto pelo corpo vertebral L5 que apresentou maior participação no subgrupo lordose menor. A maior participação percentual dos discos intervertebrais no subgrupo lordose menor era devida à inclinação cifótica dos corpos vertebrais mais cefálicos (especialmente L1 e L2) no subgrupo lordose menor do que nos demais subgrupos, que, por um efeito compensatório, causava uma maior participação discal nas curvaturas menores. Os demais subgrupos apresentavam os corpos vertebrais cefálicos com inclinação muito mais lordótica do que o observado no subgrupo lordose menor. Concluimos que os discos intervertebrais são os principais responsáveis pela curvatura lombar e que a contribuição dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na lordose lombar difere entre indivíduos com curvaturas de diferentes magnitudes. Apesar de ocorrer um aumento gradual do acunhamento lordótico do corpo e disco a cada nível vertebral conforme aumenta a medida da lordose, as vértebras mais cefálicas provocam uma diferença na contribuição percentual entre discos intervertebrais e corpos vertebrais nas curvaturas de tamanhos diferentes.

Palavras-chave: coluna vertebral, lordose lombar, vértebra, disco intervertebral.

ABSTRACT

DAMASCENO, L.H.F. Evaluation of vertebral bodies and intervertebral discs participation in the lumbar lordosis. 2006. 121p. Thesis (Doctoral) – Ribeirão Preto School of Medicine, São Paulo University, Ribeirão Preto.

The vertebral bodies and intervertebral discs participation in lumbar lordosis and their contribution between lumbar curves of different size were studied. 350 lumbar spine radiographs of asymptomatic adults (143 men and 207 women, average age 29 years) were evaluated. Lumbosacral (L1S1) and lumbolumbar (L1L5) curves and the angular inclination of each vertebral body and intervertebral disc were measured using a Cobb method variant. The percentile participation of each vertebral body and intervertebral disc in the lumbosacral curve was calculated. Sex and age were compared. The subjects were separated in three subgroups, in accordance to lumbosacral curve size. The components of lumbar curve (discs and vertebrae) were compared in these three subgroups. The mean lumbosacral curve was $-60,9^{\circ}$ (-33° to -89°). L1 vertebral body was kyphotic ($2,15^{\circ}$), L2 was neutral ($-0,36^{\circ}$), and the other ones were progressively lordotic from L3 ($-1,56^{\circ}$) to L5 ($-9,23^{\circ}$). The intervertebral discs were progressively lordotic from L1-L2 ($-4,99^{\circ}$) to L5-S1 ($-15,58^{\circ}$). Both vertebrae and discs showed a progressive participation in cephalic-caudal direction. The participation of discs was about 80% of lumbosacral curve, and the caudal elements (L4, L5 vertebrae and L4-L5, L5-S1 discs) contributed for 65% of the curve. The older subjects presented lumbar curves larger than younger 4° average, with significant statistical difference to L2, L5 and L3-L4 measures, with older subjects presenting bigger angular values. There were statistical differences of lumbar curves, L2 and L4 measures between sexes, with females presenting bigger values. The lumbosacral curve presented average $-46,9^{\circ}$ in *minor lordosis* subgroup, $-64,59^{\circ}$ in *intermediate lordosis* subgroup, and $-74,13^{\circ}$ in *major lordosis* subgroup. The lumbolumbar curve presented average $-33,28^{\circ}$ in *minor lordosis* subgroup, $-45,34^{\circ}$ in *intermediate lordosis* subgroup, and $-56,96^{\circ}$ in *major lordosis* subgroup. The absolute values of vertebrae and discs angles were smaller in *minor lordosis* subgroup than in *major lordosis* subgroup, but the intervertebral discs participation was bigger in *minor lordosis* subgroup (88%) than *intermediate lordosis* (81%) and *major lordosis* (75%) subgroups. Complementarily, the vertebrae had a bigger participation in *intermediate* and *major lordosis* subgroups. Individually, the vertebrae presented a larger participation in *major lordosis*

subgroup, excepting L5 that presented bigger participation in *minor lordosis* subgroup. The discs presented larger participation in *minor lordosis* subgroup. That is consequence of a more kyphotic inclination of the cephalic vertebrae in *minor lordosis* subgroup than the other ones, causing a compensating effect, with a larger disc participation in the small curves. The *intermediate* and *major lordosis* subgroups had the cephalic vertebrae more lordotic than that of the *minor lordosis* subgroup. We concluded that the intervertebral discs are the main responsible for the lumbar curve angulation and that the contribution of vertebrae and discs in lumbar curves of different sizes is not equal. In spite of a gradual increase of lordotic wedging while lumbar curve increase, the cephalic vertebrae make the disc and vertebrae participation different between different magnitude lumbar curves.

Key-words: spine, lumbar lordosis, vertebra, intervertebral disc.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Vista da coluna vertebral no plano frontal e sagital.....	22
Figura 2: Evolução das curvaturas da coluna vertebral no feto (PANATTONI; TODROS, 1988).....	24
Figura 3: Representação esquemática da evolução do alinhamento sagital em diferentes faixas etárias (Cil et al, 2005).....	25
Figura 4: Índice de Delmas (KAPANDJI, 1969), detalhe para a inclinação do sacro em relação a horizontal nos dois tipos extremos de curvaturas da coluna vertebral.....	29
Figura 5: Classificação de Vidal e Marnay (1983), que considera o alinhamento da coluna em relação ao equilíbrio da pelve. A – Três tipos de equilíbrio da pelve: em anteversão, equilibrada e retroversão; B – alinhamento sagital da coluna conforme o tipo de alinhamento da pelve.....	31
Figura 6: Demonstração dos parâmetros pélvicos mais importantes.....	32
Figura 7: Modificação do método de Cobb para a medida da curvatura lombossacra.....	39
Figura 8: Materiais usados para as medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais. A- Goniômetro; B- Lapiseira; C - Mina grafite nº 2 de 0,5mm	39
Figura 9: Metodologia para a demarcação das tangentes às bordas superiores e inferiores dos corpos vertebrais (A) e traçadas as tangentes às bordas vertebrais (B).....	40
Figura 10: Representação esquemática das medidas realizadas. A: representação da medida da curvatura lombossacra; B: representação da medida da curvatura lombolombar e; C: representação da medida do corpo vertebral de L5 (usando perpendiculares às tangentes das bordas superior e inferior do corpo vertebral) e da medida do disco intervertebral L1-L2 (medida direta usando as tangentes das bordas dos corpos vertebrais).....	41
Figura 11: Possibilidade de erro de medida da curvatura lombar devido ao tracejar das tangentes nas bordas vertebrais quando comparados o método de Cobb e o método TRALL (Chermukha et al (1998)).....	88

Gráfico 1: Distribuição dos valores medidos das curvaturas lombares: (A) curvatura lombossacra (L1S1); (B) curvatura lombolombar (L1L5).....	46
Gráfico 2: Medidas dos corpos vertebrais.....	48
Gráfico 3: Medidas dos discos intervertebrais.....	49
Gráfico 4: Medidas dos corpos vertebrais dos 350 indivíduos divididos em duas faixas etárias.....	57
Gráfico 5: Medidas dos discos intervertebrais dos 350 indivíduos divididos em duas faixas etárias.....	59
Gráfico 6: Medida dos corpos vertebrais entre os sexos.....	61
Gráfico 7: Medida dos discos intervertebrais entre os sexos.....	62
Gráfico 8: Medidas dos corpos vertebrais nos diferentes subgrupos.....	65
Gráfico 9: Medidas dos discos intervertebrais nos diferentes subgrupos.....	67
Gráfico 10: Participação percentual corpos vertebrais entre os subgrupos.....	70
Gráfico 11: Participação percentual discos intervertebrais entre os subgrupos.....	71
Gráfico 12: Medidas dos corpos vertebrais em relação à idade nos diferentes subgrupos.....	74
Gráfico 13: Medidas dos discos intervertebrais em relação à idade nos diferentes subgrupos.....	76
Gráfico 14: Comparação das medidas dos corpos vertebrais entre os sexos nos subgrupos.....	79
Gráfico 15: Comparação das medidas dos discos intervertebrais entre os sexos nos subgrupos.....	81
Gráfico 16: Participação percentual dos corpos vertebrais entre os subgrupos.....	104
Gráfico 17: Participação percentual dos discos intervertebrais entre os subgrupos.....	105

Quadro 1: Matriz de correlações entre as medidas dos corpos vertebrais e as curvaturas lombares.....	48
Quadro 2: Matriz de correlações entre as medidas dos discos intervertebrais e as curvaturas lombares.....	50
Quadro 3: Matriz de correlações entre as medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais.....	50
Quadro 4: Matriz de correlações entre a percentagem de participação dos corpos vertebrais.....	53
Quadro 5: Matriz de correlações entre a percentagem de participação dos discos intervertebrais.....	53
Quadro 6: Matriz de correlações entre a percentagem de participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais com a curvatura L1S1.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Medidas dos corpos vertebrais.....	47
Tabela 2: Medidas dos discos intervertebrais.....	49
Tabela 3: Participação percentual dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na curvatura lombossacra (L1S1).....	52
Tabela 4: Coeficiente de correlação interclasses intra e interobservadores para as medidas das curvaturas lombares, corpos vertebrais e discos intervertebrais.....	55
Tabela 5: Medidas das curvaturas lombossacra (L1S1) e lombolombar (L1L5) dos 350 indivíduos divididos em duas faixas etárias.....	56
Tabela 6: Medidas dos corpos vertebrais dos 350 indivíduos divididos em duas faixas etárias.....	57
Tabela 7: Medidas dos discos intervertebrais dos 350 indivíduos divididos em duas faixas etárias.....	58
Tabela 8: Medidas dos corpos vertebrais nos indivíduos de diferentes sexos.....	60
Tabela 9: Medidas dos discos intervertebrais nos indivíduos de diferentes sexos	62
Tabela 10: Divisão dos indivíduos em três subgrupos pelo método dos quartis conforme a medida de corte da curvatura lombossacra (L1S1).....	63
Tabela 11: Medida dos corpos vertebrais nos diferentes subgrupos.....	65
Tabela 12: Medida dos discos intervertebrais nos diferentes subgrupos.....	66
Tabela 13: Somatória dos valores das medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na curvatura lombossacra nos diferentes subgrupos	68
Tabela 14: Participação percentual dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na curvatura lombossacra nos diferentes subgrupos.....	68
Tabela 15: Participação percentual de cada corpo vertebral na curvatura lombossacra nos diferentes subgrupos.....	70
Tabela 16: Participação percentual de cada disco intervertebral na curvatura lombossacra nos diferentes subgrupos.....	71
Tabela 17: Medidas das curvaturas lombares em relação à idade nos diferentes subgrupos..	73
Tabela 18: Medidas dos corpos vertebrais em relação à idade nos diferentes subgrupos.....	73

Tabela 19: Medidas dos discos intervertebrais em relação à idade nos diferentes subgrupos.....	75
Tabela 20: Medidas das curvaturas lombares em relação ao sexo nos diferentes subgrupos..	77
Tabela 21: Comparação das medidas dos corpos vertebrais entre os sexos nos subgrupos.....	78
Tabela 22: comparação das medidas dos discos intervertebrais entre os sexos nos subgrupos.....	80
Tabela 23: Comparação entre medidas as medidas observadas e as descritas na literatura.....	89
Tabela 24: Medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais observados neste trabalho e as descritas por outros autores.....	91
Tabela 25: Valores dos segmentos vertebrais encontrados neste estudo e os descritos na literatura.....	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SVA – eixo sagital vertical (sagital vertical axis)

L1S1 – curvatura lombossacra

L1L5 – curvatura lombolombar

L1 – primeira vértebra lombar

L2 – segunda vértebra lombar

L3 – terceira vértebra lombar

L4 – quarta vértebra lombar

L5 – quinta vértebra lombar

S1 – primeira vértebra sacral

L1-L2 – primeiro disco intervertebral lombar

L2-L3 – segundo disco intervertebral lombar

L3-L4 – terceiro disco intervertebral lombar

L4-L5 – quarto disco intervertebral lombar

L5-S1 – quinto disco intervertebral lombar

SA – segmento angular

SM – segmento motor

° - grau (medida angular)

dp – desvio padrão da média

% - percentagem

SUMÁRIO

1. Introdução.....	20
1.1 As curvaturas da coluna vertebral	21
1.2 A postura ereta e a lordose lombar.....	26
1.3 Alinhamento sagital.....	28
1.4 Alterações na lordose lombar.....	33
1.5 Relevância e motivação do trabalho.....	34
1.6 Objetivos do trabalho.....	36
2. Material e Métodos.....	37
2.1 Material.....	37
2.1.1 Indivíduos.....	37
2.1.2 Radiografias.....	37
2.2 Métodos.....	38
2.2.1 Parâmetros estudados	38
2.2.1.1 Medida da lordose lombar (curvaturas lombossacra lombolombar).....	40
2.2.1.2 Medida dos corpos vertebrais e discos intervertebrais.....	40
2.2.2 Cálculo da somatória dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais.....	41
2.2.3 Cálculo da participação percentual dos corpos vertebrais, discos intervertebrais.....	42
2.2.4 Comparação entre faixas etárias.....	42
2.2.5 Comparação entre sexos.....	43
2.2.6 Divisão do grupo inicial em três subgrupos.....	43
2.3 Análise da confiabilidade das medidas	44
2.4 Estudo estatístico.....	44

3. Resultados.....	46
3.1 Valores obtidos	46
3.1.1 Curvaturas lombossacra e lombolombar.....	46
3.1.2 Corpos vertebrais e discos intervertebrais.....	47
3.1.3 Somatória dos corpos vertebrais e discos intervertebrais.....	51
3.1.4 Participação percentual dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na curvatura lombossacra (L1S1).....	51
3.2 Confiabilidade das medidas.....	54
3.3 Comparação dos 350 indivíduos quanto a idade.....	56
3.3.1 Curvaturas lombares.....	56
3.3.2 Corpos vertebrais.....	56
3.3.3 Discos intervertebrais.....	58
3.4 Comparação dos 350 indivíduos quanto ao sexo.....	59
3.4.1 Curvaturas lombares.....	59
3.4.2 Corpos vertebrais.....	60
3.4.3 Discos Intervertebrais.....	61
3.5 Divisão dos indivíduos em três subgrupos.....	63
3.5.1 Comparação das curvaturas lombares entre os subgrupos.....	63
3.5.2 Comparação das medidas dos corpos vertebrais nos subgrupos.....	64
3.5.3 Comparação das medidas dos discos intervertebrais nos subgrupos.....	66
3.5.4 Comparação da somatória dos corpos vertebrais e discos intervertebrais nos subgrupos.....	67
3.5.5 Comparação da percentagem de participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais nos subgrupos.....	68

3.5.6 Comparação da participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais nos subgrupos.....	69
3.5.8 Comparação das medidas dos corpos intervertebrais e discos intervertebrais entre indivíduos de diferentes idades nos subgrupos.....	72
3.5.9 Comparação das medidas dos corpos intervertebrais e discos intervertebrais entre indivíduos de diferentes sexos nos subgrupos.....	76
4. Discussão.....	82
5. Conclusões.....	112
6. Referências Bibliográficas.....	113

1. Introdução

A coluna vertebral humana serve a vários propósitos: combina a sustentação do peso corporal com a mobilidade fisiológica e, ao mesmo tempo, oferece proteção à medula espinhal e aos nervos espinhais (WHITE; PANJABI, 1978; GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971). A coluna vertebral é uma estrutura mecânica, na qual as vértebras articulam-se entre si de forma controlada, por um complexo sistema de articulações, ligamentos e músculos. Embora tenha alguma estabilidade ligamentar inerente, a maior parte da sua estabilidade mecânica é dada por um sistema de controle dinâmico realizado pelo sistema muscular (WHITE; PANJABI, 1978; GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971; KAPANDJI, 1969).

A coluna vertebral é dividida em quatro regiões: a cervical (com sete vértebras), a torácica (com doze vértebras), a lombar (com cinco vértebras), e a sacrococcígea (com cinco vértebras sacrais fundidas e quatro segmentos coccígeos também fundidos) (WHITE; PANJABI, 1978; ROSS; WILSON, 1981; MOORE; DADLEY, 2001; GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971). As vértebras em cada uma dessas regiões apresentam aspectos morfológicos específicos conforme o tipo de movimento, grau de mobilidade do segmento e a carga que sustentam (WHITE; PANJABI, 1978; ROSS; WILSON, 1981; MOORE; DADLEY, 2001).

Uma vértebra típica consiste de um bloco ósseo anterior, ou corpo vertebral, responsável pela transmissão da carga, e de um anel ósseo posterior, responsável pela proteção dos elementos neurais, pela transmissão da carga, pela estabilidade da coluna (agindo como um limitador do arco de movimento pela ação das facetas articulares) e também serve de ponto de fixação da musculatura espinhal (WHITE; PANJABI, 1978; ROSS; WILSON, 1981; MOORE; DADLEY, 2001; GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971).

Os discos intervertebrais são estruturas fibrocartilaginosas situadas entre os corpos vertebrais que são submetidos a considerável variedade de forças e momentos (WHITE; PANJABI, 1978; ROSS; WILSON, 1981; MOORE; DADLEY, 2001; GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971). Aumentam progressivamente seu tamanho (altura e diâmetro) no sentido crânio-caudal da coluna vertebral (GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971). Possuem a função de absorção de impactos e contribuem para a flexibilidade da coluna como um todo (ROSS; WILSON, 1981; MOORE; DADLEY, 2001). São compostos por duas partes distintas (WHITE; PANJABI, 1978; MOORE; DADLEY, 2001; GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971): o núcleo pulposo (de localização central e consistência gelatinosa) e o ânulo fibroso (de localização periférica e alta resistência elástica). Os discos intervertebrais, juntamente com as facetas articulares e corpos vertebrais, são responsáveis pela sustentação da carga compressiva a que o tronco é submetido, suportando, na posição ereta, as cargas do peso do segmento corporal situado acima deles (WHITE; PANJABI, 1978; MOORE; DADLEY, 2001). Essas cargas são maiores quando atividades dinâmicas estão envolvidas, podendo ser maiores do que as observadas na posição estática (WHITE; PANJABI, 1978).

1.1 As curvaturas da coluna vertebral

No plano frontal, a coluna vertebral apresenta-se retilínea e simétrica, sendo que pequenos desvios laterais são comuns (WHITE; PANJABI, 1978; ROSS; WILSON, 1981; GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971; MOORE; DADLEY, 2001). No plano sagital, ou vista de perfil, a coluna vertebral possui curvaturas fisiológicas que recebem o nome de lordose ou cifose conforme a direção da sua concavidade, respectivamente se posterior ou anterior. As regiões cervical e lombar apresentam lordose e as regiões torácica e sacrococcígea apresentam cifose (figura 1).

Figura 1: Vista da coluna vertebral no plano frontal e sagital (MOORE; DADLEY, 2001).

A inclinação ou o acunhamento dos discos intervertebrais, associada àquela dos corpos vertebrais adjacentes, são os determinantes da direção da curvatura que cada segmento vertebral apresenta no plano sagital (GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971). As regiões cervical e lombar apresentam tanto os corpos vertebrais, como os discos intervertebrais com inclinação lordótica, ou seja, sua altura na porção anterior é maior que na porção posterior, ocasionando uma curvatura de concavidade posterior. O inverso é observado na região torácica, onde a altura posterior dos corpos vertebrais e discos intervertebrais é maior do que a altura anterior, ocasionando uma curvatura de concavidade anterior, ou seja, uma curvatura cifótica. A região sacral, que apresenta discos intervertebrais rudimentares e até mesmo ausentes nos segmentos mais caudais, apresenta curvatura cifótica devido à inclinação assumida pelos corpos vertebrais que, por não serem submetidos ao suporte de cargas com a

posição ereta, mantêm a curvatura cifótica primária, observada desde o período embrionário (GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971).

No embrião, a coluna vertebral apresenta inicialmente uma única e contínua curvatura com concavidade anterior (cifose), de modo que a cabeça e os joelhos do embrião praticamente se tocam. Esta curvatura cifótica é chamada curvatura primária por ser a primeira curvatura que aparece na coluna vertebral. Esta curvatura é consequência do crescimento do embrião, que inicialmente é mais acelerado nos elementos posteriores do mesmo, levando à formação de uma curvatura anterior cifótica (ROSS; WILSON, 1981; LORDY et al., 1948; MOORE; DADLEY, 2001). Essa curvatura começa a retificar-se durante o período fetal devido ao crescimento desproporcional da porção anterior dos discos intervertebrais, modificando a angulação cifótica inicial, que começa a abrir-se gradualmente (GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971). Panattoni e Todros (1988) descreveram as variações da curvatura da coluna em fetos por meio da avaliação ultra-sonográfica. Estes autores relacionaram a formação das curvaturas secundárias ao surgimento de movimentos fetais diferenciados. Nas primeiras 10 semanas de vida fetal, a coluna apresenta uma curvatura cifótica contínua. Entre 11 e 12 semanas de vida fetal inicia-se o surgimento da lordose cervical, chegando a atingir 15° a 20° na 30ª semana (figura 2). Concomitantemente ao aumento progressivo da lordose cervical ocorre uma diminuição da cifose torácica de valores como 80° a 85° nas 12 primeiras semanas, para valores próximos a 48° a 50° na 25ª semana de vida intra-uterina. A lordose lombar inicia-se com o aparecimento de uma curvatura lombossacra por volta da 16ª semana, tornando-se evidente por volta da 25ª semana, com 5° a 6°, e que aumenta progressivamente até 12° a 14° no término da gestação.

Figura 2: Evolução das curvaturas da coluna vertebral no feto (PANATTONI; TODROS, 1988).

Após o nascimento essas curvaturas são parcialmente mantidas até que, com o amadurecimento neuromuscular, a criança inicia o controle dos movimentos da cabeça, que provocam o aumento da lordose cervical (ROSS; WILSON, 1981; LORDY et al., 1948; MOORE; DADLEY, 2001; GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971). Com o seguimento da maturação neuromuscular, a criança começa a sentar-se sem apoio e a andar, levando à progressão da lordose lombar (ROSS; WILSON, 1981; LORDY et al., 1948; MOORE; DADLEY, 2001; GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1971). O mesmo padrão de evolução das curvaturas espinhais observado no período fetal se repete, com o desenvolvimento da curvatura cervical às custas da diminuição da curvatura torácica e a posterior progressão da curvatura lombar (PANATTONI; TODROS, 1988). As curvaturas torácica e sacral são chamadas curvaturas primárias, pois mantêm durante a vida adulta a característica da primeira curvatura que é observada no embrião, ou seja, uma curvatura com concavidade anterior. As

curvaturas cervical e lombar são chamadas secundárias. Estas surgem com o desenvolvimento e invertem o padrão embrionário de uma curvatura cifótica do período embrionário (de concavidade anterior), assumindo uma curvatura lordótica (de concavidade posterior). Tanto a lordose cervical quanto a lombar progridem do nascimento até a vida adulta, são compensatórias e necessárias para manter o balanço do corpo e para a distribuição do peso que a coluna vertebral suporta (WHITE; PANJABI, 1978). Gardner, Gray e O’Rahilly (1971) descreveram que a lordose cervical e lombar, do ponto de vista estrutural, decorrem da diferença de altura entre as porções anterior e posterior dos discos intervertebrais, enquanto que as curvaturas torácica e sacral permanecem no adulto pela diferença da altura entre as porções anterior e posterior dos corpos vertebrais. Grande parte da angulação da curvatura lombar do adulto estabelece-se antes de se completar um ano de idade (CHERNUKA; DAFFNER; REIGEL, 1998), porém continua a aumentar até a adolescência (VOUTSINAS; MACEWEN, 1986; AMONOO-KUOFI, 1992). Cil et al (2005) descreveram o padrão de desenvolvimento das curvaturas lombares em crianças dos 3 aos 15 anos de idade, mostrando progressão das curvaturas torácica e lombar com o aumento da idade (figura 3).

