

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DANÇA
LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Nayane Martins Giraldi

**ANÁLISE DA POSTURA DA COLUNA VERTEBRAL NO *SIRSHASANA*, UMA
POSTURA INVERTIDA DE YOGA COM APOIO SOBRE A CABEÇA**

Goiânia
2014

Nayane Martins Giraldi

**ANÁLISE DA POSTURA DA COLUNA VERTEBRAL NO *SIRSHASANA*, UMA
POSTURA INVERTIDA DE YOGA COM APOIO SOBRE A CABEÇA**

Monografia apresentada à Faculdade de
Educação Física e Dança da Universidade
Federal de Goiás como requisito para
finalização do curso de Licenciatura em
Educação Física

Orientador: Prof. Dr. Mário Hebling Campos

Goiânia
2014

Nayane Martins Girdali

**ANÁLISE DA POSTURA DA COLUNA VERTEBRAL NO *SIRSHASANA*, UMA
POSTURA INVERTIDA DE YOGA COM APOIO SOBRE A CABEÇA**

Esta monografia foi aprovada em sua forma final

Goiânia, 04 de dezembro de 2014.

Este trabalho é dedicado ao meu namorado Oromar Augusto, à minha mãe Leomar, ao meu pai Hugo, ao meu irmão Victor e a todos os meus animais de estimação.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, antes de tudo, a divindade em todas as suas formas e que está presente em todos os seres.

À todos os mestres que compartilharam seus conhecimentos e sabedoria com o universo. Aos que puderam me ensinar de um jeito ou de outro o que eu precisava aprender.

Agradeço de coração a todos os meus professores e mestres, sejam eles de Yoga, Reiki, Ayurveda, entre outros, que de alguma maneira me inspiraram ou me colocaram no caminho que eu deveria seguir.

À todos os meus professores de Educação Física que tiveram um papel muito importante na minha formação acadêmica e também na minha formação humana. Aqui não citarei nomes, pois a lista é grande. Aos que foram mais importantes para mim, saibam o quanto tenho carinho e estima por vocês.

Agradeço também a todos os funcionários da FEFD que sempre foram muito prestativos e educados comigo. Gratidão maior ainda àqueles que sempre cuidaram de todos os animais que apareceram por lá.

Agradeço com toda minha sinceridade ao meu orientador Mário Hebling Campos, sem o qual este trabalho não seria possível. Obrigada por toda a ajuda, tempo, paciência e por compartilhar comigo seu conhecimento. Saiba que o admiro muito.

Obrigada também aos monitores do LAMOVH (Laboratório de Avaliação do Movimento Humano) João Pedro e Eduardo, que me ajudaram demais com este trabalho.

À Priscilla de Cesaro Antunes que teve papel fundamental no meu caminho pelo Yoga, abrindo portas para o conhecimento e também na universidade para que eu pudesse participar do projeto de extensão de Yoga.

Aproveito também para agradecer a todas as minhas colegas monitoras que passaram pelo projeto e que compartilharam boas experiências comigo, em especial a Heloísa e Nathalia as quais me permitiram compartilhar também uma amizade.

À todos os meus alunos e alunas de Yoga, tenho enorme gratidão por todos. Saibam que vocês me auxiliam e me inspiram cada dia mais a seguir este caminho que tanto gosto. Guardo todos vocês no meu coração.

Aos companheiros de estágio, os quais tive o prazer de compartilhar grande parte do meu tempo. Com vocês a disciplina se tornou algo muito mais cativante.

Aos meus amigos sou grata todos os dias, pois vocês dão mais brilho e alegria para minha vida. Espero que vocês façam parte de toda a minha vida. Quero agradecer especialmente à: Johelma, Poliana, Rafael, Denner, Kátia, Élcio, Leonardo e Alison.

À família do meu namorado que sempre me acolheu aqui em Goiânia e fez com que eu me sentisse em casa. Sempre me apoiaram e me ajudaram diversas vezes.

A toda minha família sou grata por tudo. Quero agradecer especialmente à minha mãe Leomar, meu pai Hugo e meu irmão Victor. Pois vocês são muito importantes pra mim. Se não fosse por vocês, eu não seria quem eu sou, nem estaria onde estou hoje. Obrigada pelas oportunidades que vocês me proporcionaram e continuam proporcionando. Amo muito vocês.

Agradeço imensamente ao meu namorado Oromar Augusto por simplesmente tudo. Não há como dizer ao que sou grata especificamente, pois desde o momento em que você começou a fazer parte do meu caminho você me ajudou em todos os sentidos. Sempre me apoiou, me respeitou e me amou da mesma maneira como eu te amo.

Sou grata também aos meus animais que me fazem companhia o tempo todo e que amo infinitamente.

Agradeço pela oportunidade de ser quem eu sou.

Namastê!

"Entrego, confio, aceito e agradeço."

(Prof. Hermógenes)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a postura vertebral durante a execução do *sirshasana*, um ásana invertido de Yoga. Participaram voluntariamente deste estudo, 11 pessoas ($63,0 \pm 11,4$ kg; $166,4 \pm 8,0$ cm; $29,4 \pm 8,8$ anos) que eram capazes de realizar a referida postura. Marcadores adesivos, retrorrefletivos, planos, retangulares (8 x 12mm) foram colocados na pele para identificar os processos espinhosos das vértebras e outros pontos anatômicos de interesse no dorso. Cada voluntário realizou a marcha na esteira ergométrica a 5,0 km/h, a postura ortostática e o *sirshasana*. O nível de habilidade de execução do *sirshasana* foi avaliado por meio de análise qualitativa das filmagens e cada voluntário foi classificado como praticante em nível avançado ou intermediário. Durante as atividades, os marcadores dorsais foram registrados por 3 filmadoras mini-DV Panasonic NV-GS320. Por meio do *software Dynamic Posture*, os marcadores foram rastreados e suas posições foram reconstruídas tridimensionalmente com o método Direct Linear Transformation (DLT). A postura da coluna vertebral em um instante registrado durante a execução do *sirshasana* foi comparada com um instante na postura ortostática e com a postura média registrada durante a marcha. Sobre a projeção dos pontos da coluna no plano frontal e no plano sagital do tronco, foi ajustada uma função polinomial de grau 8, pelo método dos quadrados mínimos. Para caracterizar a postura da coluna vertebral de cada voluntário, nas três atividades estudadas, foi calculado o pico de curvatura geométrica bidimensional nas regiões lombar e torácica, nos planos frontal e sagital. Esses dados foram analisados no *software Matlab*®, no qual foram calculados valores mínimos, máximos, médios e desvio padrão, foram construídos gráficos do tipo *boxplot*, foi aplicado o teste Kolmogorov-Smirnov que indicou distribuição normal dos dados ($p > 0,05$), foram realizadas análises de variância com critério de classificação ($p < 0,05$) e posterior análise de comparações múltiplas de Tukey-Kramer, quando diferenças significativas foram constatadas entre os dados. Os participantes apresentaram maiores desvios laterais (picos de curvatura no plano frontal), na região torácica, ao executar o *sirshasana* do que ao caminhar ou ficar em posição ortostática. Na região lombar, no plano sagital, a curvatura geométrica no *sirshasana* foi menor do que na postura média da marcha e postura ortostática. Esses dados sugerem haver um aumento da carga interna na coluna torácica e diminuição da mesma na região lombar ao executar o *sirshasana*, em comparação com a postura ereta. Os dados indicaram ainda uma tendência de que o grupo avançado tenha diminuição dos desvios laterais na coluna vertebral durante a postura ortostática, contudo, neste caso sem significância estatística. Futuros estudos com maior número de participantes poderão esclarecer se há realmente essa transferência benéfica da prática do yoga para a postura ortostática e outras atividades da vida diária.