Figura 3: Representação esquemática da evolução do alinhamento sagital em diferentes faixas etárias (Cil et al, 2005).

Existe uma explicação mecânica para a formação dessas curvaturas. Elas proporcionam à coluna vertebral maior flexibilidade e maior capacidade para absorver impactos, enquanto mantêm a rigidez necessária e a estabilidade na junção intervertebral (WHITE; PANJABI, 1978; MOORE; DADLEY, 2001).

1.2 A postura ereta e a lordose lombar

A postura bípede permitiu ao ser humano a liberação dos membros superiores e a melhor visualização do ambiente, porém acarretou modificações complexas no equilíbrio estático e na cinemática da coluna vertebral (MANGIONE; SENEGÁS, 1997).

O centro de gravidade do tronco alinha-se sobre um polígono de sustentação graças à lordose lombar. O centro de gravidade da cabeça deve alinhar-se ao eixo de equilíbrio a fim de obter uma postura vertical viável para a economia muscular. São as interações ligamentares e musculares que mantêm essa postura, compensando suas oscilações. Para endireitar o tronco existe de modo concomitante uma extensão das articulações coxofemorais e joelhos. Essa extensão dos quadris acarreta uma anteversão da bacia. Desde que os elementos cápsulo-ligamentares da articulação coxo-femoral estão em extensão máxima, a ação de estender o fêmur faz uma bascula sobre a pelve em direção anterior, provocando uma obliquidade progressiva do platô de S1. A anteversão pélvica é a movimentação em flexão da pelve, em torno de um eixo horizontal que passa pelas articulações coxofemorais. A lordose lombar endireita o tronco que tenderia a inclinar-se adiante em cifose. A lordose lombar é progressivamente maior, quanto mais inclinado é o platô vertebral superior de S1. Tudo se passa como se existisse um ângulo global para endireitar cada indivíduo, dividido em três componentes: a extensão das articulações coxofemorais, a anteversão da pelve e a lordose lombar. Um déficit do equilíbrio de um dos três componentes impõe uma compensação por

parte dos outros dois dentro de certos limites, além dos quais têm início as patologias do alinhamento vertical (MANGIONE; SENEGÁS, 1997).

A lordose lombar é o resultado da elevação progressiva do esqueleto para a posição ereta, a partir da posição quadrúpede (KAPANDJI, 1969). A região lombar está situada quase que exatamente no centro do corpo, onde suporta uma carga em torno de 50kg num indivíduo de 80 kg de peso, e que pode mesmo ser maior dependendo dos movimentos realizados e da posição dos membros inferiores (KAPANDJI, 1969). A curvatura lombar apresenta-se ainda na infância, e progride com o avançar da idade até que a maturidade esquelética seja atingida (CHERNUKA; DAFFNER; REIGEL, 1998). Apenas os seres humanos possuem esse alinhamento em particular (HERRING, 1988). Comparando a postura ereta dos seres humanos e de outros primatas, Farfan (1978) descreveu que, devido ao ângulo lombossacro mais acentuado em humanos (associado à localização mais posterior do complexo ligamentar posterior e à maior força muscular por área de secção transversal do componente muscular), o ser humano pode, na posição ereta, manusear objetos quase três vezes mais pesados que o seu próprio peso e pode realizar movimentos do tronco e membros superiores com maior aceleração do que outros primatas.

A postura ereta do ser humano vem sendo estudada desde há muito, com estudos discutindo aspectos morfológicos, psicológicos, hereditários e ambientais (BONNE, 1969). Panattoni e Todros (1988) descrevem que sempre houve dificuldade em definir “boa postura”. O *Posture Committee of American Academy of Orthopaedic Surgeons* (1947 apud Kendall et al., 1963, p.5) define boa postura como “estado de balanço muscular e esquelético do corpo que protege as estruturas do corpo contra lesões e deformidade, independentemente da atitude em que essas estruturas estão, seja trabalhando ou em repouso”. O mesmo Comitê define má postura como “falta de relação entre as várias partes do corpo que produzem estresse

aumentado sobre as estruturas de suporte e na qual há um balanço menos eficiente do corpo sobre a sua base de apoio”.

A avaliação da postura baseia-se na avaliação do trajeto de uma linha de prumo vertical em relação aos segmentos corporais de um indivíduo no plano frontal e sagital. Na visão do indivíduo em perfil, a linha de prumo deve passar posteriormente à sutura coronal do crânio; através do meato auditivo; do processo odontóide do axis e dos corpos das vértebras cervicais; dos corpos das vértebras lombares; do promontório sacral; deve seguir levemente posterior ao centro das cabeças femorais; levemente anterior ao centro da articulação do joelho; e levemente anterior ao maléolo lateral e através da articulação calcâneo-cubóide (KENDALL et al., 1963; BONNE, 1969).

Uma postura ereta econômica é obtida quando o balanço entre a flexão das articulações coxofemorais e a curvatura da lordose lombar ocorre de forma balanceada (MANGIONE; SENEGÁS, 1997).

1.3 Alinhamento sagital

As curvaturas dos segmentos da coluna vertebral no plano sagital (perfil) e as relações dessas curvaturas entre si, com o sacro, com a pelve e com as articulações coxofemorais constituem objeto de estudo específico: o alinhamento sagital da coluna vertebral. O alinhamento sagital da coluna tem sido estudado radiograficamente desde há muito. Variações das curvaturas vertebrais têm sido descritas usando desde o modo intuitivo nas avaliações posturais (KEEGAN, 1953), até o emprego de complexos sistemas de avaliação, com a medida de vários ângulos, distâncias, curvaturas e correlações entre vários elementos componentes das curvaturas vertebrais e pelve, algumas vezes associadas a linhas de prumo verticais (STAGNARA et al., 1982; VOUTSINAS; MACEWEN, 1986; BERNHARDT;

BRIDWELL, 1989; JACKSON; MCMANUS, 1994; CHEN, 1999; GELB et al., 1995; JACKSON et al., 1998; JACKSON; HALES, 2000; LEGAYE et al., 1998). Os primeiros trabalhos que avaliaram o alinhamento sagital consideraram apenas as medidas das curvaturas lombar e torácica (FARFAN et al., 1972; TORGERSON; DOTTER, 1976; WINTER; HALL, 1978; ANDERSON et al., 1979; FON; PITT; THIES, 1980; FRYMOYER et al., 1984; PROPST-PROCTOR; BLECK, 1983). Kapandji (1969) cita o índice de Delmas que descreve os três principais tipos de curvaturas encontrados na coluna vertebral. Esse índice leva em consideração a altura da coluna, desde o atlas até o disco lombossacro (L5-S1) e a distância do ápice das curvaturas torácica e lombar daquela linha vertical no plano horizontal (figura 4). Esse índice identifica dois tipos extremos e um tipo intermediário, os indivíduos com as curvaturas atenuadas e um sacro mais verticalizado, descritos como *tipo estático*, e os indivíduos com as curvaturas acentuadas e sacro mais horizontalizado, descritos como *tipo dinâmico*. Esse foi um dos primeiros modos de correlacionar as curvaturas vertebrais com um padrão de equilíbrio sagital devido à correlação que foi feita com o sacro.

Figura 4: Índice de Delmas (KAPANDJI, 1969), detalhe para a inclinação do sacro em relação a horizontal nos dois tipos extremos de curvaturas da coluna vertebral.

Seguiram-se então estudos que passaram a considerar a inclinação sacral como fator determinante da lordose lombar (VIDAL; MARNAY; 1984; VOUTSINAS; MACEWEN, 1986). Estudos pioneiros como o de Vidal e Marnay (1984) demonstraram a importância do balanço espino-pélvico para o equilíbrio sagital da coluna. A pelve atua como uma dupla dobradiça. Influencia o posicionamento da região lombossacra por meio da articulação sacroilíaca superiormente e sofre a influência da posição da articulação do quadril inferiormente. Na posição ereta, o sacro é inclinado para a frente no plano sagital para oferecer maior cobertura à articulação do quadril. Com isso, a região lombar apresenta uma curvatura de concavidade posterior para compensar a inclinação do sacro e permitir que exista equilíbrio, balanceando a posição da cabeça na postura ereta. Caso a coluna lombar se articulasse em linha reta com o sacro, como ocorre nos quadrúpedes, o tronco seria inclinado para a frente. O equilíbrio da pelve (sacro e bacia) não somente é importante como é o grande responsável pelo alinhamento sagital de toda a coluna (LEGAYE et al., 1998). Vidal e Marnay (1984) também criaram uma classificação para os desvios sagitais da coluna em função do equilíbrio pélvico. Considerando a relação entre uma linha vertical passando pelo centro do disco L5-S1 representando o peso da cabeça, do pescoço, do tronco e dos membros superiores e outra linha vertical representando a reação do solo passando pelo centro das articulações coxofemorais (Figura 5A), Vidal e Marnay (1984) descreveram três tipos espinhais (figura 5B): a) coluna sobre uma bacia antevertida; b) coluna sobre uma bacia equilibrada e; c) coluna sobre uma bacia retrovertida.

Figura 5: Classificação de Vidal e Marnay (1983), que considera o alinhamento da coluna em relação ao equilíbrio da pelve. A – Três tipos de equilíbrio da pelve: em anteversão, equilibrada e retroversão; B – alinhamento sagital da coluna conforme o tipo de alinhamento da pelve.

Jackson e McManus (1994) foram os primeiros a publicar estudos considerando uma linha de prumo vertical a partir de C7 (e suas relações com o sacro e as curvaturas lombar e torácica) como fator a ser considerado para a avaliação do alinhamento sagital. Mais tarde, Gelb et al. (1995) denominaram essa linha de prumo de *eixo vertical sagital* (SVA). A correlação entre o posicionamento do eixo vertical sagital em relação ao sacro, também teve sua importância demonstrada por Vendantam et al. (1998).

Vários autores confirmam a importância que a posição da pelve exerce nas relações com a coluna lombar. Esses autores demonstraram a correlação entre a lordose lombar e vários parâmetros pélvicos. Dentre os mais importantes estão a *inclinação sacral* (ângulo entre uma tangente à borda posterior do sacro e a vertical) (JACKSON et al, 1998; KOROYESIS, STAMATAKIS; BAIKOUSIS, 1998; KOROYESIS; STAMATAKIS; BAIKOUSIS, 1999); a *projeção HA-S1* (Overhang HA-S1 - distância entre o ponto médio da distância entre as cabeças femorais e a borda pósterio-superior de S1) (JACKSON et al, 1998); *ângulo de incidência* (ângulo entre uma reta que vai do ponto médio da distância entre o centro das cabeças femorais ao ponto médio da borda superior de S1 e uma perpendicular à

borda superior de S1) (DUVAL-BEAUPÈRE; SCHMIDT; COSSON, 1992; LEGAYE et al, 1998; RAJNICS et al, 2002; WODECKI et al, 2002; VAZ et al, 2002; ROUSSOULY, BERTHONNAUD; DIMNET, 2003; GUIGUI et al, 2003); *declive sacral* (Sacral Slope - ângulo entre a borda superior de S1 e a horizontal) (LEGAYE et al, 1998; TÜZÜN et al, 1999; RAJNICS et al, 2002; MARTY et al, 2002; WODECKI et al, 2002; VAZ et al, 2002; ROUSSOULY; BERTHONNAUD; DIMNET, 2003; GUIGUI et al, 2003); *ângulo PR-S1* (Pelvic Radius-S1 - ângulo entre uma reta do ponto médio da distância entre as cabeças femorais ao canto póstero-superior de S1 e a borda superior de S1) (JACKSON; HALES, 2000), *cifose sacral* (curvatura cifótica do sacro) (ANTONIADES; HAMMERBERG; DEWALD; 2000); *versão pélvica* (Pelvic Tilting – ângulo entre a vertical e a reta que une o centro das cabeças femorais ao ponto médio da borda superior de S1) (WODECKI et al, 2002; ROUSSOULY; BERTHONNAUD; DIMNET, 2003). Esses parâmetros estão representados na Figura 6.

Figura 6: Demonstração dos parâmetros pélvicos mais importantes.

A pelve também é importante como o elemento de compensação de alterações que ocorrem nas curvaturas torácica e lombar, permitindo a manutenção do equilíbrio sagital por mudanças na sua inclinação (HOSMAN et al., 2002; HANSON et al., 2002; MAC-THIONG et al., 2003; WODECKI et al., 2002; AMONOO-KUOFI, 1992; MURATA et al., 2003; RAJNICS et al., 2002; LOWE e KASTEN, 1994).

1.4 Alterações da lordose lombar

A curvatura da lordose lombar pode modificar-se dependendo da postura assumida pelo indivíduo. Keegan (1953) num estudo radiográfico com adultos mostrou alterações da curvatura lombar em várias posições posturais desde o ortostatismo à posição agachada, porém não realizou medidas. Lord et al. (1997) descreveram uma diminuição de quase 50% da medida da curvatura lombar na mudança da posição ortostática para a sentada. Num estudo semelhante em crianças com paralisia cerebral espástica com retração da musculatura isquiotibial, Pelker e Gage (1982) observaram achados semelhantes, porém com uma variação maior. Alterações da curvatura lombar também são observadas em processos patológicos como observaram Murata et al. (2002) ao estudarem longitudinalmente indivíduos com escoliose lombar degenerativa precoce; Vilarrubias, Ginebreda e Jimeno (1990) ao estudarem pacientes com acondroplasia; Shapiro, Specht e Korf (1991) ao estudarem alterações locomotoras em crianças com distrofia muscular escapuloumeral; Hobson e Tooms (1992) ao estudarem o alinhamento lombo-pélvico em pacientes com lesão medular; Harada et al. (1993) ao estudarem pacientes com diplegia espástica e; como complicação de procedimentos cirúrgicos como descrito por Crawford, Karol e Herring (1996) e Mooney e Millis (1999) ao descreverem complicações após rizotomia dorsal e La Grone (1988) ao rever a literatura sobre complicações do tratamento cirúrgico das escolioses.

1.5 Relevância e motivação do trabalho

Estudos do alinhamento espinhal no plano sagital têm sido conduzidos com metodologias heterogêneas, o que em alguns casos, têm resultado em informações que não são nem reproduzíveis nem padronizadas, com concordância limitada dos achados entre os pesquisadores. Quando comparadas às medidas da lordose lombar descritas, a variedade de posicionamento para a realização das radiografias e dos métodos de medida causam confusão.

Grande variação de magnitude da curvatura lombar é demonstrada na literatura. Não encontramos em nosso meio estudos que descrevessem as características da curvatura lombar em indivíduos assintomáticos. Poucos autores (WAMBOLT; SPENCER, 1987; STAGNARA et al, 1982; GUIGUI et al, 2003; VIALLE et al, 2005), descreveram a participação individual dos discos intervertebrais e corpos vertebrais da região lombar de indivíduos assintomáticos. Alguns autores descreveram a participação de segmentos da coluna lombar e correlacionaram a angulação destes segmentos com a angulação da curvatura lombar, com o alinhamento sagital pelo eixo vertical sagital, com parâmetros pélvicos e com os demais segmentos da coluna. Alguns autores ao estudarem a participação dos segmentos da coluna, associaram corpos vertebrais e discos intervertebrais adjacentes, outros associaram dois corpos vertebrais adjacentes com seu disco intervertebral interposto. Essa análise através da avaliação dos segmentos vertebrais dificulta o reconhecimento da relevância que suas unidades constituintes (corpos vertebrais e discos intervertebrais isoladamente) têm para a região lombar. Também são escassos na literatura estudos a respeito das relações entre os elementos que compõem a curvatura lombar entre indivíduos com curvaturas de diferentes medidas. Pouco se sabe sobre a diferença existente entre os elementos vertebrais (corpos vertebrais e discos intervertebrais) entre uma curvatura de raio curto (acentuada lordose) e uma curvatura de raio longo (discreta lordose). Faltam na literatura comparações abordando essa questão. Não sabemos se as

curvaturas são diferentes por um aumento linear na angulação (acunhamento) dos corpos vertebrais e discos intervertebrais, que apresentando uma angulação mais acentuada, levaria a curvaturas de raio mais curto ou se, por uma maior inclinação dos discos intervertebrais em relação aos corpos, a participação desses elementos em curvaturas de diferentes angulações provocaria alguma diferença. Esse esclarecimento, aparentemente relevante, ainda não foi descrito.

1.6 Objetivos do trabalho

- Objetivos gerais:

- (1) - Avaliar, em radiografias de indivíduos assintomáticos, a medida da curvatura lombar e dos componentes da curvatura lombar (corpos vertebrais e discos intervertebrais).
- (2) - Comparar essas medidas entre os indivíduos de diferentes sexos e idades.

- Objetivos específicos:

- (1) - Avaliar o comportamento das medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais em indivíduos com curvaturas lombares situadas nos extremos de distribuição de uma amostra populacional.
- (2) - Avaliar possíveis diferenças entre a participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais nas curvaturas lombares destes indivíduos, ou seja, entre indivíduos com curvaturas lombares de menor e maior angulação.

2. MATERIAL E MÉTODOS:

2.1 Material

2.1.1 Indivíduos

Foram estudadas, retrospectivamente, as radiografias em perfil da coluna lombar de 350 indivíduos adultos (143 homens e 207 mulheres) com idade variando de 18 a 58 anos (média de 29 anos, dp 8,24), de diferentes categorias profissionais. Essas radiografias foram realizadas como parte do exame médico admissional de funcionários do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, no período de 1985 a 1995. As radiografias dos indivíduos foram escolhidas aleatoriamente por levantamento no Serviço de Arquivos Médicos (SAME) do mesmo hospital.

Os critérios de exclusão foram registro de dor lombar prévia no prontuário, cirurgia prévia na coluna, ou outra patologia lombar prévia, além da observação da presença de anormalidades na avaliação das radiografias, fossem elas adquiridas ou congênitas.

2.1.2 Radiografias

As radiografias foram realizadas no Serviço de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Foram realizadas com técnica habitual, com os indivíduos em ortostatismo, usando filme 24X30cm, com a ampola distando 1,0m do indivíduo, com os raios centrados na região médio-lombar, estando os indivíduos descalços, em posição relaxada, apoiando os membros superiores em um suporte à altura dos ombros, com os cotovelos estendidos.

2.2 Métodos

2.2.1 Parâmetros estudados

A medida angular dos vários componentes da coluna lombar foi realizada diretamente sobre as radiografias em perfil da coluna lombar, tendo sido utilizada metodologia semelhante ao método descrito por Cobb para medida de curvaturas escolióticas (COBB, 1948). Deste modo, foi medida a angulação entre as perpendiculares às tangentes das bordas superiores e inferiores dos corpos vertebrais selecionados (figura 7). As medidas foram realizadas manualmente por dois ortopedistas habituados com o método, utilizando um goniômetro padrão e lapiseira de mina nº2 de 0,5mm de espessura (figura 8). Em todas as radiografias foram marcados os cantos das bordas vertebrais superiores e inferiores das vértebras lombares, desde L1 até L5, e também os cantos da borda superior de S1. A partir destes foram traçadas linhas tangentes às bordas vertebrais superiores e inferiores dos corpos vertebrais de L1 a L5 e à borda superior de S1 (figura 9). Foi estabelecido que valores angulares negativos indicariam lordose e valores positivos indicariam cifose, conforme padronização de Panjabi, White e Brand (1974).

Figura 7: Modificação do método de Cobb para a medida da curvatura lombossacra.

Figura 8: Materiais usados para as medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais. A- Goniômetro; B- Lapiseira; C - Mina grafite nº 2 de 0,5mm.

Figura 9: Metodologia para a demarcação das tangentes às bordas superiores e inferiores dos corpos vertebrais (A) e traçadas as tangentes às bordas vertebrais (B).

2.2.1.1 Medida da lordose lombar (curvaturas lombossacra e lombolombar)

Neste trabalho a lordose lombar foi medida usando a mesma metodologia descrita por Fernand e Fox (1985). Foram medidas a curvatura lombossacra (L1S1) - angulação entre perpendiculares às bordas superior de L1 e superior de S1; e a curvatura lombolombar (L1L5) - angulação entre as perpendiculares às bordas superior de L1 e inferior de L5) (figura 10 A e B).

2.2.1.2 Medida dos corpos vertebrais e discos intervertebrais

A seguir foram medidas as angulações dos corpos vertebrais (angulação entre a borda superior e inferior de cada vértebra desde L1 até L5) e dos discos intervertebrais (angulação entre a borda inferior da vértebra superior e a borda superior da vértebra inferior nos espaços discais, desde L1-L2 até L5-S1) (Figura 10 C). Quando foi possível, a angulação dos corpos

vertebrais e discos intervertebrais foi medida diretamente do cruzamento do prolongamento das tangentes dos corpos vertebrais (Figura 10 C).

2.2.2 Cálculo das somatórias dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais

A partir das medidas iniciais dos corpos vertebrais e discos intervertebrais, foram realizados os cálculos para a determinação do valor angular da somatória das medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais. Para cada indivíduo foram somados os valores obtidos das medidas de todos os corpos vertebrais obtendo-se então o valor angular referente à somatória dos corpos vertebrais. O mesmo procedimento foi realizado para as medidas dos discos intervertebrais, obtendo-se então o valor angular referente à somatória dos discos intervertebrais.

Figura 10: Representação esquemática das medidas realizadas. **A:** representação da medida da curvatura lombossacra; **B:** representação da medida da curvatura lombolombar e; **C:** representação da medida do corpo vertebral de L5 (usando perpendiculares às tangentes das

bordas superior e inferior do corpo vertebral) e da medida do disco intervertebral L1-L2 (medida direta usando as tangentes das bordas dos corpos vertebrais).

2.2.3 Cálculo da participação percentual dos corpos vertebrais e discos intervertebrais

A partir das medidas das curvaturas lombossacra (L1S1) foram calculadas, em cada indivíduo, a participação percentual de cada corpo vertebral e cada disco intervertebral individualmente, além da participação percentual das somatórias dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na curvatura lombossacra. O mesmo procedimento não foi realizado considerando-se a curvatura lombolombar (L1L5) por esta não conter todos os elementos constituintes da curvatura lombar (falta-lhe o disco L5-S1). Para validação desta medida da percentagem de participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na curvatura lombossacra (L1S1) foi feita a comparação entre a medida da curvatura lombossacra (L1S1) dos indivíduos com a somatória das medidas dos corpos e discos intervertebrais dos mesmos, tendo sido encontrada forte correlação (Pearson) sem ter ocorrido diferença estatística (*t*-student) (vide abaixo).

2.2.4 Comparação entre faixas etárias

Para comparação entre indivíduos de diferentes idades, os indivíduos foram separados em dois grupos, sendo um com indivíduos entre 18 e 30 anos (n=207) e o outro com indivíduos entre 31 e 50 anos (n=143). As observações dos 350 indivíduos (medidas da curvatura lombossacra, curvatura lombolombar, corpos vertebrais e discos intervertebrais) foram comparadas entre esses dois grupos.

2.2.5 Comparação entre sexos

As observações das medidas da curvatura lombossacra, da curvatura lombolombar, dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais dos 350 indivíduos também foram comparadas quanto ao sexo, dividindo-se os 350 indivíduos em dois grupos: Masculino (n=143) e Feminino (n=212).

2.2.6 Divisão do grupo inicial em três subgrupos

Para avaliar as diferenças entre os indivíduos com curvaturas lombares de diferentes magnitudes, as 350 observações foram divididas, pelo método dos quartis, em três grandes subgrupos. Para tal, foi considerada apenas a medida da curvatura lombossacra (L1S1). Criou-se, então, um subgrupo compreendendo os indivíduos com as menores medidas da curvatura L1S1 (25,1% da amostra inicial) e um subgrupo compreendendo os indivíduos com as maiores medidas da curvatura L1S1 (24% da amostra inicial). Os demais indivíduos formaram o subgrupo com valores intermediários da curvatura L1S1 (50,9% da amostra inicial). Esses subgrupos foram então denominados *subgrupo lordose menor* (indivíduos com as menores medidas, n=88, com 44 homens e 44 mulheres), *subgrupo lordose intermediária* (indivíduos com medidas intermediárias, n=178, com 70 homens e 108 mulheres) e *subgrupo lordose maior* (indivíduos com as maiores medidas, n=84, com 29 homens e 55 mulheres). Foram então realizadas as comparações entre as curvaturas lombossacra e lombolombar, assim como dos componentes da lordose (corpos vertebrais, discos intervertebrais) entre estes subgrupos.

2.3 Análise de confiabilidade das medidas

Para avaliação da reprodutibilidade das mensurações realizadas um subgrupo de 21 radiografias foi aleatoriamente selecionado, suas marcações foram completamente apagadas e as medidas das curvaturas lombares, corpos vertebrais e discos intervertebrais foram novamente realizadas pelos observadores, em diferentes ocasiões, sem conhecimento das medidas iniciais. A análise de confiabilidade foi realizada pelo método de correlação intraclass (CCI) conforme Prieto, Lamarca e Casado (1998).

Outra forma pela qual foi avaliada a confiabilidade das medidas das curvaturas lombares foi por meio da comparação dos valores observados das medidas das curvaturas lombares com o resultado da somatória dos seus componentes (corpos vertebrais e discos intervertebrais) por meio do teste de correlação de Pearson e análise estatística pelo teste *t*-student.

2.4 Estudo estatístico

Foram analisados estatisticamente os valores das medidas das curvaturas lombares, dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais. A avaliação quanto à distribuição normal das medidas das curvaturas lombares e dos seus componentes foi realizada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. A avaliação da homoscedasticidade foi realizada pelo teste de Bartlett.

A análise de correlação foi realizada pelo teste de Pearson (quando a distribuição das medidas foi normal e quando houve homoscedasticidade) ou pelo teste de Spearman (quando ou a distribuição não foi normal, ou não houve homoscedasticidade).

Nas avaliações em que apenas duas variáveis foram comparadas, onde a distribuição das medidas era normal e havia homoscedasticidade, foram realizadas comparações pelo teste *t*-Student para amostras independentes. Quando esses critérios não foram satisfeitos, foram realizadas comparações pelo teste de Mann-Whitney.

Nas avaliações entre mais de duas variáveis foram realizadas comparações através da Análise de Variância (ANOVA). Quando a distribuição dos dados era normal e havia homoscedasticidade, foram realizadas análises *post-hoc* pelo teste de Student-Newman-Keus (SNK). Quando um desses critérios (distribuição normal e homoscedasticidade) não foi satisfeito, foram realizadas comparações pelo teste de Friedman (quando eram comparadas amostras dependentes) e pelo teste de Kruskal-Wallis (quando eram comparadas amostras independentes), seguidos pelo teste de Dunn (*post hoc*) para comparação entre os subgrupos.

Em todos os casos foi definido $p < 0,05$ como indicativo de significância.

3. Resultados

3.1 Valores obtidos

3.1.1 Curvaturas lombossacra e lombolombar

Os valores das medidas obtidas da curvatura lombossacra (L1S1) variaram de -33° a -89° (média de $-60,9^{\circ}$; dp 10,65). Os valores da curvatura lombolombar (L1L5) variaram de -15° a -78° (média de $-45,1^{\circ}$; dp 10,8). A distribuição das medidas da curvatura lombossacra e curvatura lombolombar podem ser visualizadas no gráfico 1. As curvaturas apresentaram correlação significativa entre si com $r=0,857$ ($p<0,000$; Pearson, bi-caudal). A distribuição dos valores das medidas das curvaturas lombares foi normal ($p=0,121$ para curvatura L1S1 e $p=0,263$ para curvatura L1L5; teste Kolmogorov-Smirnov) (gráfico 1).

Gráfico 1: Distribuição dos valores medidos das curvaturas lombares: (A) curvatura lombossacra (L1S1); (B) curvatura lombolombar (L1L5).

3.1.2 Corpos vertebrais e discos intervertebrais

Os valores das medidas angulares dos corpos vertebrais estão sumarizados na tabela 1 e gráfico 2. Os corpos vertebrais apresentaram angulação cifótica em L1 e tenderam ao neutro em L2. Os demais corpos vertebrais apresentaram angulação lordótica progressivamente maior no sentido crânio-caudal, sendo todas as medidas diferentes entre si ($p < 0,001$).

O quadro 1 mostra a matriz de correlações entre as medidas dos corpos vertebrais e entre estas e as medidas das curvaturas lombares. Todos os corpos vertebrais apresentaram correlação significativa com os seus respectivos corpos vertebrais adjacentes. Todos eles apresentaram correlação significativa com as curvaturas lombares, sendo que o corpo vertebral L2 foi o que apresentou a maior correlação com as curvaturas lombares, seguido pelos corpos L4 e L5 respectivamente. Apenas os corpos L3 e L4 apresentaram correlação significativa com o corpo vertebral L5. É importante observar que a correlação entre a medida do corpo vertebral L1 com os demais corpos vertebrais e com as curvaturas lombares é negativa.

Tabela 1: Medidas dos corpos vertebrais.

	Angulação Média (°)	Desvio padrão	Variação (°)
L1	2,15*	3,25	14 a -9
L2	-0,36*	3,00	7 a -8
L3	-1,56*	2,93	8 a -10
L4	-2,89*	3,08	4 a -14
L5	-9,23*	3,59	0 a -19

* Médias diferentes entre si com $p < 0,001$ (teste de Friedman, *post-hoc* teste de Dunn).

Gráfico 2: Medidas dos corpos vertebrais.

Quadro 1: Matriz de correlações entre as medidas dos corpos vertebrais e as curvaturas lombares.

			L1	L2	L3	L4	L5	L1S1	L1L5
Spearman's rho	L1	Coefficiente de Correlação	1,0	0,263*	0,118*	0,153*	0,043	0,225*	0,332*
		Significância	0,0	0,000	0,027	0,004	0,427	0,000	0,000
	L2	Coefficiente de Correlação		1,0	0,417*	0,205*	0,027	0,403*	0,482*
		Significância		0,0	0,000	0,000	0,615	0,000	0,000
	L3	Coefficiente de Correlação			1,0	0,371*	0,141*	0,220*	0,354*
		Significância			0,0	0,000	0,008	0,000	0,000
	L4	Coefficiente de Correlação				1,0	0,134*	0,332*	0,381*
		Significância				0,0	0,012	0,000	0,000
	L5	Coefficiente de Correlação					1,0	0,305*	0,341*
		Significância					0,0	0,000	0,000

* Correlação significativa ($p < 0,05$; bi-caudal).

Os valores das medidas angulares dos discos intervertebrais estão sumarizados na tabela 2 e gráfico 3. Os discos intervertebrais apresentaram inclinação lordótica progressiva no sentido crânio-caudal, sendo todas as medidas diferentes entre si ($p < 0,001$).

O quadro 2 mostra a matriz de correlações entre as medidas dos discos intervertebrais e entre estas e as medidas das curvaturas lombares. Todos os discos intervertebrais

apresentaram correlação significativa com as curvaturas lombares, sendo que o disco intervertebral L3-L4 foi o que apresentou maior correlação com as curvaturas lombares, seguido pelos discos intervertebrais L1-L2, L2-L3 e L4-L5. O disco intervertebral L5-S1 apresentou correlação negativa com a curvatura L1S1. Apenas os discos mais cefálicos (L1-L2 a L3-L4) apresentaram correlação significativa com os outros discos adjacentes.

Tabela 2: Medidas dos discos intervertebrais.

	Angulação Média (°)	Desvio padrão	Variação (°)
L1-L2	-4,99*	2,90	4,0 a -12,0
L2-L3	-6,89*	2,73	0,0 a -15,0
L3-L4	-9,25*	2,54	-2,0 a -20,0
L4-L5	-12,29*	3,39	-2,0 a -26,0
L5-S1	-15,58*	5,43	-4,0 a -35,0

* Médias são diferentes entre si com $p < 0,001$ (teste de Friedman, *post-hoc* teste de Dunn).

Gráfico 3: Medidas dos discos intervertebrais.

Quadro 2: Matriz de correlações entre as medidas dos discos intervertebrais e as curvaturas lombares.

		L1-L2	L2-L3	L3-L4	L4-L5	L5-S1	L1S1	L1L5
Spearman's rho	L1-L2 Coeficiente de Correlação	1,000	0,572*	0,179*	0,081	-0,018	0,300*	0,313*
	Significância	0,0	0,000	0,001	0,128	0,744	0,000	0,000
	L2-L3 Coeficiente de Correlação		1,0	0,32*	0,206*	-0,007	0,332*	0,341*
	Significância		0,0	0,000	0,000	0,892	0,000	0,000
	L3-L4 Coeficiente de Correlação			1,000	0,428*	0,065	0,416*	0,404*
	Significância			0,0	0,000	0,228	0,000	0,000
	L4-L5 Coeficiente de Correlação				1,000	0,08	0,384*	0,326*
	Significância				0,0	0,137	0,000	0,000
	L5-S1 Coeficiente de Correlação					1,000	-0,183*	
	Significância					0,0	0,001	

* Correlação significativa ($p < 0,05$; bi-caudal).

O quadro 3 apresenta a matriz de correlações entre as medidas dos valores angulares de corpos vertebrais e discos intervertebrais. Apenas o corpo vertebral L2 apresentou correlação significativa com todos os discos intervertebrais, sendo que os demais apresentaram correlações com os discos intervertebrais cefálicos adjacentes, exceto por L1. Os corpos vertebrais L1 e L2 foram os únicos que apresentaram correlação significativa com os respectivos discos intervertebrais caudais, sendo que o corpo vertebral L2 apresentou correlação com ambos os discos intervertebrais adjacentes (cefálico e caudal). A correlação entre as medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais foi negativa na maioria dos casos. Apenas o corpo vertebral L2 apresentou correlação positiva com todos os discos intervertebrais (discos intervertebrais de L1-L2 a L4-L5).

Quadro 3: Matriz de correlações entre as medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais.

		L1-L2	L2-L3	L3-L4	L4-L5	L5-S1
Spearman's rho	L1 Coeficiente de Correlação	-0,185*	0,004	-0,085	-0,136*	-0,214*
	Significância	0,001	0,934	0,114	0,011	0,000
	L2 Coeficiente de Correlação	-0,163*	-0,180*	0,128*	0,109*	-0,149*
	Significância	0,002	0,001	0,017	0,042	0,005
	L3 Coeficiente de Correlação	-0,093	-0,366*	-0,048	-0,147*	-0,239*
	Significância	0,083	0,000	0,371	0,006	0,000
	L4 Coeficiente de Correlação	0,014	-0,063	-0,240*	-0,076	-0,151*
	Significância	0,789	0,240	0,000	0,158	0,005
	L5 Coeficiente de Correlação	-0,086	-0,039	-0,032	-0,143*	-0,056
	Significância	0,109	0,470	0,547	0,007	0,299

* Correlação significativa ($p < 0,05$, bi-caudal).

3.1.3 Somatória dos corpos vertebrais e discos intervertebrais

O valor da somatória das medidas dos corpos vertebrais dentre os 350 indivíduos variou de 12° a -38° (média de $-11,9^{\circ}$; dp 9,41), correspondendo a 19,54% da curvatura lombossacra (L1S1). O valor da somatória das medidas dos discos intervertebrais variou de -20° a -73° (média de -49° ; dp 9,75) correspondendo a 80,46% da curvatura lombossacra.

Observou-se que em alguns indivíduos a somatória das medidas dos corpos vertebrais apresentou inclinação cifótica, assumindo valor positivo. Esse fato deve-se à inclinação cifótica acentuada dos corpos vertebrais mais cefálicos, que não chegou a ser compensada pela inclinação lordótica dos corpos mais caudais (vide acima, tabela 1 e; abaixo tabela 3). A somatória dos corpos vertebrais apresentou boa correlação com a curvatura L1S1 ($r=0,516$; $p<0,000$; teste de Pearson) e com a curvatura L1L5 ($r=0,655$; $p<0,000$; teste de Pearson). A somatória dos discos intervertebrais apresentou boa correlação com a curvatura L1S1 ($r=0,585$; $p<0,000$; teste de Pearson).

3.1.4 Participação percentual dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na curvatura lombossacra (L1S1)

Os valores da participação percentual dos corpos vertebrais e discos intervertebrais estão sumarizados na tabela 3. Os corpos vertebrais, assim como os discos intervertebrais apresentaram participação progressivamente mais lordótica da posição cefálica para a caudal da curvatura lombossacra. O único elemento da curvatura lombar a apresentar participação média cifótica foi o corpo vertebral L1 (participação percentual negativa). Foi observado que a variação da participação percentual dos corpos vertebrais L1 a L4, assim como a do disco intervertebral L1-L2, apresentaram valores percentuais negativos em alguns indivíduos

(tabela 3). Essa observação deve-se ao achado de indivíduos que apresentavam inclinação cifótica destes corpos vertebrais e discos intervertebrais. Foi observado que apenas o corpo vertebral L5 e os discos intervertebrais de L2-L3 a L5-S1 apresentavam inclinação lordótica em todos os indivíduos.

Tabela 3: Participação percentual dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na curvatura lombossacra (L1S1).

	Participação Percentual Média (%)	Desvio padrão	Variação (%)
Corpo L1	-3,86	5,64	-22,58 a 15,0
Corpo L2	0,22	5,15	-13,46 a 14,29
Corpo L3	2,37	4,88	-12,12 a 14,08
Corpo L4	4,55	4,98	-10,81 a 22,58
Corpo L5	15,34	5,95	0 a 33,33
Disco L1-L2	8,16	4,78	-8,57 a 24,00
Disco L2-L3	11,35	4,38	0 a 27,27
Disco L3-L4	15,38	4,05	3,03 a 30,95
Disco L4-L5	20,43	5,41	3,81 a 42,86
Disco L5-S1	26,07	9,14	5,80 a 56,52

As matrizes de correlações entre a percentagem de participação dos corpos vertebrais, dos discos intervertebrais e a matriz de correlação da percentagem de participação destes com a curvatura L1S1 estão sumarizadas nos quadros 4, 5 e 6. A percentagem de participação dos corpos vertebrais L2 a L4 apresentaram correlação negativa significativa com a percentagem de participação do corpo vertebral L1. A percentagem de participação dos corpos vertebrais L1 a L3 apresentaram correlação significativa com a percentagem de participação dos respectivos corpos vertebrais subjacentes. Apenas a percentagem de participação do corpo vertebral L2 apresentou correlação significativa com a percentagem de participação do corpo vertebral L5. A percentagem de participação de todos os discos intervertebrais apresentaram correlação significativa com a dos discos intervertebrais adjacentes. A percentagem de participação do disco intervertebral L5-S1 apresentou correlação significativa com a percentagem de participação dos demais discos intervertebrais, exceto com a do disco intervertebral L3-L4, sendo que a correlação com a percentagem de participação dos discos

intervertebrais L1-L2 e L2-L3 foi negativa. Apenas a percentagem de participação dos discos intervertebrais L1-L2 e L2-L3 não apresentaram correlação significativa com a curvatura L1S1.

Quadro 4: Matriz de correlações entre a percentagem de participação dos corpos vertebrais.

			Percentagem L1	Percentagem L2	Percentagem L3	Percentagem L4	Percentagem L5
Spearman's rho	Percentagem L1	Coefficiente de Correlação	1,000	0,287*	0,131*	0,140*	-0,069
		Significância	0,0	0,000	0,014	0,009	0,198
	Percentagem L2	Coefficiente de Correlação		1,000	0,398*	0,133*	-0,162*
		Significância		0,0	0,000	0,013	0,002
	Percentagem L3	Coefficiente de Correlação			1,000	0,330*	0,019
		Significância			0,0	0,000	0,730
	Percentagem L4	Coefficiente de Correlação				1,000	0,010
		Significância				0,0	0,859
	Percentagem L5	Coefficiente de Correlação					1,000
		Significância					0,0

* Correlação significativa ($p < 0,05$, bi-caudal).

Quadro 5: Matriz de correlações entre a percentagem de participação dos discos intervertebrais.

		Percentagem L1-L2	Percentagem L2-L3	Percentagem L3-L4	Percentagem L4-L5	Percentagem L5-S1
Percentagem L1-L2	Coefficiente de Correlação	1	0,490*	0,018	-0,038	-0,163*
	Significância	0,0	0,000	0,736	0,477	0,002
Percentagem L2-L3	Coefficiente de Correlação		1	0,219*	0,110*	-0,145*
	Significância		0,0	0,000	0,039	0,007
Percentagem L3-L4	Coefficiente de Correlação			1	0,351*	0,050
	Significância			0,0	0,000	0,354
Percentagem L4-L5	Coefficiente de Correlação				1	0,110*
	Significância				0,0	0,040
Percentagem L5-S1	Coefficiente de Correlação					1
	Significância					0,0

* Correlação significativa ($p < 0,05$, bi-caudal).

Quadro 6: Matriz de correlações entre a percentagem de participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais com a curvatura L1S1.

		% L1	% L2	% L3	% L4	% L5	% L1-L2	% L2-L3	% L3-L4	% L4-L5	% L5-S1
L1S1	Coefficiente de Correlação	-0,346*	-0,388*	-0,136*	-0,187*	0,126*	-0,024	0,063	0,217*	0,229*	0,201*
	Significância	0,000	0,000	0,011	0,000	0,018	0,659	0,238	0,000	0,000	0,000

% - percentagem; * Correlação significativa ($p < 0,05$, bi-caudal, teste de Spearman).

3.2 Confiabilidade das medidas

Para análise da confiabilidade intra e inter-observador foi calculado o coeficiente de correlação intraclass (CCI). Prieto, Lamarca e Casado (1998) descrevem que o CCI, por ser uma proporção, pode variar de 0 a 1, onde 0 indica ausência de concordância e 1 concordância absoluta. Consideram que CCI menor que 0,4 indica confiabilidade baixa; CCI entre 0,4 e 0,75 indica confiabilidade regular a boa e; CCI maior que 0,75 indica confiabilidade excelente. A tabela 4 apresenta os valores observados para a confiabilidade intra e inter-observador das medidas dos corpos vertebrais, discos intervertebrais e curvaturas lombares. Na avaliação da confiabilidade intra-observador, encontramos confiabilidade excelente a boa para os componentes da curvatura lombar. Esses resultados mostram concordância aceitável entre as medidas, mostrando confiabilidade nas medidas realizadas pelos observadores

A confiabilidade das medidas das curvaturas lombares foi também avaliada por meio da comparação entre as medidas das curvaturas lombares e os valores obtidos da somatória dos seus componentes (corpos vertebrais e discos intervertebrais). Para a somatória das medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais foi observada a variação de -31° a -89° (média de $-60,9^\circ$; dp 10,78). Quando comparadas pelo teste de correlação de Pearson, foi observada correlação muito alta ($r=0,98$; $p < 0,0001$) entre as medidas da curvatura lombossacra e a somatória dos componentes da curvatura lombar. Também não foi observada

diferença estatística significativa entre a comparação das medidas das curvaturas lombares e os valores obtidos da somatória dos seus componentes ($p=0,992$; t -student).

Tabela 4: Coeficiente de correlação interclasses intra e interobservadores para as medidas das curvaturas lombares, corpos vertebrais e discos intervertebrais.

	OBSERVADOR 1		OBSERVADOR 2		INTEROBSERVADORES	
	CCI intraclass (95%)	α	CCI intraclass (95%)	α	CCI interclass (95%)	α
Curvatura L1S1	0,9624 (0,9105 - 0,9845)	0,0000	0,8069 (-0,0535 - 0,9533)	0,0000	0,9773 (0,8941 - 0,9926)	0,0000
Curvatura L1L5	0,9650 (0,9169 - 0,9856)	0,0000	0,8619 (-0,321 - 0,9685)	0,0000	0,9839 (0,9280 - 0,9946)	0,0000
L1	0,6572 (0,3178 - 0,846)	0,0006	0,6513 (0,3144 - 0,8423)	0,0006	0,9306 (0,8650 - 0,9688)	0,0000
L2	0,7236 (0,4355 - 0,8776)	0,0001	0,7383 (0,4599 - 0,8847)	0,0001	0,9483 (0,8997 - 0,9767)	0,0000
L3	0,6739 (0,3616 - 0,8522)	0,0002	0,6831 (0,3735 - 0,8572)	0,0002	0,9359 (0,8762 - 0,9711)	0,0000
L4	0,7515 (0,4778 - 0,8916)	0,0000	0,7123 (0,3573 - 0,8787)	0,0000	0,9472 (0,8918 - 0,9768)	0,0000
L5	0,6493 (0,1786 - 0,8575)	0,0000	0,5518 (-0,0607 - 0,8313)	0,0000	0,9081 (0,7374 - 0,964999)	0,0000
L1-L2	0,7496 (0,4831 - 0,8897)	0,0000	0,7495 (0,4757 - 0,8905)	0,0000	0,9253 (0,9076 - 0,9785)	0,0000
L2-L3	0,7883 (0,5542 - 0,9077)	0,0000	0,6743 (0,2016 - 0,8706)	0,0000	0,9456 (0,8819 - 0,9767)	0,0000
L3-L4	0,7845 (0,5441 - 0,9063)	0,0000	0,8033 (0,5819 - 0,9147)	0,0000	0,9614 (0,9251 - 0,9826)	0,0000
L4-L5	0,6365 (0,2904 - 0,8350)	0,0003	0,6929 (0,3796 - 0,8632)	0,0002	0,9319 (0,8678 - 0,9694)	0,0000
L5-S1	0,6863 (0,3657 - 0,8603)	0,0003	0,5994 (0,2119 - 0,8192)	0,0005	0,9253 (0,8528 - 0,9666)	0,0000

p – significância. CCI entre 0,4 a 0,75 – confiabilidade entre regular e boa; CCI maior que 0,75 confiabilidade excelente.

3.3 Comparação dos 350 indivíduos quanto à idade

3.3.1 Curvaturas lombares

As medidas das curvaturas lombares distribuídas conforme a faixa etária dos indivíduos encontram-se sumarizados na tabela 5. Os indivíduos mais velhos apresentaram as medidas das curvaturas lombares maiores do que as dos indivíduos mais jovens, havendo diferença estatística significativa entre os grupos.

Tabela 5: Medidas das curvaturas lombossacra (L1S1) e lombolombar (L1L5) dos 350 indivíduos divididos em duas faixas etárias.

Faixa etária (anos)	N (%)	Curvatura L1S1		Curvatura L1L5	
		Média (dp)	Variação	Média (dp)	Variação
18 a 30	207 (59,1)	-59,33* (10,57)	-33,0 a -88,0	-43,39** (10,93)	-15,0 a -78,0
31 a 50	143 (40,9)	-63,19* (10,38)	-34,0 a -89,0	-47,57** (10,14)	-21,0 a -77,0

N – amostra; DP – desvio padrão da média. * médias diferentes entre si com $p < 0,001$; ** médias diferentes entre si com $p < 0,0001$ (teste *t*-Student).

3.3.2 Corpos vertebrais

Os valores das medidas dos corpos vertebrais em relação à faixa etária estão sumarizados na tabela 6 e gráfico 4. Os corpos vertebrais L2 e L5 apresentaram diferença estatística significativa entre as duas faixas etárias estudadas, não tendo sido observadas diferenças significantes entre as medidas dos demais corpos vertebrais nas demais faixas etárias. Os indivíduos mais velhos apresentaram medidas dos corpos vertebrais de L2 e L5 com inclinação mais lordótica do que os indivíduos mais jovens.

Tabela 6: Medidas dos corpos vertebrais dos 350 indivíduos divididos em duas faixas etárias.

	Idade	Amostra	Média (°)	Desvio padrão	Varição (°)	Significância
L1	Grupo 1	207	2,32	3,10	14,0 a -9,0	p=0,279
	Grupo 2	143	1,92	3,46	11,0 a -9,0	
L2	Grupo 1	207	0,02	2,96	7,0 a -8,0	p=0,008**
	Grupo 2	143	-0,92	2,99	7,0 a -8,0	
L3	Grupo 1	207	-1,40	3,04	8,0 a -10,0	p=0,265
	Grupo 2	143	-1,80	2,78	5,0 a -10,0	
L4	Grupo 1	207	-2,71	3,04	4,0 a -11,0	p=0,228
	Grupo 2	143	-3,16	3,12	4,0 a -14,0	
L5	Grupo 1	207	-8,88	3,47	0,0 a -18,0	p=0,042*
	Grupo 2	143	-9,74	3,70	-2,0 a -19,0	

Grupo 1 – idades de 18 a 30 anos; Grupo 2 – idades de 31 a 50 anos. **Teste de Mann-Whitney.

Gráfico 4: Medidas dos corpos vertebrais dos 350 indivíduos divididos em duas faixas etárias.

3.3.3 Discos intervertebrais

Os valores das medidas dos discos intervertebrais em relação à faixa etária estão sumarizados na tabela 7 e gráfico 5. Apenas o disco L3-L4 apresentou diferença estatística significativa entre as diferentes faixas etárias.

Tabela 7: Medidas dos discos intervertebrais dos 350 indivíduos divididos em duas faixas etárias.

	Idade	Amostra	Média (°)	Desvio padrão	Variação (°)	Significância
L1-L2	Grupo 1	207	-5,02	2,92	3,0 a -12,0	p=0,829
	Grupo 2	143	-4,94	2,87	4,0 a -11,0	
L2-L3	Grupo 1	207	-6,79	2,78	0,0 a -14,0	p=0,413
	Grupo 2	143	-7,03	2,67	-1,0 a -15,0	
L3-L4	Grupo 1	207	-8,97	2,62	-2,0 a -20,0	p=0,008**
	Grupo 2	143	-9,65	2,38	-3,0 a -15,0	
L4-L5	Grupo 1	207	-12,23	3,40	-3,0 a -26,0	p=0,423
	Grupo 2	143	-12,38	3,39	-2,0 a -21,0	
L5-S1	Grupo 1	207	-15,56	5,54	-4,0 a -35,0	p=0,879
	Grupo 2	143	-15,62	5,28	-5,0 a -30,0	

Grupo 1 – idades de 18 a 30 anos; Grupo 2 – idades de 31 a 50 anos. **Teste de Mann-Whitney.

Gráfico 5: Medidas dos discos intervertebrais dos 350 indivíduos divididos em duas faixas etárias.

3.4 Comparação dos 350 indivíduos quanto ao sexo

3.4.1 Curvaturas lombares

A curvatura lombossacra variou de -33° a -88° (média de $-59,3^\circ$; dp 10,74) nos indivíduos do sexo masculino e variou de -33° a -89° (média de $-62,01^\circ$; dp 10,46) nos indivíduos do sexo feminino, havendo diferença estatística significativa entre os indivíduos de diferentes sexos ($p=0,019$; t -student). A curvatura lombolombar variou de -15° a -78° (média de $-43,02^\circ$; dp 10,77) nos indivíduos do sexo masculino e variou de -20° a -77° (média de $-46,53^\circ$; dp 10,61) nos indivíduos do sexo feminino, também apresentando diferença estatística significativa entre os sexos ($p=0,003$; t -student). Em ambas as curvaturas, os indivíduos do sexo feminino apresentaram medidas das curvaturas lombares maiores do que aqueles do sexo masculino.

3.4.2 Corpos Vertebrais

Os valores das medidas dos corpos vertebrais em relação à variável sexo estão sumarizados na tabela 8 e gráfico 6. De um modo geral, os indivíduos do sexo feminino apresentaram medidas dos corpos vertebrais mais lordóticas do que os indivíduos do sexo masculino. Porém, foi observada diferença estatística significativa apenas para as medidas dos corpos vertebrais L2 e L4, não tendo sido observadas diferenças significantes entre as medidas dos demais corpos vertebrais entre os indivíduos de diferentes sexos.

Tabela 8: Medidas dos corpos vertebrais nos indivíduos de diferentes sexos.

	Sexo	Amostra	Média	Desvio padrão	Variação	Significância*
L1	masculino	143	2,45	3,36	14,0 a -9,0	p=0,213
	feminino	207	1,95	3,17	11,0 a -9,0	
L2	masculino	143	0,06	2,83	7,0 a -7,0	p=0,035
	feminino	207	-0,65	3,09	7,0 a -8,0	
L3	masculino	143	-1,2	3,02	8,0 a -10,0	p=0,052
	feminino	207	-1,82	2,86	5,0 a -10,0	
L4	masculino	143	-2,4	2,84	4,0 a -11,0	p=0,013
	feminino	207	-3,23	3,2	4,0 a -14,0	
L5	masculino	143	-8,81	3,67	0,0 a -19,0	p=0,069
	feminino	207	-9,52	3,51	-1,0 a -19,0	

*Teste de Mann-Whitney.

Gráfico 6: Medida dos corpos vertebrais entre os sexos.

3.4.3 Discos Intervertebrais

Os valores das medidas dos discos intervertebrais em relação à variável sexo estão sumarizados na tabela 9 e gráfico 7. Os valores observados para as medidas dos discos intervertebrais foram muito semelhantes, não tendo sido observadas diferenças estatísticas significantes entre os sexos.

Tabela 9: Medidas dos discos intervertebrais nos indivíduos de diferentes sexos

	Sexo	Amostra	Média	Desvio padrão	Varição	Significância*
L1-L2	masculino	143	-5,07	3,13	3,0 a -12,0	p=0,748
	feminino	207	-4,93	2,73	4,0 a -12,0	
L2-L3	masculino	143	-7,2	2,68	0,0 a -15,0	p=0,104
	feminino	207	-6,67	2,75	0,0 a -13,0	
L3-L4	masculino	143	-9,14	2,71	-2,0 a -20,0	p=0,404
	feminino	207	-9,33	2,43	-3,0 a -15,0	
L4-L5	masculino	143	-12,33	3,5	-3,0 a -26,0	p=0,958
	feminino	207	-12,27	3,32	-2,0 a -21,0	
L5-S1	masculino	143	-15,75	5,05	-5,0 a -27,0	p=0,57
	feminino	207	-15,47	5,68	-4,0 a -35,0	

*Teste de Mann-Whitney.

Gráfico 7: Medida dos discos intervertebrais entre os sexos.

3.5 Divisão dos indivíduos em três subgrupos

As medidas da curvatura lombossacra dos 350 indivíduos foram dispostas numa tabela de frequência e subdivididas, usando-se o método dos quartis, em três subgrupos conforme a medida de corte, de modo a obter-se três subgrupos, sendo dois subgrupos menores e um subgrupo maior, de modo a permitir a comparação entre indivíduos situados nos extremos da curvatura de distribuição. Foram então formados um subgrupo com as menores medidas, contendo aproximadamente um quarto dos indivíduos; um subgrupo com as maiores medidas, também contendo aproximadamente um quarto dos indivíduos e; um subgrupo intermediário contendo aproximadamente metade dos indivíduos, que tinha as medidas da curvatura lombossacra situadas entre as medidas desses dois grupos extremos. A distribuição dos indivíduos nesses três subgrupos encontra-se sumarizada na tabela 10.

Tabela 10: Divisão dos indivíduos em três subgrupos pelo método dos quartis conforme a medida de corte da curvatura lombossacra (L1S1).

Percentil	Medida de corte de L1S1	Amostra (n)	Porcentagem da Amostra	Sexo Masculino (n)	Sexo Feminino (n)
< 25	- 54°	88	25,1%	44	44
50 a 75	- 62°	178	50,9%	70	108
> 75	- 68°	84	24%	29	55

Foram realizadas então comparações entre as medidas das curvaturas lombossacra, lombolombar e dos componentes da curvatura lombar (corpos vertebrais e discos intervertebrais) entre os indivíduos dos diferentes subgrupos.

3.5.1 Comparação das medidas das curvaturas lombares nos subgrupos.

Na divisão do grupo inicial de 350 indivíduos em três subgrupos, a medida da curvatura lombossacra variou de -33,0° a -54,0° (média de -46,9°; dp 5,94) no subgrupo lordose menor; variou de -55,0° a -68,0° no subgrupo lordose intermediária (média de

-61,59°; dp 3,86) e; variou de -69,0° a -89,0° no subgrupo lordose maior (média de -74,13°; dp 4,69), sendo os subgrupos diferentes entre si ($p < 0,001$; teste de Kruskal-Wallis). A medida da curvatura lombolombar variou de -20,0° a -45,0° (média de -33,28°; dp 7,23) no subgrupo lordose menor; variou de -15,0° a -63,0° (média de -45,34°; dp 6,67) no subgrupo lordose intermediária e; variou de -40,0° a -78,0° (média de -56,96°; dp 7,08) no subgrupo lordose maior, todos os subgrupos estatisticamente diferentes entre si ($p < 0,001$; ANOVA, *post hoc* teste SNK). Conforme esperado pelo próprio método de divisão dos indivíduos nestes três subgrupos, foram observadas medidas progressivamente maiores do subgrupo lordose menor ao subgrupo lordose maior.

3.5.2 Comparação das medidas dos corpos vertebrais nos subgrupos.

Os valores observados para as medidas dos corpos vertebrais nos diferentes subgrupos encontram-se sumarizados na tabela 11 e gráfico 8. Foi observado que o subgrupo lordose menor apresentou valores menores do que o subgrupo lordose maior para a medida de todos os corpos vertebrais, havendo diferença estatística significativa entre as medidas dos corpos vertebrais nos subgrupos lordose menor e maior, e entre alguns destes com o subgrupo lordose intermediária. As medidas dos corpos vertebrais no subgrupo lordose maior apresentaram valores mais lordóticos do que as do subgrupo lordose menor, demonstrando um maior acunhamento dos corpos vertebrais no subgrupo lordose maior.

Tabela 11: Medida dos corpos vertebrais nos diferentes subgrupos.

Corpos Vertebrais	Subgrupo	Amostra	Média (°)	Desvio padrão	Variação (°)
L1	Lordose menor	88	2,86 ^a	2,60	9,0 a -5,0
	Lordose intermediária	178	2,33 ^b	3,53	14,0 a -9,0
	Lordose maior	84	1,03 ^{a,b}	3,0	8,0 a -5,0
L2	Lordose menor	88	1,15 ^a	2,77	7,0 a -7,0
	Lordose intermediária	178	-0,34 ^a	2,82	7,0 a -7,0
	Lordose maior	84	-1,99 ^a	2,8	5,0 a -8,0
L3	Lordose menor	88	-0,27 ^c	2,67	5,0 a -6,5
	Lordose intermediária	178	-1,84	2,83	8,0 a -9,0
	Lordose maior	84	-2,33	3,02	4,0 a -10,0
L4	Lordose menor	88	-1,63 ^{a,d}	2,83	4,0 a -8,0
	Lordose intermediária	178	-2,86 ^{b,d}	2,85	3,0 a -14,0
	Lordose maior	84	-4,29 ^{a,b}	3,24	3,0 a -11,0
L5	Lordose menor	88	-7,99	3,6	0,0 a -15,0
	Lordose intermediária	178	-8,96	3,23	-1,0 a -16,0
	Lordose maior	84	-11,11 ^c	3,59	-4,0 a -19,0

a – médias diferentes entre si com $p < 0,001$; b – médias diferentes entre si com $p < 0,01$; c - média diferente das demais com $p < 0,001$; d – médias diferentes entre si com $p < 0,05$. Análise pelo teste de Friedman, *post hoc* teste de Dunn.

Gráfico 8: Medidas dos corpos vertebrais nos diferentes subgrupos.

3.5.3 Comparação das medidas dos discos intervertebrais nos subgrupos.

Os valores observados para as medidas dos discos intervertebrais nos diferentes subgrupos encontram-se sumarizados na tabela 12 e gráfico 9. Foi observado que o subgrupo lordose menor apresentou valores menores do que os do subgrupo lordose maior para todos os discos intervertebrais, havendo diferença estatística significativa entre as medidas dos discos intervertebrais nos subgrupos lordose menor e maior, e entre alguns destes com o subgrupo lordose intermediária.

Tabela 12: Medida dos discos intervertebrais nos diferentes subgrupos

Discos Intervertebrais	Subgrupo	Amostra	Média (°)	Desvio padrão	Variação (°)
L1-L2	Lordose menor	88	-4,02 ^{a,d}	2,92	3,0 a -12,0
	Lordose intermediária	178	-5,0 ^{d,e}	2,87	4,0 a -12,0
	Lordose maior	84	-5,98 ^{a,e}	2,61	3,0 a -12,0
L2-L3	Lordose menor	88	-5,7 ^{a,b}	2,67	0,0 a -12,0
	Lordose intermediária	178	-6,97 ^{b,d}	2,52	-1,0 a -15,0
	Lordose maior	84	-7,96 ^{a,d}	2,78	-2,0 a -13,0
L3-L4	Lordose menor	88	-7,63 ^c	1,96	-4,0 a -13,0
	Lordose intermediária	178	-9,44 ^b	2,43	-2,0 a -20,0
	Lordose maior	84	-10,53 ^b	2,46	-3,0 a -15,0
L4-L5	Lordose menor	88	-10,22 ^c	3,13	-2,0 a -18,0
	Lordose intermediária	178	-12,69	3,06	-3,0 a -24,0
	Lordose maior	84	-13,62	3,38	-7,0 a -26,0
L5-S1	Lordose menor	88	-13,44 ^c	4,51	-4,0 a -27,0
	Lordose intermediária	178	-15,86	5,13	-4,0 a -35,0
	Lordose maior	84	-17,24	6,22	-5,0 a -30,0

a – médias diferentes entre si com $p < 0,001$; b – médias diferentes entre si com $p < 0,01$; c - média diferente das demais com $p < 0,001$; d – médias diferentes entre si com $p < 0,05$; e – médias diferentes entre si com $p < 0,05$. Análise pelo teste de Friedman, post hoc teste de Dunn.

Gráfico 9: Medidas dos discos intervertebrais nos diferentes subgrupos.

3.5.4 Comparação da somatória dos corpos vertebrais e discos intervertebrais nos subgrupos.

Os valores obtidos da somatória das medidas dos corpos vertebrais e da somatória das medidas dos discos intervertebrais em cada subgrupo encontram-se sumarizados na Tabela 13. Foi observado aumento progressivo dos valores da somatória dos corpos vertebrais entre os subgrupos, tendo sido observada diferença significativa entre as medidas dos subgrupos. Foi observado o mesmo comportamento entre os subgrupos com relação à somatória dos discos intervertebrais.

Tabela 13: Somatória dos valores das medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na curvatura lombossacra nos diferentes subgrupos.

			Média (desvio padrão)	Variação
Corpos Vertebrais	Somatória *	Lordose menor	-5,87° (7,92)	12,0° a -32,0°
		Lordose intermediária	-11,67° (8,18)	9,0° a -32,0°
		Lordose maior	-18,68° (8,84)	1,0° a -38,0°
Discos Intervertebrais	Somatória *	Lordose menor	-41,01° (8,48)	-20,0° a -59,0°
		Lordose intermediária	-49,97° (8,15)	-23,0° a -73,0°
		Lordose maior	-55,32° (8,57)	-36,0° a -70,0°

* - todas as médias são diferentes entre si com $p < 0,001$ (teste de Kruskal-Wallis).

3.5.5 Comparação da percentagem de participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais nos subgrupos.

Os valores calculados da percentagem de participação da somatória das medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais encontram-se sumarizados na tabela 14. Foi observado aumento progressivo na participação dos corpos vertebrais do subgrupo lordose menor ao subgrupo lordose maior, de cerca de 12% para 25%, com diferença significativa entre os subgrupos. Foi observada diminuição da participação dos discos intervertebrais do subgrupo lordose menor ao subgrupo lordose maior, de cerca de 88% para 75%, com diferença significativa entre os subgrupos.

Tabela 14: Participação percentual dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na curvatura lombossacra nos diferentes subgrupos.

			Média (desvio padrão)	Variação
Corpos vertebrais	Percentagem de participação na curvatura L1S1	Lordose menor ^a	12,11% (16,7)	-28,57% a 61,9%
		Lordose intermediária ^b	18,78% (12,95)	-14,52% a 81,8%
		Lordose maior ^a	25,08% (11,61)	-1,47% a 46,75%
Discos intervertebrais	Percentagem de participação na curvatura L1S1	Lordose menor ^a	87,89% (16,7)	38,1% a 128,57%
		Lordose intermediária ^b	81,22% (12,95)	41,82% a 114,52%
		Lordose maior ^a	74,92% (11,61)	53,25% a 101,47%

a – médias diferentes entre si com $p < 0,001$, b – média diferente das demais com $p < 0,01$. Teste Kruskal-Wallis, *post-hoc* teste de Dunn.

3.5.6 Comparação da participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais nos subgrupos.

Os valores observados do cálculo da percentagem de participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais individualmente encontram-se sumarizados nas tabelas 15 e 16 e gráficos 10 e 11. Foi observado que a participação percentual dos corpos vertebrais e discos intervertebrais apresentaram aumento progressivo na direção crânio-caudal na comparação intragrupo, com cada elemento caudal participando mais do que seu relativo cranial. Porém, na comparação intergrupos, foi observada uma maior participação dos corpos vertebrais na curvatura lombossacra no subgrupo lordose maior em relação ao subgrupo lordose menor para todos os corpos vertebrais, exceto L5, onde a participação foi maior no subgrupo lordose menor. Foi observado ainda que os corpos vertebrais do subgrupo lordose menor, só se tornaram lordóticos a partir de L4 (em L3 ainda tendiam ao neutro), o que no subgrupo lordose maior isso ocorre já em L2. Quanto aos discos intervertebrais, na comparação intergrupos, foi observado que os elementos dos subgrupos lordose menor apresentaram participação maior que a dos seus correspondentes nos subgrupos lordose intermediária e maior para todos os discos intervertebrais, porém, só foi observada diferença significativa entre as percentagens de participação dos discos intervertebrais L3-L4 a L5-S1 entre os subgrupos lordose menor e maior.

Tabela 15: Participação percentual de cada corpo vertebral na curvatura lombossacra nos diferentes subgrupos.

Corpos Vertebrais	Subgrupos	Porcentagem de Participação (média)	Variação (porcentagem)
L1*	Lordose menor	-6,13 ^a	-19,57 a 14,29
	Lordose intermediária	-3,87 ^e	-22,58 a 15,0
	Lordose maior	-1,46 ^a	-11,43 a 7,04
L2**	Lordose menor	-2,68 ^e	-13,46 a 14,29
	Lordose intermediária	0,48 ^b	-11,86 a 11,29
	Lordose maior	2,68 ^b	-6,58 a 10,96
L3**	Lordose menor	0,37 ^a	-11,90 a 12,77
	Lordose intermediária	3,0 ^a	-12,12 a 13,43
	Lordose maior	3,12 ^c	-6,06 a 14,08
L4**	Lordose menor	3,28 ^d	-10,81 a 17,02
	Lordose intermediária	4,61	-4,76 a 22,58
	Lordose maior	5,76 ^d	-4,23 a 14,71
L5**	Lordose menor	17,26	0,0 a 33,33
	Lordose intermediária	14,55	1,61 a 25,45
	Lordose maior	14,98 ^e	5,26 a 26,03

a - médias diferentes entre si com $p < 0,001$; b - médias diferentes entre si com $p < 0,01$; c - média diferente das demais com $p < 0,05$; d - médias diferentes entre si com $p < 0,05$; e - média diferente das demais com $p < 0,001$. f - média diferente das demais com $p < 0,01$. *ANOVA, *post hoc* SNK; ** Teste de Kruskal-Wallis, *post hoc* teste de Dunn.

Gráfico 10: Participação percentual corpos vertebrais entre os subgrupos.

Tabela 16: Participação percentual de cada disco intervertebral na curvatura lombossacra nos diferentes subgrupos.

Discos Intervertebrais	Subgrupos	Média (percentagem de participação)	Variação (percentagem)
L1L2**	Lordose menor	8,29	-8,57 a 24,00
	Lordose intermediária	8,13	-6,25 a 20,00
	Lordose maior	8,07	-3,90 a 17,65
L2L3**	Lordose menor	12,01	0,0 a 22,92
	Lordose intermediária	11,32	1,49 a 27,27
	Lordose maior	10,73	2,82 a 17,65
L3L4*	Lordose menor	16,48 ^b	7,84 a 30,95
	Lordose intermediária	15,35 ^a	3,03 a 30,30
	Lordose maior	14,27 ^b	4,41 a 21,74
L4L5**	Lordose menor	21,95 ^c	3,81 a 42,86
	Lordose intermediária	20,6 ^b	5,45 a 38,71
	Lordose maior	18,49 ^{b,c}	8,75 a 32,31
L5S1**	Lordose menor	29,16 ^d	8,16 a 56,52
	Lordose intermediária	25,82	5,80 a 56,45
	Lordose maior	23,36	6,49 a 48,39

a- média diferente das demais com $p < 0,05$; b – médias diferentes entre si com $p < 0,01$; c- médias diferentes entre si com $p < 0,001$; d – média diferente das demais com $p < 0,001$. *ANOVA, *post hoc* SNK; ** Teste de Kruskal-Wallis, *post hoc* teste de Dunn.

Gráfico 11: Participação percentual discos intervertebrais entre os subgrupos.

3.5.8 Comparação das medidas dos corpos intervertebrais e discos intervertebrais entre indivíduos de diferentes idades nos subgrupos.

Os valores das medidas das curvaturas lombares nos diferentes subgrupos conforme a faixa etária estão sumarizados na tabela 17. Não foi observada diferença estatística significativa entre as medidas da curvatura lombossacra entre os indivíduos de diferentes faixas etárias nos diferentes subgrupos. Foi observada diferença significativa entre as medidas da curvatura lombolombar entre os indivíduos de diferentes idades no subgrupo lordose intermediária.

Os valores das medidas dos corpos vertebrais nos diferentes subgrupos conforme as faixas etárias estão sumarizados na tabela 18 e gráfico 12. Não foi observada diferença estatística significativa entre as medidas dos corpos vertebrais entre os indivíduos de diferentes idades nos subgrupos lordose menor, intermediária e lordose maior, exceto para as medidas do corpo vertebral de L5 no subgrupo lordose maior.

Os valores das medidas dos discos intervertebrais nos diferentes subgrupos conforme a faixa etária estão sumarizados na tabela 19 e gráfico 13. Não foi observada diferença estatística significativa entre as medidas dos discos intervertebrais entre os indivíduos de diferentes idades nos subgrupos lordose menor, intermediária e lordose maior.

Tabela 17: Medidas das curvaturas lombares em relação à idade nos diferentes subgrupos.

			Amostra	Média (°)	Desvio-padrão	Variação (°)
Lordose Menor	L1L5	18 a 30 anos	64	-33,3	7,61	-20 a -45
		31 a 50 anos	24	-33,25	6,26	-21 a -45
	L1S1*	18 a 30 anos	64	-47,05	5,92	-33 a -54
		31 a 50 anos	24	-46,5	6,1	-34 a -54
Lordose Intermediária	L1L5*	18 a 30 anos	99	-44,3 ^a	7,55	-15 a -63
		31 a 50 anos	79	-46,65 ^a	5,11	-36 a -60
	L1S1	18 a 30 anos	99	-61,11	3,86	-55 a -68
		31 a 50 anos	79	-62,19	3,8	-55 a -68
Lordose Maior	L1L5	18 a 30 anos	44	-56,05	6,36	-44 a -78
		31 a 50 anos	40	-57,98	7,75	-40 a -77
	L1S1	18 a 30 anos	44	-73,18	4,67	-69 a -88
		31 a 50 anos	40	-75,16	4,55	-69 a -89

a – médias diferentes entre si com p=0,011. Teste t-Student. * Teste de Mann-Whitney.

Tabela 18: Medidas dos corpos vertebrais em relação à idade nos diferentes subgrupos.

			Amostra	Média (°)	Desvio-padrão	Variação (°)
Lordose Menor	L1	18 a 30 anos	64	2,83	2,33	9 a -3
		31 a 50 anos	24	2,96	3,26	8 a -5
	L2	18 a 30 anos	64	1,36	2,58	7 a -6
		31 a 50 anos	24	0,58	3,20	7 a -7
	L3	18 a 30 anos	64	-0,20	2,65	5 a -6
		31 a 50 anos	24	-0,48	2,76	4 a -6,5
	L4	18 a 30 anos	64	-1,78	2,90	4 a -8
		31 a 50 anos	24	-1,21	2,62	4 a -8
Lordose Intermediária	L5	18 a 30 anos	64	-7,78	3,53	0 a -15
		31 a 50 anos	24	-8,54	3,80	-2 a -15
	L1*	18 a 30 anos	99	2,60	3,484	14 a -9
		31 a 50 anos	79	2,00	3,57	11 a -9
	L2*	18 a 30 anos	99	-0,04	2,93	7 a -7
		31 a 50 anos	79	-0,72	2,65	4 a -7
	L3	18 a 30 anos	99	-1,73	2,92	8 a -8
		31 a 50 anos	79	-1,99	2,73	5 a -9
Lordose Maior	L4*	18 a 30 anos	99	-2,87	2,87	2 a -11
		31 a 50 anos	79	-2,85	2,84	3 a -14
	L5	18 a 30 anos	99	-8,93	3,28	-1 a -16
		31 a 50 anos	79	-9,00	3,19	-2 a -15
	L1	18 a 30 anos	44	0,96	2,83	6 a -5
		31 a 50 anos	40	1,11	3,21	8 a -4
	L2	18 a 30 anos	44	-1,80	2,56	5 a -8
		31 a 50 anos	40	-2,20	3,06	5 a -8
Lordose Maior	L3	18 a 30 anos	44	-2,43	3,30	4 a -10
		31 a 50 anos	40	-2,23	2,71	3 a -10
	L4	18 a 30 anos	44	-3,68	3,30	3 a -11
		31 a 50 anos	40	-4,95	3,07	2 a -11
	L5	18 a 30 anos	44	-10,36 ^a	3,29	-4 a -18
		31 a 50 anos	40	-11,93 ^a	3,77	-4 a -19

a – médias diferentes entre si com p=0,046. Teste t-Student. * Teste de Mann-Whitney.

Gráfico 12: Medidas dos corpos vertebrais em relação à idade nos diferentes subgrupos.

Tabela 19: Medidas dos discos intervertebrais em relação à idade nos diferentes subgrupos.

			Amostra	Média (°)	Desvio-padrão	Variação (°)
Lordose Menor	L1L2	18 a 30 anos	64	-4,08	2,93	2 a -12
		31 a 50 anos	24	-3,88	2,95	3 a -10
	L2L3	18 a 30 anos	64	-5,66	2,78	0 a -12
		31 a 50 anos	24	-5,81	2,40	-1 a -10
	L3L4*	18 a 30 anos	64	-7,53	2,06	-4 a -13
		31 a 50 anos	24	-7,90	1,68	-4,5 a -12
	L4L5	18 a 30 anos	64	-10,48	2,90	-6 a -18
		31 a 50 anos	24	-9,50	3,65	-2 a -16
Lordose Intermediária	L5S1	18 a 30 anos	64	-13,53	4,462	-4 a -27
		31 a 50 anos	24	-13,21	4,70	-8 a -27
	L1L2*	18 a 30 anos	99	-5,25	2,75	3 a -12
		31 a 50 anos	79	-4,68	2,99	4 a -11
	L2L3*	18 a 30 anos	99	-6,91	2,4	-2 a -14
		31 a 50 anos	79	-7,01	2,67	-1 a -15
	L3L4*	18 a 30 anos	99	-9,21	2,68	-2 a -20
		31 a 50 anos	79	-9,73	2,06	-4 a -14
Lordose Maior	L4L5*	18 a 30 anos	99	-12,59	3,20	-3 a -24
		31 a 50 anos	79	-12,83	2,89	-7 a -21
	L5S1*	18 a 30 anos	99	-16,12	5,71	-4 a -35
		31 a 50 anos	79	-15,54	4,31	-5 a -26
	L1L2	18 a 30 anos	44	-5,86	2,96	3 a -12
		31 a 50 anos	40	-6,10	2,19	0 a -11
	L2L3	18 a 30 anos	44	-8,11	2,97	-2 a -13
		31 a 50 anos	40	-7,79	2,59	-3 a -12
Lordose Menor	L3L4	18 a 30 anos	44	-10,52	2,16	-7 a -15
		31 a 50 anos	40	-10,54	2,77	-3 a -15
	L4L5	18 a 30 anos	44	-13,98	3,45	-8 a -26
		31 a 50 anos	40	-13,23	3,31	-7 a -21
	L5S1	18 a 30 anos	44	-17,25	5,83	-5 a -26
		31 a 50 anos	40	-17,23	6,70	-5 a -30

Teste *t*-Student. * Teste de Mann-Whitney.

Gráfico 13: Medidas dos discos intervertebrais em relação à idade nos diferentes subgrupos.

3.5.9 Comparação das medidas dos corpos intervertebrais e discos intervertebrais entre indivíduos de diferentes sexos nos subgrupos.

Os valores das medidas das curvaturas lombares nos diferentes subgrupos conforme os sexos estão sumarizados na tabela 20. Não foi observada diferença estatística significativa entre as medidas das curvaturas lombossacra e lombolombar entre os sexos nos diferentes subgrupos.

Os valores das medidas dos corpos vertebrais nos diferentes subgrupos conforme os sexos estão sumarizados na tabela 21 e gráfico 14. Foi observada diferença estatística significativa apenas entre as medidas dos corpos vertebrais L2 no subgrupo lordose menor ($p=0,033$) e do corpo vertebral L4 no subgrupo lordose maior ($p=0,002$).

Tabela 20: Medidas das curvaturas lombares em relação ao sexo nos diferentes subgrupos.

Subgrupo	Curvatura Lombar	Sexo	Amostra	Média (°)	Desvio-padrão	Variação (°)
Lordose Menor	L1S1*	Masculino	44	-47,11	6,14	-33 a -54
		Feminino	44	-46,68	5,80	-33 a -54
	L1L5	Masculino	44	-32,84	7,35	-20 a -45
		Feminino	44	-33,73	7,16	-20 a -45
Lordose Intermediária	L1S1	Masculino	70	-60,90	4,06	-55 a -68
		Feminino	108	-62,04	3,68	-55 a -68
	L1L5	Masculino	70	-44,29	7,43	-15 a -60
		Feminino	108	-46,02	6,07	-28 a -63
Lordose Maior	L1S1	Masculino	29	-73,93	5,05	-69 a -88
		Feminino	55	-74,23	4,53	-69 a -89
	L1L5	Masculino	29	-55,41	6,57	-47 a -78
		Feminino	55	-57,78	7,26	-40 a -77

Teste t-student.* Teste Mann-Whitney;

Tabela 21: Comparação das medidas dos corpos vertebrais entre os sexos nos subgrupos.

Subgrupos	Corpo Vertebral	Sexos	Amostra	Média (°)	Desvio padrão	Variação (°)
Lordose menor	L1	masculino	44	2,82	2,55	8,0 a -5,0
		feminino	44	2,91	2,68	9,0 a -3,0
	L2	masculino	44	1,77^a	2,41	7,0 a -3,0
		feminino	44	0,52^a	2,98	5,0 a -7,0
	L3	masculino	44	-0,02	2,77	5,0 a -6,0
		feminino	44	-0,51	2,57	5,0 a -6,5
	L4	masculino	44	-1,59	2,81	4,0 a -8,0
		feminino	44	-1,66	2,87	4,0 a -8,0
Lordose intermediária	L1	masculino	70	2,47	3,89	14,0 a -9,0
		feminino	108	2,25	3,29	11,0 a -9,0
	L2	masculino	70	-0,33	2,69	5,0 a -7,0
		feminino	108	-0,35	2,91	7,0 a -7,0
	L3	masculino	70	-1,43	2,71	8,0 a -8,0
		feminino	108	-2,11	2,89	5,0 a -9,0
	L4	masculino	70	-2,73	2,82	2,0 a -11,0
		feminino	108	-2,94	2,88	3,0 a -14,0
Lordose maior	L1	masculino	29	1,86	3,07	8,0 a -3,0
		feminino	55	0,59	2,9	6,0 a -5,0
	L2	masculino	29	-1,62	2,44	3,0 a -6,0
		feminino	55	-2,18	2,97	5,0 a -8,0
	L3	masculino	29	-2,41	3,54	3,0 a -10,0
		feminino	55	-2,29	2,74	4,0 a -10,0
	L4	masculino	29	-2,83^b	2,77	2,0 a -9,0
		feminino	55	-5,05^b	3,22	3,0 a -11,0
Lordose maior	L5	masculino	29	-10,97	3,72	-4,0 a -19,0
		feminino	55	-11,18	3,55	-4,0 a -19,0

a - médias diferentes entre si com $p < 0,033$; b - médias diferentes entre si com $p < 0,002$; teste Mann-Whitney.

Gráfico 14: Comparação das medidas dos corpos vertebrais entre os sexos nos subgrupos.

Os valores das medidas dos discos intervertebrais nos diferentes subgrupos conforme os sexos estão sumarizados na tabela 22 e gráfico 15. Não foi observada diferença estatística significativa entre as medidas dos discos intervertebrais entre os sexos nos diferentes subgrupos.

Tabela 22: Comparação das medidas dos discos intervertebrais entre os sexos nos subgrupos.

Subgrupos	Disco Intervertebral	Sexos	Amostra	Média (°)	Desvio padrão	Varição (°)
Lordose menor	L1-L2	masculino	44	-4,3	3,18	3,0 a -12,0
		feminino	44	-3,75	2,65	1,0 a -10,0
	L2-L3	masculino	44	-6,16	2,51	0,0 a -12,0
		feminino	44	-5,24	2,77	0,0 a -11,0
	L3-L4	masculino	44	-7,64	1,94	-4,0 a -12,0
		feminino	44	-7,63	2,01	-4,0 a -13,0
	L4-L5	masculino	44	-10,48	3,15	-3,0 a -18,0
		feminino	44	-9,95	3,12	-2,0 a -16,0
Lordose intermediária	L5-S1	masculino	44	-14,02	4,77	-6,0 a -27,0
		feminino	44	-12,86	4,2	-4,0 a -21,0
	L1-L2	masculino	70	-5,11	2,95	3,0 a -11,0
		feminino	108	-4,93	2,82	4,0 a -12,0
	L2-L3^a	masculino	70	-7,34	2,51	-2,0 a -15,0
		feminino	108	-6,72	2,5	-1,0 a -13,0
	L3-L4	masculino	70	-9,25	2,76	-2,0 a -20,0
		feminino	108	-9,57	2,2	-4,0 a -15,0
Lordose maior	L4-L5	masculino	70	-12,89	3,24	-3,0 a -24,0
		feminino	108	-12,57	2,95	-5,0 a -20,0
	L5-S1	masculino	70	-15,66	4,79	-5,0 a -23,0
		feminino	108	-15,99	5,36	-4,0 a -35,0
	L1-L2	masculino	29	-6,14	3,25	3,0 a -12,0
		feminino	55	-5,89	2,23	0,0 a -11,0
	L2-L3	masculino	29	-8,41	2,82	-2,0 a -12,0
		feminino	55	-7,72	2,76	-2,0 a -13,0
Lordose maior	L3-L4	masculino	29	-11,14	2,23	-6,0 a -15,0
		feminino	55	-10,21	2,53	-3,0 a -15,0
	L4-L5	masculino	29	-13,79	3,56	-8,0 a -26,0
		feminino	55	-13,53	3,32	-7,0 a -21,0
	L5-S1	masculino	29	-18,59	5,01	-10,0 a -27,0
		feminino	55	-16,53	6,71	-5,0 a -30,0

a – médias diferentes entre si com $p=0,049$; teste Mann-Withney.

Gráfico 15: Comparação das medidas dos discos intervertebrais entre os sexos nos subgrupos.

4. Discussão:

A curvatura lombar é uma curvatura adaptativa. Ela surgiu no ser humano em decorrência do desenvolvimento da postura bípede, o que provocou a flexibilização da região lombar com a formação de uma curvatura com convexidade anterior. O surgimento dessa curvatura lombar permitiu compensar a restrição que a articulação do quadril promovia para o movimento de extensão do tronco. Essa evolução foi mais acentuada no ser humano do que demais primatas. No indivíduo adulto normal, a curvatura lombar normal ocorre como resultado do formato trapezoidal dos corpos vertebrais, discos intervertebrais ou ambos (KUSLICH, 2003) e apresenta grande variedade de medidas.

O estudo da lordose lombar faz parte da avaliação do alinhamento da coluna no plano sagital. O estudo do alinhamento sagital tem evoluído continuamente nos últimos anos. Os primeiros estudos foram descrições de observações empíricas, onde observava-se modificações da curvatura lombar quando indivíduos normais assumiam diferentes posturas, conforme afirmou Keegan (1953), que, considerando a curvatura lombar como uma curvatura dinâmica, foi dos pioneiros na avaliação das alterações da curvatura lombar com a postura. Apesar de não tê-la medido no seu trabalho, avaliou as alterações da curvatura lombar conforme a postura adotada por indivíduos normais, e foi dos primeiros a correlacionar a ocorrência da curvatura lombar com a postura ereta, descrevendo-a como secundária à limitação da articulação do quadril para estender-se o suficiente para permitir a verticalização do sacro (necessária para a postura ereta), e ao balanço entre a atuação da musculatura das cadeias posterior e anterior do tronco (KEEGAN, 1953).

Inicialmente muita ênfase foi dada à lordose lombar, como o parâmetro mais importante a ser avaliado no estudo dos pacientes, e não são poucos os estudos que avaliaram a curvatura lombar. Os primeiros estudos que apresentavam medidas da curvatura lombar

tentavam associar diferenças entre as medidas encontradas entre indivíduos assintomáticos e portadores de lombalgia (TORGERSON; DOTTER, 1976; SPLITHOFF, 1953). A maioria dos autores que avaliaram a correlação entre a dor lombar e a medida da curvatura lombar não conseguiram demonstrar diferença entre as medidas da curvatura lombar de indivíduos sadios daqueles portadores de lombalgia. Apenas Jackson e McManus (1994) chegaram a demonstrar diferenças significantes entre a medida curvatura lombar entre portadores de lombalgia crônica e indivíduos assintomáticos, num estudo com extrema cautela na seleção dos participantes.

Com o estudo das deformidades que acometem a coluna vertebral, progressivamente surgiram estudos que indicavam a importância da avaliação dos outros segmentos da coluna vertebral e da relação desses segmentos entre si. O estudo pioneiro de Vidal e Marney (1984), que avaliou as características radiológicas de indivíduos com espondilolistese, considerando a importância da posição da pelve quando se assume a posição ereta. Observou-se que a posição das cabeças femorais em relação a uma linha de prumo vertical tinha correlação direta com o grau de deslizamento e com a posição do sacro na espondilolistese (VIDAL; MARNEY, 1984).

Nos anos 80 surgiram as primeiras tentativas de descrever os valores de referência para as medidas das curvaturas lombares em indivíduos normais. O estudo de Stagnara et al (1982) foi o primeiro, com uma grande amostra, a apresentar os valores das medidas das curvaturas lombar e torácica, além das medidas dos segmentos vertebrais (considerando um disco vertebral com seus dois corpos vertebrais adjacentes) e do declive sacral (sacral slope) observados em indivíduos normais, propondo a criação de valores de referência dessas medidas, mas observando que uma grande variabilidade dos valores dessas medidas deve ser considerada.

O primeiro estudo a fazer correlações matemáticas entre o posicionamento da pelve e a coluna lombar foi o de Duval-Beaupère, Schmidt e Cosson (1992). Neste estudo, foi demonstrada a correlação matemática entre a posição do eixo de gravidade, a posição da pelve (avaliada em relação com o centro das cabeças femorais) e a inclinação do sacro. Neste trabalho, Duval-Beaupère et al. descreveram o ângulo de incidência, que foi o primeiro modo de descrever matematicamente a correlação entre a posição das articulações dos quadris e a inclinação do sacro. Jackson et al (2000) descreveram um método que também permite a avaliação da relação da posição da pelve com a inclinação do sacro. Seguiram-se vários estudos em indivíduos normais, demonstrando a correlação entre vários segmentos da coluna vertebral, linhas verticais, parâmetros da pelve e do sacro em indivíduos normais, em diferentes faixas etárias, e fazendo comparações entre sexos (JACKSON; HALES, 2000; RILLARDON et al., 2003; HARRISON et al. 2001; WODECKI et al., 2002 ; VAZ et al., 2002; LEGAYE et al., 1998; MARTY et al., 2002; GUIGUI et al., 2003).

A pelve passou a ser considerada o fator determinante da curvatura lombar, uma vez que alguns autores demonstraram forte correlação estatística entre as variações da medida da lordose lombar e as variações das medidas de parâmetros pélvicos (LEGAYE et al., 1998; MARTY et al., 2002; GUIGUI et al., 2003; RAJNICS et al., 1992). Os parâmetros com maior correlação com a lordose lombar descritos na literatura são o declive sacral (“sacral slope”) e a incidência pélvica. Alguns autores mostram correlação de 0,8 entre a medida do declive sacral e a lordose lombar e de 0,7 para a medida da incidência pélvica e a lordose lombar (GUIGUI et al., 2003; VIALLE et al., 2005).

Uma grande variabilidade das medidas da lordose lombar tem sido freqüentemente observada nos estudos do alinhamento sagital. Vários autores têm demonstrado valores da medida da curvatura lombar que variam de cerca de 30° a mais de 90° em indivíduos normais. Poucos estudos descreveram as medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais em

indivíduos normais. Guigui et al (2003) e Vialle et al. (2005), por meio de modelos de regressão, encontraram que 90% da variabilidade das medidas dos parâmetros de alinhamento sagital podem ser explicados por 3 variáveis: 1º) incidência, lordose lombar e declive sacral (sacral slope); 2º) Balanço pélvico (pelvic tilting) e; 3º) cifose torácica. Apenas Stagnara et al (1982) apresentaram os valores de variabilidade das medidas dos corpos vertebrais, tendo observado grande variabilidade das medidas dos mesmos. Não há na literatura descrições sobre a variabilidade das medidas dos discos intervertebrais. Estudos que consideraram as medidas dos segmentos da curvatura lombar também demonstraram essa variabilidade, independente dos parâmetros de medida adotados (JACKSON; MCMANUS, 1994, GELB et al, 1995, VEDANTAM et al, 1998).

Pouco se sabe, porém, a respeito de como os corpos vertebrais e discos intervertebrais comportam-se nas curvaturas lombares de diferentes magnitudes. O objetivo deste trabalho foi descrever os achados das medidas da lordose lombar, dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais em indivíduos assintomáticos, de diferentes sexos e em diferentes faixas etárias e, além disso, avaliar o comportamento dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais entre os indivíduos que apresentavam valores extremos das medidas das curvaturas lombares.

Alguns autores foram bastante rígidos na seleção dos voluntários que participaram nos seus estudos, levando em consideração o pareamento por sexo, idade, e aspectos biométricos (TROYANOVICH et al., 1997; JACKSON; HALES, 2000; VEDANTAM et al, 2000). Outros autores, entretanto, não foram tão rigorosos, tendo estudado amostras de voluntários selecionados menos rigorosamente, mas nem por isso sem perda da qualidade dos seus estudos (VIALLE et al., 2005; GUIGUI et al., 2003). As radiografias dos indivíduos avaliadas neste trabalho foram selecionadas a partir dos arquivos médicos de funcionários do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, que

realizaram as radiografias da coluna lombossacra como parte do exame médico admissional. Foi escolhida uma faixa etária em que fosse menos provável encontrar alterações degenerativas que pudessem alterar a medida da curvatura lombar, e foram excluídos os portadores de dor lombar prévia (descrita em prontuário médico), cirurgia prévia na coluna e deformidades à observação das radiografias. Não foi possível o pareamento dos indivíduos como acontece em estudos populacionais. Porém, esta amostra apresentou ao estudo estatístico distribuição normal das medidas das curvaturas lombares, o que descreve esse grupo de estudo como suficientemente homogêneo para a realização desse estudo. Os estudos de confiabilidade também apresentaram resultados satisfatórios, corroborando para a segurança das informações.

Na literatura, vários métodos são descritos para a medida da curvatura lombar. Cowell (1990) discutiu vários fatores que influenciam erros na medida das curvaturas da coluna lombar. Sugeriu que os valores obtidos das medidas realizadas em radiografias não são exatos. Fatores como o tipo de marcador usado, a largura dos traços feitos sobre as radiografias e a localização dos pontos de referência para traçar as linhas de medida devem ser considerados. Chermuka, Daffner e Reigel (1998) discutiram em seu trabalho a falibilidade do método de Cobb em medidas manuais, pois os pontos de referência para traçar as tangentes às bordas vertebrais podem apresentar grande variação (figura 11). Porém, Rillardon et al. (2003) demonstraram que há uma boa relação entre as medidas realizadas manualmente e usando sistemas digitais em computadores. Uma modificação do método de Cobb para as medidas das curvaturas da coluna no plano sagital tem sido amplamente aceita e usada apesar das suas reconhecidas limitações. Polly et al. (1996), ao compararem as medidas realizadas entre diferentes observadores e as medidas realizadas pelo mesmo observador em diferentes ocasiões, encontrou boa reprodutibilidade para medidas inter e intra-observador, porém com uma margem de variação de até 10° em 92% das medidas repetidas. Também

descreveram como fatores que mais afetam a reprodutibilidade: a seleção das vértebras terminais na curvatura lombar e a arquitetura das bordas vertebrais. Nenhum outro autor descreveu tamanha variabilidade entre as medidas. Harrisson et al. (2001), encontraram uma variabilidade de $1,5^\circ$ entre as medidas de três examinadores e obtiveram baixos índices de incerteza relativa. Devido às dificuldades relacionadas às medidas usando a variação do método de Cobb, Chermuka, Daffner e Reigel (1998) descreveram um novo método para avaliação da lordose lombar em que faziam as medidas com linhas tangentes à porção posterior dos corpos vertebrais (método TRALL), tendo observado maior reprodutibilidade e confiabilidade com este método do que com o método de Cobb. Porém, esse método é muito mais trabalhoso que o método de Cobb para a prática clínica. Chen (1999) também desenvolveu um método alternativo para a medida da lordose lombar que considera o ponto central dos corpos vertebrais para a medida da lordose lombar. Porém, este também é um método trabalhoso, apesar de mais confiável. Harrison et al. (2001) ao avaliarem quatro diferentes métodos de medida da lordose lombar (Cobb, centróide, TRALL e o seu próprio) observaram que o grau de incerteza relativa e a diferença média absoluta era semelhante entre os métodos e encontraram uma alta confiabilidade para todos eles, com baixas diferenças médias absolutas. Em nossa opinião a variação do método de Cobb continua sendo o método de escolha, dada a sua praticidade de realização e a sua facilidade de interpretação. Neste estudo foram realizadas medidas de acurácia e confiabilidade inter e intra-observador. Todas as medidas foram realizadas por dois cirurgiões experientes com o método. As medidas da correlação intraclass para a concordância entre a primeira e a segunda medida de uma amostra de radiografias demonstraram confiabilidade excelente para as medidas das curvaturas lombares e para as medidas de alguns dos seus componentes. Quando avaliada a acurácia entre as medidas realizadas entre os cirurgiões, as medidas de correlação interclasses

mostraram correlação excelente para a medida das curvaturas lombares e dos seus componentes.

Figura 11: Possibilidade de erro de medida da curvatura lombar devido ao tracejar das tangentes nas bordas vertebrais quando comparados o método de Cobb e o método TRALL (Chermukha et al (1998).

Apesar da lordose lombar ser por definição uma curvatura característica da região lombar (ROSS; WILSON, 1981; MOORE; DADLEY, 2001), os limites anatômicos da lordose lombar normal têm sido descritos de maneiras diferentes por vários autores, gerando confusão devido aos vários métodos de medida adotados em diferentes trabalhos. Vários trabalhos foram conduzidos sem uma padronização das técnicas de obtenção de radiografias, e dos pontos de referência usados para as medidas (KEEGAN, 1953; SPLITHOFF, 1953; FARFAN et al., 1972; TORGERSON; DOTTER, 1976; ANDERSON et al., 1979; STAGNARA et al., 1982; FRYMOYER et al., 1984; FERNAND; FOX, 1985; VOUTSINAS; MACEWEN, 1986; MOSNER; BRYAN; STULL, 1989; CHERNUKHA; DAFFNER; REIGEL, 1998; RAJNICS et al., 2002; VAZ et al., 2002). A diversidade de parâmetros

adotados pelos diferentes autores dificulta uma comparação entre os achados deste trabalho e alguns dos demais. Neste trabalho avaliamos a medida da lordose lombar medindo duas diferentes curvaturas, a curvatura lombossacra e a curvatura lombolombar, descritas por Fernand e Fox (1985). Os valores obtidos por meio das medidas das curvaturas lombares apresentou distribuição normal nesta amostra de 350 indivíduos normais, o que permite considerá-la uma boa amostra para este estudo. Os valores observados das medidas da curvatura lombossacra apresentaram grande variabilidade (56° de variação entre o menor e o maior valores observados) e não diferiram muito dos valores observados por outros autores. Ao confrontar os valores das medidas observadas neste trabalho com os descritos por outros autores que usaram metodologia semelhante, e avaliaram indivíduos da mesma faixa etária, encontramos similaridades dos valores das curvaturas lombares (tabela 23). A medida da lordose lombar apresenta grande variabilidade entre indivíduos assintomáticos. Jackson e McManus (1994) descreveram valores que variavam de -31° a -88° para curvatura lombossacra e Guigui et al. (2003) descreveram valores que variavam de -13,6° a -69° para curvatura lombolombar. As medidas da lordose de nosso estudo apresentaram variabilidade semelhante à destes autores (tabela 23).

Tabela 23: Comparação entre medidas as medidas observadas e as descritas na literatura.

Curvatura Lombar	Damasceno et al.	Stagnara et al, 1982	Jackson e McManus, 1994	Jackson et al, 1998	Korovessis et al, 1998	Cheng et al, 1998	Tüzün et al, 1999	Guigui et al, 2003
Amostra	n=350	n=137	n=100	n=50	n=99	n=387	n=150	n=250
L1S1	-60,9° (-33 a -89)	-56° (-33 a -79)	-60,9° (-31 a -88)	-62,1° (-41 a -86)				-59°
L1L5	-45,1° (-15 a -78)	-42° (-18 a -69)			-45,7°	-41,95°	-45,85°	-43° (-13,6 a -69)

Essa grande variabilidade causa dificuldade para a tentativa de determinação de um valor médio “normal” da medida da curvatura lombar, pois indivíduos assintomáticos podem apresentar curvaturas que tanto podem caracterizar retificação importante da curvatura

lombar, como podem ter curvaturas muito acentuadas. Esses valores extremos da medida da curvatura lombar em indivíduos assintomáticos sobrepõem-se aos valores encontrados em indivíduos sintomáticos e aqueles portadores de deformidades, o que levou vários autores a desconsiderar a medida da curvatura lombar na avaliação de indivíduos com sintomas, como a lombalgia, devido semelhança das medidas da curvatura lombar entre indivíduos assintomáticos e pacientes (TORGERSON; DOTTER, 1976; HANSSON et al, 1985; JACKSON et al, 1998; TÜZÜN et al, 1999; KOROYESIS; STAMATAKIS; BAIKOUSIS, 1999; RAJNICS et al, 2002; KOROYESIS et al, 2002).

Outros autores usaram metodologias diferentes para a medida da curvatura lombar, encontrando mesmo assim valores muito próximos dos observados neste estudo. Bernhardt e Bridwell (1989) mediram a curvatura lombolombar da borda inferior de T12 à borda inferior de L5, e encontraram variação de -14° a -69° (média de $-44,0^{\circ}$; dp 12). Gelb et al. (1995) estudando a curvatura da borda inferior de T12 à borda superior de S1 encontraram variação de -38° a -84° (média de -64° ; dp 10). Vendantan et al. (1998) medindo a curvatura lombossacra da borda inferior de T12 à borda superior de S1 encontraram variação de -35° a -82° (média de -64° ; dp 10). Acreditamos que alguns dos resultados encontrados na literatura podem ser devidos à população escolhida e não só ao método de medida usado. Todos esses autores acima mostraram uma grande variabilidade dos valores da medida da lordose lombar encontrados em indivíduos normais, porém, alguns dos fatores que levam a essa amplitude ainda não foram completamente pesquisados.

A medida dos corpos vertebrais e discos intervertebrais lombares tem sido descrita na literatura com diversas metodologias. Alguns autores como Allbrook (1956), Cheng et al, (1998), Korovesis et al, (2002) e George et al (2003) mediram o *índice vertebral* dos corpos vertebrais, que é o quociente da medida da altura da borda posterior do corpo vertebral pela medida da altura da borda anterior do corpo vertebral. Korovesis, Stamatakis e Baikousis,

(1998 e 1999), mediram a inclinação dos corpos vertebrais por meio da medida da angulação entre a borda superior dos corpos vertebral e a horizontal. Poucos autores avaliaram as medidas angulares dos corpos vertebrais e discos intervertebrais da região lombar (STAGNARA et al, 1982; WAMBOLT; SPENCER, 1987; GUIGUI et al, 2003; VIALLE et al, 2005). Nesses estudos observa-se uma tendência progressiva ao aumento da inclinação dos elementos da curvatura lombar no sentido crânio-caudal, tornando-se progressivamente mais lordóticos. Neste trabalho foram medidos individualmente as angulações dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais da curvatura lombar. Os valores observados das medidas dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais são semelhantes aos de outros autores (tabela 24). Os corpos vertebrais apresentaram inclinação cifótica em L1 e tenderam ao neutro em L2, e apresentavam inclinação lordótica a partir de L3. Os discos intervertebrais apresentaram inclinação lordótica progressiva no sentido crânio-caudal. Tanto os corpos vertebrais quanto os discos intervertebrais apresentaram uma participação progressiva na curvatura lombar no sentido crânio caudal, com os discos intervertebrais L4-L5, L5-S1 e o corpo vertebral L5 sendo responsáveis por mais de 60% da curvatura lombossacra.

Tabela 24: Medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais observados neste trabalho e as descritas por outros autores.

	Damasceno et al.	Stagnara et al, 1982	Wambolt e Spencer, 1987	Guigui et al, 2003	Vialle et al, 2005
Amostra	n=350	n=100	n=50	n=250	n=300
L1	2,15 (14 a -9)	5 (12 a -3)	3	4	9,8
L2	-0,36 (7 a -8)	3 (11 a -5)	1	1,25	1,2
L3	-1,56 (8 a -10)	1 (10 a -7)	-2	-0,52	-0,6
L4	-2,89 (4 a -14)	-1 (8 a -10)	-4	-2,65	-2,6
L5	-9,23 (0 a -19)	-8 (5 a -27)	-10	-8	-8
L1-L2	-4,99 (4 a -12)	-8*	-6	-5,6*	4,55*
L2-L3	-6,89 (0 a -15)	-10*	-7	-7,9*	5,4*
L3-L4	-9,25 (-2 a -20)	-10*	-9	-9,7*	9,8*
L4-L5	-12,29 (-2 a -26)	-14*	-11	-14*	14*
L5-S1	-15,58 (-4 a -35)	-13*	-11	-16*	15,3*

* valores das medidas dos discos intervertebrais inferidas a partir das medidas dos segmentos vertebrais, pois não foram apresentados no trabalho original.

Foi observada correlação significativa entre as medidas dos corpos vertebrais entre si e com as medidas das curvaturas lombares. As medidas do corpo vertebral de L2, que tendiam ao neutro (próximas de zero), portanto sem participação cifótica ou lordótica importante, foram as que apresentaram maior correlação com as medidas das curvaturas lombares, seguidas das medidas dos corpos vertebrais L4 e L5. Talvez por assumir uma posição de transição na curvatura lombar, ou seja, ainda sofrendo influência da cifose torácica, a medida do corpo vertebral de L2 seja mais susceptível às variações da curvatura lombar e por isso tenha apresentado uma correlação maior com as medidas das curvaturas L1S1 e L1L5 do que as medidas dos demais corpos vertebrais.

Foi observada também correlação significativa entre as medidas angulares de alguns dos discos intervertebrais entre si, principalmente entre as medidas dos discos intervertebrais mais cefálicos. Todos os discos intervertebrais apresentaram medidas que apresentaram correlação significativa com as medidas das curvaturas lombares. As medidas do disco intervertebral L3-L4 foram as que apresentaram maior correlação com as medidas da curvatura lombossacra, seguidas pelas medidas do disco intervertebral L4-L5 e das medidas dos discos intervertebrais mais cefálicos (L1-L2 e L2-L3). Chamou a atenção o achado de uma correlação negativa entre a medida do disco intervertebral L5-S1 e a curvatura lombossacra, sugerindo correlação inversa entre a angulação deste disco intervertebral e a curvatura lombossacra. Assim como o observado em relação aos corpos vertebrais, parece que o disco intervertebral L3-L4 é o que sofre maior influência das variações da medida da curvatura lombar. Este disco não apresenta medidas próximo ao neutro, como ocorre com o corpo vertebral L2, porém, situa-se no centro da curvatura lombar, constituindo o ápice da curvatura lombar, como observado por Bernhart e Bridwell (1989). É interessante observar que Gelb et al (1995) e Vedantam et al (1998) descreveram o corpo vertebral L4 como o ápice da curvatura lombar, porém, como o disco intervertebral L3-L4 encontra-se adjacente a este

corpo vertebral, é de se considerar que realmente esteja muito próximo do ápice da curvatura lombar.

Quando avaliada a correlação entre as medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais foi observada correlação errática entre os mesmos, sendo que alguns dos corpos vertebrais apresentaram correlação negativa com os discos intervertebrais. Apenas o corpo vertebral L2 apresentou medidas com correlação significativa com as medidas de todos os discos intervertebrais. Os discos intervertebrais que apresentaram correlação de suas medidas com o maior número de corpos vertebrais foram os discos L4-L5 e L5-S1.

Os corpos vertebrais apresentaram menor percentagem de participação na curvatura lombossacra do que os discos intervertebrais, sendo que estes últimos foram responsáveis por 80% da medida da curvatura lombar. É importante observar que alguns indivíduos apresentaram somatória das medidas dos corpos vertebrais com valor positivo, ou seja, cifóticos. Nesses indivíduos, os corpos vertebrais mais cefálicos apresentaram inclinação cifótica, que não pôde ser compensada pela inclinação lordótica dos corpos vertebrais mais caudais (TABELAS 1 e 3). O mesmo não foi observado entre as medidas dos discos intervertebrais, pois apenas alguns indivíduos apresentaram medidas cifóticas para o disco intervertebral L1-L2, levando a uma participação negativa deste disco intervertebral na composição da curvatura lombossacra, que foi compensada pela participação lordótica dos demais discos intervertebrais. A correlação entre as medidas da percentagem de participação dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais apresentaram correlação errática entre si. A medida da participação percentual de todos os corpos vertebrais e dos discos intervertebrais de L3-L4 a L5-S1 apresentaram correlação com a medida da curvatura lombar. Chama a atenção o fato de a participação percentual dos discos intervertebrais L1-L2 e L2-L3 não apresentar correlação com a curvatura lombossacra.

Vários autores descreveram as medidas dos segmentos da coluna para a avaliação do comportamento dos elementos que compõem a curvatura lombar. Alguns consideraram o segmento composto por um corpo vertebral e seu disco subjacente, e outros consideraram o segmento composto por dois corpos vertebrais e o disco interposto (CIL et al, 2005; GELB et al, 1995; GUIGUI et al, 2003; HAMMERBERG; WOOD, 2003; JACKSON et al, 2000; JACKSON; MACMANUS, 1994; JACKSON et al, 1998; KOROVISSIS; STAMATAKIS; BAIKOUSIS, 1998; STAGNARA et al, 1982; VEDANTAN et al, 2000; VIALLE et al, 2005). Outros autores consideraram a angulação entre a borda posterior de dois corpos vertebrais adjacentes (BERNHARDT; BRIDWELL, 1989; HARRISON et al, 1998; TROYANOVICH et al, 1997). Pode-se realizar, a partir das medidas obtidas neste estudo, a soma das medidas dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais de modo a formar as medidas de segmentos da curvatura lombar para comparação com estes estudos. Temos primeiramente que considerar como os segmentos vertebrais foram medidos. Um modo de fazê-lo é por meio da medida do segmento formado pelo corpo vertebral lombar e seu disco subjacente, que denominaremos segmento angular (SA) com a indicação da vértebra que o compõe. Por exemplo, o segmento angular que corresponde ao corpo vertebral L2 e seu disco subjacente L2-L3 seria denominado SAL2, e os demais segmentos assim por diante. Outro modo de fazê-lo é por meio da medida do segmento vertebral formado por dois corpos vertebrais adjacentes e pelo disco intervertebral interposto, que denominaremos segmento motor (SM), com a indicação dos corpos vertebrais que o compõe. Por exemplo, o segmento motor que corresponde aos corpos vertebrais L3 e L4 e o disco intervertebral interposto, L3-L4, seria denominado SML34. A realização do cálculo da medida desses segmentos a partir das medidas iniciais da angulação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais encontra-se na tabela 25, onde também se encontram apresentados os valores observados na literatura por outros autores. Pode-se observar grande semelhança entre os valores observados na literatura

e aqueles observados da somatória dos valores angulares dos corpos e discos intervertebrais para construção das medidas dos segmentos lombares. Observa-se em todos os casos valores angulares maiores nos segmentos caudais, causando a maior participação desses segmentos na curvatura lombar.

Tabela 25: Valores dos segmentos vertebrais encontrados neste estudo e os descritos na literatura.

	Damasceno et al, 2005.	Stagnara et al., 1982.	Jackson e McManus, 1994.	Gelb et al., 1995.	Jackson et al., 19989	Vedantan et al., 1998.	Guigui et al., 2003.	Hammerberg e Wood, 2003.
Amostra	n=250	n=100	n=200		n=50	n=88	n=250	n=100
SAL1	-2,8		-1,7		1,9			-3,4
SAL2	-7,2		-7,0		-7,2			-6,6
SAL3	-10,8		-11,3		-12,0			-10,0
SAL4	-15,2		-16,5		-17,0			-13,1
SAL5	-24,8	-21,0	-24,6		-24,0			-24,4
SML12	-3,2	0,0		-4,0		-4,0	-0,33	
SML23	-8,8	-6,0		-10,0		-9,0	-7,2	
SML34	-13,7	-12,0		-14,0		-13,0	-12,9	
SML45	-24,4	-21,0		-24,0		-20,0	-24,6	
SML51	-24,8			-24,0		-25,0	-24,0	

SA (segmento angular): segmento composto pelo corpo vertebral e disco intervertebral subjacente. SM (segmento motor): segmento composto pelos corpos vertebrais adjacentes e o disco intervertebral

Neste trabalho a escolha dos indivíduos foi aleatória, portanto não controlamos o fator idade. A literatura descreve variações da curvatura lombar relacionadas ao crescimento, com um aumento da curvatura lombar entre a infância e a idade adulta quando então esta se estabiliza (CIL et al, 2005). Esse fenômeno está associado à mudança da inclinação da pelve durante a maturação esquelética (MAC-THIONG et al, 2004). Os indivíduos deste estudo foram separados em dois subgrupos, de modo a comparar as medidas das curvaturas lobares entre os indivíduos mais jovens e mais velhos. Apenas Tüzün et al (1999), Korovesis et al (1999) e Guigui et al (2003) descrevem aumento da curvatura lombar relacionada com a idade quando comparam indivíduos na idade adulta, sendo que Guigui et al (2003) encontraram correlação entre a lordose lombar e a idade quando indivíduos de ambos os sexos eram

estudados conjuntamente, porém essa correlação deixava de existir quando os indivíduos do sexo masculino e feminino eram avaliados separadamente.

Quando os corpos vertebrais e discos intervertebrais foram avaliados, observou-se uma tendência dos indivíduos mais velhos de apresentarem valores maiores do que os indivíduos mais jovens. Apenas os corpos vertebrais L2 e L5 e o disco intervertebral L3-L4 apresentaram diferença estatística significativa entre os indivíduos de diferentes faixas etárias, com os indivíduos mais velhos apresentando medidas maiores do que os indivíduos mais jovens. Observou-se, entretanto, que a diferença entre as médias das medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais que apresentam diferenças significantes entre os indivíduos de diferentes faixas etárias ($2,44^\circ$) é menor do que a diferença entre as médias da curvatura lombossacra ($3,86^\circ$) e da curvatura lombolombar ($4,18^\circ$) entre os indivíduos das duas faixas etárias. Logo, parece que os indivíduos mais velhos tendem a apresentar medidas dos elementos da curvatura lombar que são mais acentuadas, e portanto, estatisticamente perceptíveis, nos corpos vertebrais de L2 e L5 e no disco L3-L4, ou seja, no elemento situado no ápice da curvatura lombar e nos corpos vertebrais localizados mais aos extremos da curvatura.

Ao estudar o comportamento das medidas da lordose lombar nos indivíduos em relação ao sexo, observamos diferença significativa das medidas das curvaturas lombossacra e lombolombar entre as medidas de homens e mulheres, tendo as mulheres apresentado valores maiores do que os dos homens, com diferenças de aproximadamente 3° para a curvatura lombossacra e de aproximadamente $3,5^\circ$ para a curvatura lombolombar. Fernand e Fox (1985) observaram valores da curvatura lombar (borda superior de L2 a borda inferior de S1) de $-43,25^\circ$ em homens e $-47,19^\circ$ em mulheres. Amonoo-Kuofi (1992) avaliou a lordose lombossacra em várias faixas etárias e em todas elas as mulheres obtiveram medidas maiores que do que as dos homens. Também Guigui et al (2003) observaram diferença entre os sexos

tanto para a medida da lordose lombossacra ($5,5^\circ$) quanto para a lordose máxima ($3,6^\circ$) com as mulheres apresentando curvaturas maiores. Vialle et al (2005) também observaram diferenças significantes entre os sexos, com as mulheres apresentando a curvatura lombolombar aproximadamente 5° maior do que os homens, e a lordose máxima aproximadamente 3° maior do que a dos homens. No entanto, Gellb et al (1995) não observaram diferença entre as medidas das curvaturas em ambos os sexos, mas observaram diferenças entre os segmentos vertebrais localizados no meio da curvatura (L2L3, L3L4 e L4L5) com as mulheres apresentando valores maiores do que os homens. Outros autores, entretanto, não observaram diferença entre indivíduos de sexos diferentes (FARFAN et al., 1972; TORGERSON; DOTTER, 1976; STAGNARA et al., 1982; BERNHARDT; BRIDWELL, 1989). É importante observar que a diferença observada entre homens e mulheres, embora estatisticamente significante, clinicamente é desprezível, mas reforça a observação de que as mulheres tendem a ter curvaturas maiores do que os homens.

Não observamos na literatura comparações das medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais entre indivíduos do sexo masculino e feminino. Em nosso estudo observamos que as mulheres tenderam a apresentar medidas maiores dos corpos vertebrais, porém, observamos diferenças significantes apenas entre as medidas dos corpos vertebrais L2 e L4. As medidas dos discos intervertebrais não apresentaram diferenças significantes entre os sexos, apesar de os indivíduos do sexo masculino tenderem a apresentar medidas discretamente maiores dos discos intervertebrais em relação àqueles do sexo feminino. A diferença observada entre as médias dos corpos vertebrais L2 e L4 que apresentaram diferenças significante entre os sexos, de aproximadamente $1,5^\circ$, não representam a diferença observada entre as medidas das curvaturas lombares, devendo ocorrer, assim como observado entre as diferentes faixas etárias, uma diferença cumulativa entre os componentes da curvatura lombar, com diferença significante perceptível apenas entre os corpos vertebrais L2 e L4.

Nosso estudo contribui juntamente com as informações presentes na literatura para o melhor entendimento sobre o comportamento das medidas da curvatura lombar e seus componentes numa população de indivíduos assintomáticos, assim como sobre o comportamento da curvatura lombar e seus componentes em indivíduos de diferentes faixas etárias. Pouco tem sido discutido na literatura a respeito do comportamento dos elementos que compõem a curvatura lombar entre indivíduos com curvaturas de diferentes magnitudes. George et al (2003) avaliou um grupo de 475 mulheres negras idosas dividindo-as conforme a magnitude de suas curvaturas lombares em três subgrupos, pelo método de tercis, criando três subgrupos com igual número de indivíduos. Não estudaram a medida angular da inclinação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais. Para a medida dos corpos vertebrais, foi usado o índice vertebral (quociente da divisão da medida da altura da borda posterior pela medida da altura da borda anterior de cada corpo vertebral) para cada vértebra lombar. Para a medida da participação dos discos intervertebrais foi usada a medida da altura da distância entre os pontos médios das bordas vertebrais dos corpos vertebrais que limitavam o disco intervertebral. Esses autores encontraram correlação entre a ocorrência de espondilolistese L4-L5 e L5-S1 e presença de maior altura discal nos indivíduos com lordose lombar maior (medida da borda superior de L1 à borda inferior de L5). Observaram aumento progressivo da altura discal de L3-L4 a L5-S1 no sentido crânio-caudal dos subgrupos com curvaturas menores para os com curvaturas maiores. O mesmo se deu em relação ao acunhamento vertebral (índice vertebral) de L3 a L5. Porém não avaliaram a participação percentual dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na curvatura lombar. Roussoly, Berthonnaud e Dimnet (2003) descreveram o comportamento da lordose lombar em indivíduos com curvaturas de diferentes magnitudes. Em seu trabalho dividiram os indivíduos em três subgrupos, pelo método dos tercis, conforme a medida da inclinação sacral, encontrando, por conseguinte, três grupos de indivíduos com diferentes medidas de lordose lombar. Ao dividir

a curvatura lombar em dois segmentos conforme o ápice da curvatura lombar (ponto mais distante do arco formado pela curvatura em relação à horizontal), descreveram dois segmentos de arco da curvatura lombar (um cefálico e outro caudal). Não encontraram diferenças significantes entre as medidas das curvaturas cefálicas, porém essas apresentavam maior número de vértebras participantes nos indivíduos com curvaturas menores. Observaram que as diferenças em relação à medida angular ocorriam na curvatura caudal, que por sua vez apresentava um número maior de vértebras participantes nos indivíduos com curvaturas maiores. Além de ressaltarem que são os segmentos caudais da região lombar os mais importantes para constituição da curvatura lombar, demonstraram que os indivíduos com curvaturas menores apresentam o seu segmento cefálico mais retilíneo, porém sem mencionar se isso se devia a angulação dos corpos vertebrais ou discos intervertebrais. Esse fenômeno já havia sido demonstrado de outra maneira por Harrison et al (1998) que demonstraram que a curvatura lombar comporta-se como um segmento de uma elipse, ou seja, tem uma porção cefálica mais retilínea e uma porção caudal com uma curvatura acentuada.

Um dos objetivos do nosso estudo foi avaliar o comportamento dos componentes da curvatura lombar, ou seja, dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais entre indivíduos com curvaturas lombares de diferentes magnitudes. Para tal, foram criados três subgrupos a partir do grupo inicial de 350 indivíduos. Com o intuito de segregar os indivíduos cujas curvaturas localizavam-se nos extremos da curvatura de distribuição das medidas da curvatura lombar, optamos por usar o método dos quartis. Por meio deste método, foram criados quatro subgrupos, porém, os indivíduos pertencentes aos dois grupos mais centrais na curva de distribuição foram unidos, de modo a criar três subgrupos: um subgrupo que agrupava os indivíduos que apresentavam as menores medidas da curvatura lombossacra, formado por aproximadamente 25% dos indivíduos, denominado subgrupo lordose menor; um subgrupo que agrupava os indivíduos que apresentavam medidas da curvatura lombossacra com valores

intermediários, correspondendo a aproximadamente 50% dos indivíduos, denominado subgrupo lordose intermediária e; um subgrupo formado pelos demais indivíduos, que apresentavam as maiores medidas da curvatura lombossacra. Foi escolhida a curvatura lombossacra para a formação destes subgrupos, por ser a curvatura que contém todos os corpos vertebrais e discos intervertebrais da região lombar, permitindo, portanto, que se tomassem conclusões sobre a participação dos mesmos na curvatura lombossacra. Os subgrupos apresentaram medidas da curvatura lombossacra que apresentaram valores crescentes do subgrupo lordose menor ao subgrupo lordose maior, com médias significativamente diferentes entre si de aproximadamente 15° entre os subgrupos e, de aproximadamente 30° entre os subgrupos dos extremos da curva de distribuição (subgrupos lordose menor e lordose maior), tendo estes dois subgrupos médias para as medidas da curvatura lombossacra de $-46,9^\circ$ e $-74,13^\circ$, respectivamente. O método escolhido de divisão dos indivíduos para formação de subgrupos situados nos extremos da curva de distribuição reproduziu satisfatoriamente os casos que normalmente causam dúvida na avaliação clínica, ou seja, foi capaz de criar dois subgrupos contendo indivíduos com curvaturas lombossacras pequenas e grandes, que puderam ser avaliados quando a participação dos corpos vertebrais e discos intervertebrais na curvatura lombar.

As medidas dos corpos vertebrais apresentaram também valores crescentes do subgrupo lordose menor para o subgrupo lordose maior para todos os corpos vertebrais, com o subgrupo lordose menor apresentando as menores medidas. A mesma observação foi feita por George et al (2003) em seu estudo sobre o alinhamento sagital, porém este autor mediu o índice vertebral, ao invés da medida angular dos corpos vertebrais. Os corpos vertebrais do subgrupo lordose menor adquiriram medidas em lordose apenas a partir do corpo vertebral L4 ($-1,63^\circ$), dado que o corpo vertebral L3 ainda tende ao neutro ($-0,27^\circ$). Já no subgrupo lordose maior, o corpo vertebral L2 já apresenta inclinação lordótica ($-1,99^\circ$). Foi observado ainda

que, a diferença entre as médias das medidas dos corpos vertebrais entre os subgrupos (diferença entre a medida observada entre os subgrupos lordose menor e lordose maior) apresentava aumento no sentido crânio-caudal, porém esse aumento não era homogêneo. Partia de $1,83^\circ$ no corpo vertebral L1, passava por $3,14^\circ$ no corpo vertebral L2, por $1,83^\circ$ para o corpo vertebral L3, por $2,66^\circ$ para o corpo vertebral L4, chegando a $3,12^\circ$ para o corpo vertebral L5. Chamava a atenção a diferença ser mais acentuada para as medidas do corpo vertebral L2, onde a medida do corpo vertebral no subgrupo lordose menor ainda é cifótica, em relação ao subgrupo lordose maior, onde a medida do corpo vertebral já é lordótica.

O mesmo tipo de comportamento foi observado nas medidas dos discos intervertebrais entre os subgrupos lordose menor e maior (tabela 12), com o segundo subgrupo apresentando medidas maiores do que as do primeiro, com diferença estatística significativa. George et al (2003) também encontraram esse achado, porém, avaliaram a altura discal pelo seu ponto médio, ao invés da medida angular dos discos intervertebrais. Também foi observado um progressivo aumento da diferença entre as médias das medidas dos discos intervertebrais entre os subgrupos lordose menor e lordose maior, partidos da diferença de $1,96^\circ$ no disco intervertebral L1-L2, passando por $2,26^\circ$ no disco intervertebral L2-L3, por $2,9^\circ$ no disco intervertebral L3-L4, por $3,4^\circ$ no disco intervertebral L4-L5, e por $3,8^\circ$ na disco intervertebral L5-S1. Observou-se que essa progressão da diferença entre as médias das medidas dos discos intervertebrais entre os subgrupos lordose menor e lordose maior seguiu um padrão mais linear, diferentemente do que ocorreu com as medidas dos corpos vertebrais entre os subgrupos.

Foi observado que há uma diferença no comportamento da porção mais cefálica da curvatura lombossacra entre os diferentes subgrupos. No subgrupo lordose menor a porção mais cefálica da curvatura tende a ser mais retilínea do que no subgrupo lordose maior,

devido a maior tendência cifótica desta porção da curvatura lombossacra no subgrupo lordose menor.

Assim como foi observado para as medidas absolutas das medidas dos corpos vertebrais e discos intervertebrais, observou-se diferença significativa entre os valores obtidos da somatória dos corpos vertebrais e discos intervertebrais entre os subgrupos lordose menor e lordose maior, apresentando este, medidas maiores do que as daquele. Para a somatória das medidas dos corpos vertebrais observou-se diferença de aproximadamente 13° entre o subgrupo lordose menor e o subgrupo lordose maior. Já entre a somatória das medidas dos discos intervertebrais observou-se uma diferença de aproximadamente 14° . Dada a diferenças entre os valores das medidas absolutas entre os corpos vertebrais e os discos intervertebrais (sendo as dos discos intervertebrais muito maiores do que as dos corpos vertebrais), chama a atenção o fato da diferença entre as somatória dos discos intervertebrais e corpos vertebrais terem valores tão aproximados.

Ao fazer-se a comparação entre a percentagem de participação dos corpos vertebrais, usando-se os valores obtidos da somatória das medidas dos mesmos, observou-se que houve uma participação muito maior dos corpos vertebrais na curvatura lombossacra no subgrupo lordose maior, do que no subgrupo lordose menor (aproximadamente o dobro – tabela 14). Também foi observado que a variação da participação negativa na curvatura lombossacra, ou seja, participação cifótica dos corpos vertebrais foi maior no subgrupo lordose menor, que apresentou variação de $-28,57\%$, contra apenas $-1,47\%$ no subgrupo lordose maior (tabela 14).

Foi observada diferença significativa entre a percentagem de participação dos discos intervertebrais (usando-se os valores obtidos da somatória das medidas dos mesmos), com o subgrupo lordose menor apresentando valores de participação maiores que os do subgrupo lordose maior (tabela 14). Essa diferença, porém, não foi tão discrepante quanto o observado

para os corpos vertebrais, sendo de aproximadamente 17%, e não o dobro como observado para os corpos vertebrais.

Quando a participação percentual dos corpos vertebrais na curvatura lombossacra foi avaliada individualmente para a medida de cada corpo vertebral, observou-se uma diferença significativa na participação dos corpos vertebrais na curvatura lombossacra em ambos os subgrupos, apresentado o subgrupo lordose maior uma participação maior dos corpos vertebrais na curvatura lombossacra em comparação aos corpos vertebrais do subgrupo lordose menor, exceto para a participação do corpo vertebral L5, que foi maior no subgrupo lordose menor. A participação dos corpos vertebrais mais cefálicos foi mais cifótica no subgrupo lordose menor, sendo que só passou a ser verdadeiramente lordótica a partir do corpo vertebral L4, o que no subgrupo lordose maior ocorreu a partir do corpo vertebral L2 (gráfico 16). A diferença da participação dos corpos vertebrais mais cefálicos chegou a ser quatro vezes maior no subgrupo lordose maior em relação ao subgrupo lordose menor. Chama a atenção para o súbito aumento da participação do corpo vertebral L5 no subgrupo lordose menor, apesar do mesmo apresentar medidas absolutas menores do que as dos demais subgrupos. O gráfico 16 facilita a visualização do aumento da participação dos corpos vertebrais na curvatura lombossacra. O processo de crescimento da participação dos corpos vertebrais na curvatura lombossacra não foi constante nos três subgrupos. Apresentou uma tendência a acentuada elevação entre os corpos vertebrais L1 e L2 nos três subgrupos, seguido por uma manutenção dessa elevação no subgrupo lordose menor, com uma diminuição do aumento da participação entre os corpos vertebrais mais centrais (L3 a L4) nos subgrupos lordose maior e intermediária, mas sem uma correspondente diminuição no subgrupo lordose menor. Novo aumento súbito da participação dos corpos vertebrais aconteceu novamente no corpo vertebral L5, sendo então a participação deste corpo vertebral maior no subgrupo lordose menor em relação aos demais.

Gráfico 16: Participação percentual dos corpos vertebrais entre os subgrupos.

Na avaliação da participação percentual dos discos intervertebrais, não foi observada diferença significativa entre a participação dos discos intervertebrais mais cefálicos (L1-L2 e L2-L3) entre os subgrupos, apesar do subgrupo lordose menor apresentar percentagens de participação maiores do que as dos demais subgrupos. Foi observada diferença significativa entre a participação percentual dos demais discos intervertebrais entre os subgrupos, com o subgrupo lordose menor apresentando os maiores valores.

O gráfico 17 facilita a visualização do aumento da participação dos discos intervertebrais na curvatura lombossacra. O processo de crescimento da participação dos discos intervertebrais na curvatura lombossacra segue um padrão mais linear do que o dos corpos vertebrais entre os subgrupos, com um aumento progressivo da participação entre os discos intervertebrais no sentido crânio-caudal.

Gráfico 17: Participação percentual dos discos intervertebrais entre os subgrupos.

Quando se fez a comparação entre a participação percentual dos corpos vertebrais e discos intervertebrais entre os subgrupos, não observamos uma distribuição homogênea. Uma distribuição homogênea seria de se esperar caso a região lombar se comportasse como um círculo, pois ao aumentar-se o raio deste círculo para ter-se um segmento com uma curvatura mais tênue, essa diminuição seria distribuída proporcionalmente em todos os pontos do segmento do arco do círculo. Mas, como descrito por Harrison et al (1998), ao comportar-se como um segmento de uma elipse, a curvatura lombar tende a apresentar uma porção cefálica mais ou menos acentuada dependendo da distância entre os focos da elipse.

Os indivíduos dos subgrupos foram divididos em duas faixas etárias de modo a permitir a comparação entre o comportamento das medidas das curvaturas lombares e de seus componentes entre um grupo de indivíduos mais jovens e outro de indivíduos mais velhos. Ao avaliar-se as medidas das curvaturas lombares e corpos vertebrais conforme a distribuição por diferentes faixas etárias, foram observadas diferenças significantes apenas pontuais, não tendo

sido observada diferenças significantes entre as medidas dos discos intervertebrais nos diferentes subgrupos quando comparados conforme conforma a faixa etária. Apenas para as medidas da curvatura lombolombar no subgrupo lordose intermediária, foi observada diferença significativa entre as faixas etárias, com os indivíduos mais velhos apresentando valores médios mais elevados do que os indivíduos mais jovens, sendo esta diferença, porém, desprezível, em valores absolutos, quando observadas na prática clínica. O mesmo se observa quando da comparação das medidas do corpo vertebral L5 entre as diferentes faixas etárias, com os indivíduos mais velhos apresentando medidas angulares maiores do que os indivíduos mais jovens. Esta diferença observada também pode ser desconsiderada quando observada do ponto de vista clínico.

Os indivíduos dos subgrupos também foram divididos e avaliados com relação ao sexo, não tendo sido observadas diferenças nas medidas das curvaturas lombossacra e lombolombar e nas medidas dos discos intervertebrais entre os indivíduos de diferentes sexos dentro dos subgrupos. Os corpos vertebrais apresentaram apenas diferenças pontuais entre os sexos, tendo sido observadas diferenças significantes entre as medidas do corpo vertebral L2 no subgrupo lordose menor e entre as medidas do corpo vertebral L4 no subgrupo lordose maior. Talvez resida aí as diferenças observadas no grupo inicial de 350 indivíduos para as medidas dos corpos vertebrais na comparação entre os sexos.

Embora quase todos os autores concordem com a grande variação observada nas medidas da lordose lombar (BERNHARDT; BRIDWELL, 1989; STAGNARA et al., 1982; FRYMOYER et al., 1984), há poucas referências na literatura de trabalhos em que os indivíduos tenham sido separados pela magnitude de suas curvaturas e então comparados. Hansson et al. (1985) comparando indivíduos com dor lombar aguda, dor lombar crônica e indivíduos assintomáticos, chegaram a dividi-los em cinco subgrupos conforme a angulação das suas curvaturas lombossacras, porém só avaliaram diferenças quanto à presença ou

ausência de dor entre os indivíduos dentro de um mesmo subgrupo, e não as diferenças entre os componentes da lordose entre os diferentes subgrupos. Apenas Roussoly, Berthonnaud e Dimnet (2003) dividiram um grupo de indivíduos conforme a medida da curvatura lombar e avaliaram o comportamento dessas curvaturas, chegando a descrever uma classificação da variação normal do alinhamento sagital da coluna lombar e pelve. Tomaram como referência a medida do declive sacral (sacral slope) para a separação dos subgrupos. Criaram então três subgrupos: um com os menores valores de declive sacral (que depois foi novamente dividido em dois subgrupos), um subgrupo com medidas intermediárias e outro com as maiores medidas. Compararam então o comportamento da curvatura lombar entre estes subgrupos dividindo a curvatura lombar em duas porções por meio de uma linha horizontal, passando pelo ápice da curvatura lombar. A partir dessa linha horizontal, os segmentos da curvatura lombar foram então novamente medidos, e então o alinhamento sagital foi classificado em quatro tipos. Estes tipos apresentavam uma curvatura lombar (lordose total) progressivamente maior. Os subgrupos com as menores medidas da curvatura lombar apresentavam o arco superior da curvatura lombar mais retilíneo, com um maior número de corpos vertebrais e discos intervertebrais participando deste segmento. O oposto ocorria no tipo com as maiores medidas da curvatura lombar, que apresentavam um arco superior com inclinação mais acentuada um menor número de corpos vertebrais e discos intervertebrais participando do arco superior da curvatura lombar. Achado semelhante foi encontrado em nosso trabalho, onde observamos que indivíduos com uma curvatura lombossacra menor apresentavam um maior número de corpos vertebrais cifóticos, e discos intervertebrais com medidas angulares mais tênues. Já os indivíduos com curvaturas lombossacras maiores apresentavam corpos vertebrais cefálicos com inclinação mais lordótica, assim como de seus discos intervertebrais adjacentes. Aparentemente nosso trabalho completa o de Roussoly, Berthonnaud e Dimnet (2003) ao mensurar a angulação dos componentes da curvatura lombar. Mesmo não medindo

o declive sacral, conseguimos chegar a conclusões semelhantes a respeito do comportamento dos elementos da curvatura lombar e do alinhamento sagital da coluna lombar.

Os subgrupos lordose menor, lordose intermediária e lordose maior apresentaram curvaturas lombossacra e lombolombar diferentes entre si, fato esse previsível dado o tipo de divisão realizada no grupo inicial para a formação desses subgrupos. Porém, chama a atenção de que os valores para as medidas das curvaturas lombossacra e lombolombar, corpos vertebrais e discos intervertebrais, assim com as medidas dos segmentos angular e motor, no subgrupo lordose intermediária são muito semelhantes aos observados no grupo inicial, mostrando que a retirada das medidas situadas nos extremos de distribuição não alterou a homogeneidade do subgrupo lordose intermediária em relação ao grupo inicial. Essa observação reforça que realmente os subgrupos lordose menor e lordose maior representam medidas extremas de uma população, e que podem ser contrastadas sem a influência das medidas que tendiam para a média do grupo inicial. Os componentes das curvaturas de cada um desses subgrupos apresentaram, tanto para os valores angulares observados quanto para os valores percentuais de participação nas curvaturas, comportamento semelhante ao observado no subgrupo inicial, com inclinações progressivamente maiores de cranial para caudal. Porém observamos que, apesar do aumento angular progressivo (em valores absolutos) observado tanto na somatória dos corpos vertebrais quanto dos discos intervertebrais do subgrupo lordose menor ao subgrupo lordose maior, a participação percentual dos corpos vertebrais e discos intervertebrais, entre os subgrupos, nas curvaturas lombossacra e lombolombar não aumentaram de forma pareada aos valores absolutos. Entre os subgrupos estudados, observamos que a participação dos corpos vertebrais tende a aumentar progressivamente quando se comparavam os grupos em razão da sua magnitude. Esse achado contraria o pensamento intuitivo de que as curvaturas lombares de diferentes magnitudes tenderiam a ter angulações (em valores absolutos) de corpos e discos diferentes, porém com participação

proporcionais entre seus componentes, seguindo um padrão linear, ou quase, mantendo uma certa razão de proporcionalidade constante, à medida que aumenta o tamanho da curvatura. Este trabalho abre espaço para novas discussões sobre o real valor de diminuições dos espaços discais observados em casos de espondilose. Como foi observado neste estudo, o subgrupo lordose menor apresentou a maior participação dos discos entre os subgrupos, em ambas as curvaturas lombossacra e lombolombar, apesar de ter os menores valores angulares. Uma diminuição da altura discal nos indivíduos desse subgrupo teria como consequência uma retificação da lordose lombar talvez maior do que a que poderia ser observada num indivíduo do subgrupo lordose maior. Esse fato levanta a hipótese de que os discos intervertebrais são muito mais importantes na composição da lordose nas curvaturas menores do que nas curvaturas maiores quando se compara a participação em termos proporcionais.

Nosso trabalho mostra que a diferença na percentagem de participação de corpos vertebrais e discos intervertebrais em curvaturas lombares de diferentes magnitudes deve-se a participação mais cifótica dos corpos vertebrais até L4 nas curvaturas menores, o que leva a uma maior participação discal nessas curvaturas, e compensa os valores absolutos medidos nos corpos vertebrais e discos intervertebrais observados nos indivíduos com curvaturas maiores. Deve-se levar em consideração que a participação discal nas curvaturas menores só apresentou diferença significativa entre os discos mais caudais, não tendo sido observada diferença entre a percentagem de participação dos discos L1-L2 e L2-L3.

Não encontramos na literatura achados semelhantes a estes que descrevemos. Essas informações devem ser levadas em consideração quando cirurgias sobre o disco são realizadas em indivíduos com curvaturas menores, pois, a preservação da angulação discal nesses indivíduos parece ter maior importância que naqueles com curvaturas maiores, dado que lhes falta a compensação pelos discos superiores, que ainda apresentam corpos vertebrais que

tendem a ser mais cifóticos no segmento proximal da curvatura. A não observância desses fatos pode resultar em desbalanço sagital e possível resultado insatisfatório do tratamento.

Consideramos este trabalho um estudo preliminar, devendo ser seguido de estudos mais completos levando-se em consideração avaliação dos parâmetros pélvicos, que não foram estudados neste trabalho.

As novas linhas de pesquisa têm considerado a relação entre a pelve e a lordose lombar. Neste trabalho não foi possível avaliar as relações da pelve com a coluna lombar dado que muitas das radiografias avaliadas não incluíam parte significativa do sacro, além das cabeças femorais, referência indispensável para o cálculo da posição que a pelve apresenta em relação à coluna lombar. Uma nova linha de pesquisa parece se abrir ao se considerar a possibilidade da avaliação dos componentes da lordose lombar em curvaturas de magnitudes diferentes em relação à posição do sacro e da pelve. Os trabalhos até aqui disponíveis mostram haver uma relação constante entre a posição da pelve, a lordose lombar e seus segmentos. Porém, assim como esse trabalho mostrou não ser verdadeiro o pensamento intuitivo a respeito da participação dos componentes da lordose lombar em curvaturas de diferentes magnitudes, pode ser que haja também alguma diferença da relação da pelve com os componentes da curvatura lombar em curvaturas de diferentes tamanhos.

Não foi intenção deste trabalho tentar definir valores de referência de normalidade para a lordose lombar, o que exige maior rigor metodológico para avaliação das diferenças entre observadores, mas sim investigar a participações dos seus componentes e as diferenças entre diferentes curvaturas. Mesmo que as medidas descritas neste trabalho possam variar de medidas repetidas entre outros observadores, é pouco provável que as relações aqui observadas possam vir a ser muito diferentes.

Este trabalho traz uma nova luz aos estudos do alinhamento da coluna vertebral no plano sagital, já que demonstra haver uma distribuição diferente da importância de corpos e

discos intervertebrais em curvaturas de diferentes magnitudes. Estudos futuros poderão mostrar a veracidade dessa afirmação.

5.0 Conclusões

- As medidas da curvatura lombar, dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais apresentam grande amplitude de variação.
- Os corpos vertebrais e discos intervertebrais apresentam aumento progressivo da sua angulação no sentido crânio-caudal e a participação desses elementos na curvatura lombar aumenta também de forma progressiva na mesma direção.
- Os discos intervertebrais são os principais componentes da curvatura lombar, tendo uma influência muito maior nos segmentos distais da curvatura, contribuindo com aproximadamente 80% da curvatura lombossacra e 75% da curvatura lombolombar.
- Há diferença entre indivíduos de sexos e faixas etárias diferentes.
- O método dos quartis foi adequado para a separação dos subgrupos nos extremos da população estudada.
- Há uma maior participação dos discos intervertebrais e do corpo vertebral mais caudal (L5) nos indivíduos com curvaturas menores que naqueles com curvaturas maiores, e a participação mais cifótica dos corpos vertebrais nos indivíduos com curvaturas menores parece ser a responsável pela diferença na participação de corpos vertebrais e discos intervertebrais entre as curvaturas de diferentes magnitudes.
- Os discos intervertebrais mais cefálicos não apresentaram diferença de participação entre os subgrupos, e a diferença de participação observada entre os subgrupos para a participação dos demais discos intervertebrais na curvatura lombossacra foi muito mais tênue do que a observada para a participação dos corpos vertebrais mais cefálicos.

6. Referências bibliográficas:

ALLBROOK, D. B. Changes in lumbar vertebral body height with age. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 14, n. 1, p. 35-39, March 1956.

AMONOO-KUOFI, H. S. Changes in the lumbosacral angle, sacral inclination and the curvature of the lumbar spine during aging. **Acta Anatomica**, v. 145, n. 4, p. 373-377, 1992.

ANDERSSON, G. B. J.; MURPHY, R. W.; ORTENGREN, R.; NACHEMSON, A. L. The influence of backrest inclination and lumbar support on lumbar lordosis. **Spine**, v. 4, n. 1, p. 52-58, January-February 1979.

ANTONIADES, S. B., HAMMERBERG, K. W., DEWALD, R. L.. Sagittal plane configuration of the sacrum in spondylolisthesis. **Spine**. v. 25, n.9, p.1085-1091, May 2000.

BERNHARDT, M.; BRIDWELL, K. H. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. **Spine**, v. 14, n. 7, p. 717-721, July 1989.

BONNE, A. J. On the shape of the human vertebral column. **Acta Orthopædica Belgica**, t. 35, f. 3-4, p. 567-583, May-August 1969.

CHEN, Y. Vertebral Centroid Measurement of lumbar lordosis compared with the Cobb technique. **Spine**, v. 24, n. 17, p. 1786-1790, September 1999.

CHENG, X. G.; SUM, Y.; BOONEN, S.; NICHOLSON, P. H. F.; BRYNS, P.; DEQUEKER, J.; FELSEMBERG, D. Measurements of vertebral shape by radiographic morphometry: sex differences and relationships with vertebral level and lumbar lordosis. **Skeletal Radiology**, v. 27, n. 7, p. 380-384, July 1998.

CHERNUKHA, K. V.; DAFFNER, R. H.; REIGEL, D. H. Lumbar lordosis measurement: a new method versus Cobb technique. **Spine**, v. 23, n. 1, p. 74-80, January 1998.

CIL, A.; YAZICI, M.; UZUMCUGIL, A.; KANDEMIR, U.; ALANAY, A.; ALANAY, Y.; ACAROGLU, R. E.; SURAT, A. The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. **Spine**. v. 30, n. 1, p. 93-100, January 2005.

COBB, J. Outline for the study of scoliosis. **Instructional Course Lectures**, St. Louis, v. 5, p. 261-275, 1948.

COWELL, H. R. Radiographic measurements and clinical decisions. **The Journal of Bone and Joint Surgery** [Am] v. 72, n. 3, p. 319, March 1990.

CRAWFORD, K; KAROL, L. A.; HERRING, J. A. Severe lumbar lordosis after dorsal rhizotomy. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, v. 16, n. 3, p. 336-339, May-June 1996.

DUVAL-BEAUPÈRE, G.; SCHMIDT, C.; COSSON, P. A barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position. **Annals of Biomedical Engineering**. v. 20, p. 451-462, 1992.

FARFAN, H. F. The biomechanical advantage of lordosis and hip extension for upright activity: man as compared with other anthropoids. **Spine**, v. 3, n. 4, p. 336-342, December 1978.

FARFAN, H. F.; HUBERDEAU, R. M.; DUBOW, H. I. Lumbar intervertebral disc: the influence of geometrical features on the pattern of disc degeneration – a post mortem study. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 54-A, n. 3, p. 493-510, April 1972.

FERNAND, R.; FOX, D. E. Evaluation of lumbar lordosis: a prospective and retrospective study. **Spine**, v. 10, n. 9, p. 799-803, November 1985.

FON, G.T.; PITT, M. J.; THIES Jr, A. C. Thoracic kyphosis: range in normal subjects. **American Journal of Roentgenology**, v. 134, n. 5, p. 979-983, May 1980.

FRYMOYER, J. W.; NEWBERG, A.; POPE, M. H.; WILDER, D. G.; CLEMENTS, J.; MACPHERSON, B. Spine radiographs in patients with low-back pain: an epidemiological study in men. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 66-A, n. 7, p. 1048-1055, September 1984.

GARDNER, E.; GRAY, D. J.; O'RAHILLY, R. Coluna Vertebral. In _____. **Anatomia: Estudo regional do corpo humano**. 3^a ed. Rio de Janeiro: Ganabara Koogan, 1971.cap. 48, p. 529-564.

GELB, D. E.; LENKE, L. G.; BRIDWELL, K. H.; BLANKE, K.; MCENERY, K. W. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers. **Spine**, v. 20, n.12, p. 1351-1358, June 1995.

GEORGE, S. Z.; HICKS, G. E.; NEVITT, M. A.; CAULEY, J. A.; VOGT, M. T. The relationships between lumbar lordosis and radiologic variables and lumbar lordosis and clinical variables in elderly, african-american women. **Journal of Spine Disorders & Techniques**. v. 16, n. 2, p. 200-206, April 2003.

GUIGUI, P.; LEVASSOR, N.; RILLARDON, L.; WODECKI, P.; CARDINE, L. Physiological value of pelvic and spinal parameters of sagital balance: analysis of 250 healthy volunteers. **Revue Chirurgie Orthopédique et Reparatrice de l'Appareil Moteur**. v.89, n. 6, p. 496-506, Octobre 2003.

HARADA, T.; EBARA, S.; ANWAR, M. M.; KAJIURA, I.; OSHITA, S.; HIROSHIMA, K.; ONO, K. The lumbar spine in spastic diplegia. **The Journal of Bone and Joint Surgery [Br]**, v. 75-B, n. 4, p. 534-537, July 1993.

HAMMERBERG, E. M.; WOOD, K. B. Sagittal profile of the elderly. **Journal of Spinal Disorders and Techniques**. v. 16, n. 1, p. 44-50, February 2003.

HANSON, D. S.; BRIDWELL, K. H.; RHEE, J. M.; LENKE, L. G. Correlations of pelvic incidence with low- and high-grade isthmic spondilolisthesis. **Spine**, v. 27, n. 18, p. 2026-2029, September 2002.

HANSSON, T.; BIGOS, S.; BEECHER, P.; WORTLEY, M. The lumbar lordosis in acute and chronic low-back pain. **Spine**, v. 10, n. 02, p. 154-155, March 1985.

HARADA, T.; EBARA, S.; ANWAR, M. M.; KAJIURA, I.; OSHITA, S.; HIRISHIMA, K.; ONO, K. The lumbar spine in spastic diplegia – a radiografic study. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. v. 75-B, n. 4, p. 534-537, July 1993.

HARRISON, D. E.; HARRISON, D. D.; CAILLIET, R.; JANIK, T. J.; HOLLAND, B. Radiographic analysis of lumbar lordosis: centroid, Cobb, TRALL, and Harrison posterior tangent methods. **Spine**, v. 26, n. 11, p. E235-E242, June 2001.

HARRISON, D. D.; TADEUSZ, R. C.; JANIK, T.; TROYANOVICH, S. J.; HARRISON, D. E.; HOLLAND, B. Elliptical modeling of the sagittal lumbar lordosis and segmental rotation angles as a method to discriminate between normal and low back pain subjects. **Journal of Spinal Disorders**. v. 11, n. 5, p. 430-439, October 1998.

HERRING, J. A. Hyperlordosis. Instructional Case. **Journal of Pediatric Orthopedics**, v. 8, n. 1, p. 93-96, January-February 1988.

HOBSON, D. A.; TOOMS, R. E. Seated lumbar/pelvic alignment: a comparison between spinal cord-injured and noninjured groups. **Spine**, v. 17, n. 3, p. 293-298, March 1992.

HOSMAN, A. J.; LANGELOO, D. D.; KLEUVER, M.; ANDERSON, P. G.; VETH, R.; SLOT, G. H. Analysis of the sagittal plane after surgical management for Scheuermann's disease. **Spine**, v. 27, n. 2, p. 167-175, January 2002.

JACKSON, R. P.; KANEMURA, T.; KAWAKAMI, N.; HALES, C. Lumbopelvic lordosis and pelvic balance on repeated standing lateral radiographs of adult volunteers and untreated patients with constant low back pain. **Spine**, v. 25, n. 5, p. 575-586, March 2000.

JACKSON, R. P.; HALES, C. Congruent spinopelvic alignment on standing lateral radiographs of adult volunteers. **Spine**, v. 25, n. 21, p. 2808-2815, November 2000.

JACKSON, R. P.; MCMANUS, A. C. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size: a prospective controlled clinical study. **Spine**, v. 19, n. 14, p. 1611-1618, July 1994.

JACKSON, R. P.; PETERSON, M. D.; MCMANUS, A. C.; HALES, C. Compensatory spinopelvic balance over the hip axis and better reliability in measuring lordosis to the pelvic radius on standing lateral radiographs of adult volunteers and patients. **Spine**, v. 23, n. 16, p. 1750-1767, August 1998.

KAPANDJI, I. A. L'anatomie fonctionnelle du rachis lombo-sacré. **Acta Orthopædica Belgica**, t. 35, f. 3-4, p. 543-566, May-August 1969.

KEEGAN, J. J. Alterations of the lumbar curve related to posture and seating. **The Journal of Bone and Joint Surgery [Am]**, v. 35, n. 3, p. 589-603, October 1953.

KENDALL, H. O., KENDALL, F. P., BOYTON, D. A. Posture and pain. In_____. **The standard posture**. 1st ed. 4th impress. Baltimore: The Willians & Wilkins CO., 1963. cap. 1, p.5-14.

KOROVESSIS, P.; DIMAS, A.; ILIOPOULOS, P.; LAMBIRIS, E. Correlative analysis of lateral vertebral radiographic variables and medical outcomes study short-form health survey: a comparative study in asymptomatic volunteers versus patients with low back pain. **Journal of Spinal Disorders & Techniques**. v.15, n. 5, p. 384-390, October 2002

KOROVESSIS, P.; STAMATAKIS, M.; BAIKOUSIS, A. Segmental roentgenographic analysis of vertebral inclination on sagittal plane in asymptomatic versus chronic low back pain patients. **Journal of Spinal Disorders**, v. 12, n. 2, p. 131-137, April 1999.

KOROVESSIS, P. G.; STAMATAKIS, M. V.; BAIKOUSIS, A. G. Reciprocal angulation of vertebral bodies in the sagittal plane in an asymptomatic Greek population. **Spine**, v. 23, n. 6, p. 700-704, March 1998.

KUSLICH, S. D. Surgical treatment of lumbar degenerative disc disease: axial low back pain. In: VACARO, A. R., BETZ, R. R., ZEIDMAN, S. M. **Principles and Practice of Spine Surgery**. Philadelphia: Mosby, 2003. Chap. 28 p. 365-375.

LA GRONE, M. O. Loss of lumbar lordosis: a complication of spinal fusion for scoliosis. **The Orthopedic Clinics of North America**, v. 19, n. 2, p. 383-393, April 1988.

LEGAYE, J.; DUVAL-BEAUPÈRE, G.; HECQUET, J.; MARTY, C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. **European Spine Journal**, v. 7, n. 2, p. 99-103, 1998.

LORD, M. J.; SMALL, J. M.; DINSAY, J. M.; WATKINS, R. G. Lumbar lordosis: effects of sitting and standing. **Spine**, v. 22, n. 21, p. 2571-2574, November 1997.

LORDY, C.; ORIA, J.; AQUINO, J. T. Desenvolvimento do aparelho esquelético. In _____. **Embriologia humana e comparada: ontogênese e teratogênese**. 2^a ed. São Paulo: Melhoramentos, 1948. cap. 16, p. 1020-1088.

LOWE, T. G.; KASTEN, M. D. An analysis of sagittal curves and balance after Cotrel-Dubousset instrumentation for kyphosis secondary to Scheuermann's disease. A review of 32 patients. **Spine**, v. 19, n. 15, p. 1680-1685, August 1994.

MAC-THIONG, J. M.; BERTHONNAUD, E.; DIMAR, J. R.; BETZ, R. R.; LABELLE, H. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. **Spine**, v. 29, n. 15, p. 1642-1647, August 2004.

MAC-THIONG, J. M.; LABELLE, H.; CHARLEBOIS, M.; HUOT, M. P.; GUISE, J. A. Sagittal plane analysis of the spine and pelvis in adolescent idiopathic scoliosis according to the coronal curve type. **Spine**, v. 28, n. 13, p. 1404-1409, July 2003.

MANGIONE, P.; SENEGÁS, J. L'équilibre rachidien dans le plan sagittal. **Revue de Chirurgie Orthopedique**, v. 83, n. 1, p. 22-32, 1997.

MARTY, C.; BOISAUBERT, B.; DESCAMPS, H.; MONTIGNY, J. P.; HECQUET, J.; LEGAYE, J.; DUVAL-BEAUPÈRE, G. The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants, and spondylolisthesis patients. **European Spine Journal**, v. 11, n. 2, p. 119-125, April 2002.

MOONEY III, J. F.; MILLIS, M. B. Spinal deformity after selective dorsal rhizotomy in patients with cerebral palsy. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 364, p. 48-52, July 1999.

MOORE, K. L.; DADLEY II, A. F. Dorso. In _____. **Anatomia orientada para a clínica**. 4^a ed. Tradução Alexandre Lins Werneck, Wilma Lins Werneck e Hécio Werneck. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. cap .4, p.379-443.

MOSNER, E. A.; BRYAN, J. M.; STULL, M. A.; SHIPPEE, R. A comparison of actual and apparent lumbar lordosis in black and white adult females. **Spine**, v. 14, n. 3, p. 310-314, March 1989.

MURATA, Y.; TAKAHASHI, K.; YAMAGATA, M.; HANAOKA, E.; MORIYA, H. The knee-spine syndrome: association between lumbar lordosis and extension of the knee. **The Journal of Bone and Joint Surgery [Br]**, v. 85, n. 1, p. 95-99, January 2003.

MURATA, Y.; TAKAHASHI, K.; HANAOKA, E.; UTSUMI, T.; YAMAGATA, M.; MORIYA, H. Changes in scoliotic curvature and lordotic angle during the early phase of degenerative lumbar scoliosis. **Spine**, v. 27, n. 20, p. 2268-2273, October 2002.

PANATTONI, G. L.; TODROS, T. Postural aspects of the human fetal spine: morphometric and functional study. **Panminerva Medica**, v. 30, n. 4, p. 250-253, October-December 1988.

PANJABI, M. M.; WHITE III, A. A.; BRAND JR, R. A. A note on defining body parts configurations. **Journal of Biomechanics**, v. 7, n. 4, p. 385-387, August 1974.

PELKER, R. R.; GAGE, J. R. The correction of idiopathic lumbar scoliosis and lumbar lordosis. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 163, p. 199-2001, March 1982.

POLLY Jr, D. W.; KILKELLY, F. X.; MCHALE, K. A.; ASPLUND, L. M.; MULLIGAN, M.; CHANG, A. S. Measurement of lumbar lordosis: evaluation of intraobserver, interobserver, and technique variability. **Spine**, v. 21, n. 13, p. 1530-1536, July 1996.

PRIETO, L.; LAMARCA, R.; CASADO, A. La evaluación de la fiabilidad em las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. **Medicina Clínica**, v. 110, n. 4, p. 142-145, Febrerero 1998.

PROPST-PROCTOR, S. L.; BLECK, E. Radiographic determination of lordosis and kyphosis in normal and scoliotic children. **Journal of Pediatric Orthopedics**, v. 3, n. 3, 344-346, July 1983.

RAJNICS, P.; TEMPLIER A.; SKALLI, W.; LAVASTE, F.; ILLÉS, T. The association of sagittal spinal and pelvic parameters in asymptomatic persons and patients with isthmic spondylolisthesis. **Journal of spinal Disorders & Techniques**. v. 15, n. 1, p. 24-30, February 1992.

RAJNICS, P.; TEMPLIER, A.; SKALLI, W.; LAVASTE, F.; ILLES, T. The importance of spinopelvic parameters in patients with lumbar disc lesions. **International Orthopaedics**, v. 26, n. 2, p. 104-108, 2002.

RILLARDON, L.; LEVASSOR, N.; GUIGUI, P.; WODECKI, P.; CARDINNE, L.; TEMPLIER, A.; SKALLI, W. Validation d'un outil de mesure des paramètres pelviens et rachidiens de l'équilibre sagittal du rachis. **Revue de Chirurgie Orthopédique**, v. 89, n. 3, p. 218-227, Mai 2003.

ROSS, J. S.; WILSON, K. J. W. The skeleton. In _____. **Foundations of Anatomy and physiology**. 5th ed. New York: Churchill Livingstone, 1981. chap. 16, p. 243-263.

ROUSSOULY, P.; BERTHONNAUD, E.; DIMNET, J. Analyse géométrique et mécanique de la lordose lombaire dans une population de 160 adultes asymptomatiques: essai de classification. **Revue de Chirurgie Orthopédique**. v. 89, n. 7, p. 632-639, Novembre 2003.

SHAPIRO, F.; SPECHT, L.; KORF, B. R. Locomotor problems in infantile facioscapulohumeral muscular dystrophy: retrospective study of 9 patients. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, v. 62, n. 4, p. 367-371, August 1991.

SPLITHOFF, C. A. Lumbosacral junction: roentgenographic comparison of patients with and without backages. **Journal of the American Medical Association**, v. 152, n. 17, p. 1610-1613, August 1953.

STAGNARA, P.; DE MAUROY, J. C.; DRAN, G.; GONON, G. P.; COSTANZO, G.; DIMNET, J.; PASQUET, A. Reciprocal angulation of vertebral bodies in a sagittal plane: approach to references for the evaluation of kyphosis and lordosis. **Spine**, v. 7, n. 4, p. 335-342, July-August 1982.

TORGERSON, W. R; DOTTER, W. E.. Comparative roentgenographic study of the asymptomatic and symptomatic lumbar spine. **The Journal of Bone and Joint Surgery [Am]**, v. 58, n. 6, p. 850-853, September 1976.

TROYANOVICH, S. J.; CAILLIET, R.; JANIK, T. J.; HARRISON, D. D.; HARRISON, D. E. Radiographic mensuration characteristics of the sagittal lumbar spine from a normal population with a method to synthesize prior studies of lordosis. **Journal of Spinal Disorders**, v. 10, n. 5, p. 380-386, October 1997.

TÜZÜN, C.; YORULMAZ, I.; CINDAS, A.; VATAN, S. Low back pain and posture. **Clinical Rheumatology**, v. 18, n. 4, p. 308-312, 1999.

VAZ, G.; ROUSSOULY, P.; BERTHONNALUD, E.; DIMNET, J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. **European Spine Journal**, v. 11, n. 2, p. 80-87, February 2002.

VEDANTAM, R.; LENKE, L. G.; KEENEY, J. A.; BRIDWELL, K. H. Comparison of standing sagittal spinal alignment in asymptomatic adolescents and adults. **Spine**, v. 23, n. 2, p. 211-215, January 1998.

VEDANTAM, R.; LENKE, L. G.; BRIDWELL, K. H.; LINVILLE, D. L.; BLANKE, K. The effect of variation in arm position on sagittal spinal alignment. **Spine**, v. 25, n. 17, p. 2204-2209, September 2000.

VIALLE, R.; LEVASSOR, N.; RILLARDON, L.; TEMPLIER, A.; SKALLI, W.; GUIGUI, P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. **The Journal of Bone and Joint Surgery [Am]**, v. 87, n. 2, p. 260-267, February 2005.

VIDAL, J.; MARNAY, T. Déviations sagittales du rachis, essai de classification en fonction de l'équilibre pelvien. **Revue de Chirurgie Orthopédique**, v. 70(suppl), n. 2, p. 124-126, Novembre 1984.

VILARRUBIAS, J. M.; GINEBRED, I.; JIMENO, E. Lengthening of the lower limbs and correction of lumbar hyperlordosis in achondroplasia. **Clinical Orthopaedic and Related Research**, n. 250, p. 143-149, January 1990.

VOUTSINAS, S. A.; MACEWEN, G. D. Sagittal profiles of the spine. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 210, p. 235-242, September 1986.

WAMBOLT, A.; SPENCER, D. L. Analyses of the distribution of the lumbar lordosis in the normal spine. **Orthopaedics Transactions**, v.11, p. 92-93, 1987.

WHITE III, A. A.; PANJABI, M. M. **Clinical Biomechanics of the Spine**. JB Lippincott Company, Philadelphia, 1978, p. 1.

WINTER, R. B.; HALL, J. E. Kyphosis in childhood and adolescence. **Spine**, v. 3, n. 4, p. 285-308, December 1978.

WODECKI, P.; GUIGUI, P.; HANOTEL, M. C.; CARDINE, L.; DEBURGE, A. Équilibre sagittal du rachis: étude comparative entre une population de footbaleurs et sujets non-sportifs. **Revue de Chirurgie Orthopédique**, v. 88, n. 4, p. 328-336, June 2002.

WRIGHT, J. G, BELL, D. Lumbosacral joint angles in children. **Journal of Pediatric Orthopedics**. v. 11, p. 748-751, November-December 1991.