Palavras-chave: *sirshasana*; postura vertebral; yoga; lombar; torácica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Sirshasana</i> - Ilustração: (http://3.bp.blogspot.com/_yfZBZ0uyFyY/S-P89bfIMII/AAAAAAAAAEos/cQRH_ZmwX9g/s400/Sirshasana.gif . Acesso em 23 jul. 2013).	15
Figura 2 - Etapas do <i>Sirshasana</i> Adaptado de Hermógenes (s/d, Foto 70 - A31, Foto 71 - A32, Foto 72 - A32) - As figuras, da esquerda para a direita, representam uma sequência para se entrar na postura do <i>sirshasana</i>	23
Figura 3 - Coluna Vertebral (NETTER, 2004) - Regiões e curvaturas da coluna vertebral.....	25
Figura 4 - Localização do disco intervertebral (NETTER, 2004) - Vértébras lombares, articuladas, vista lateral esquerda.	27
Figura 5 - Disco intervertebral (NETTER, 2004) - Anel fibroso e núcleo pulposo...28	
Figura 6 - Curva de deslocamento de carga, ilustração de Panjabi (2003, p. 373) - Na figura A (à esquerda) está a curva não linear que descreve a curva de deslocamento de carga. O eixo vertical é a carga, e o eixo horizontal é o deslocamento. O partir do ponto central pode se deslocar para fazer uma extensão ou se deslocar para fazer uma flexão, dentro da amplitude de movimento (ROM). Partindo desse ponto central conforme vai aumentando o deslocamento se aumenta a carga exercida nas vértebras. A região onde a carga é menor é chamada de zona neutra (NZ). Quando vai saindo dessa zona a carga vai ficando cada vez maior. E na figura B (à direita) o autor faz uma analogia com uma tigela na qual se colocaria uma bola dentro. A parte mais próxima ao fundo da tigela, onde necessitaria de um esforço menor para deslocar a bola, seria a zona neutra. Conforme fosse indo em direção a borda da tigela, necessitaria de um esforço maior para deslocar a bola, essa região seria a amplitude de movimento.....	30
Figura 7 - Representação de diferentes estabilidades da coluna, ilustração de Panjabi (2003, p. 374) - A forma das taças representam a estabilidade da coluna vertebral. A taça mais profunda representa uma coluna mais estável, bem como uma amplitude de movimento e uma zona neutra menor. Já a taça mais rasa representa uma coluna menos estável, e tem uma amplitude de movimento e a zona neutra maiores.	31
Figura 8 - Zona neutra, ilustração de Scannel e McGill (2003, p. 914) - O grupo 1 representa os sujeitos com hipolordose, 2 os sujeitos controle e 3 os sujeitos com hiperlordose. A área preta delimita a zona neutra. As três atividades estudadas são representadas	

pelos seguintes sinais: o sinal que parece uma cruz representa a pessoa sentada, o triângulo representa a pessoa parada na posição ortostática e o círculo representa a marcha. Esses símbolos são colocados na figura conforme a posição da lombar. É possível perceber que em todos os casos apresentados, os sujeitos ao estarem sentados se encontram fora da zona neutra. Em pé, na postura ortostática, os grupos 1 e 2 se mantiveram dentro da zona neutra. E para todos os grupos os sujeitos estiveram dentro da zona neutra durante a marcha. Sendo assim a marcha parece ser um bom indício para estimar a zona neutra da coluna vertebral. ...32

Figura 9 - Marcação dorsal utilizada nos voluntários - A ordem dos marcadores se inicia da esquerda para a direita, de baixo para cima nos bilaterais, depois de baixo para cima nos marcadores centrais.....37

Figura 10 - Posicionamento das câmeras de vídeo em relação à esteira adaptado de Campos (2010, p. 75) - A figura representa a distância e posicionamento das câmeras em relação a esteira. É apresentado também o sistema de coordenadas adotadas, no caso, x, y, z.39

Figura 11 - Fios de prumos e marcadores da calibração - Os 4 prumos estão nomeados em branco, e os pontos que são utilizados na marcação estão em vermelho, sendo que ao total foram utilizados 26 pontos. As coordenadas desses pontos são previamente mensuradas.40

Figura 12 - Exemplo de gráfico de *Boxplot* - Nos gráficos do tipo *boxplot* no quartil superior (Q3) estão 25% dos valores, no quartil inferior (Q1) também estão 25% dos valores. Entre os quartis, na área limitada pelo retângulo, estão 50% dos valores. Sendo que em alguns casos, pode ser que se tenha a presença de um ou mais valores fora do padrão, que são chamados de *outliers*.47

Figura 13 - Região torácica frontal - Esse é um gráfico do tipo *boxplot* que representa a curvatura geométrica no plano frontal, na região torácica, de todos os voluntário nas três atividades estudadas, marcha e postura ortostática e *sirshasana*. A curvatura geométrica foi maior no *sirshasana*, depois na marcha e por último na postura ortostática. O eixo x representa a curvatura geométrica (m^{-1}) e o eixo y representa as três atividades estudadas. ...55

Figura 14 - Região torácica sagital - Esse é um gráfico do tipo *boxplot* que representa a curvatura geométrica no plano sagital, na região torácica, de todos os voluntário nas três atividades estudadas, marcha e postura ortostática e *sirshasana*. A media da curvatura geométrica foi menor no *sirshasana*, depois na marcha e por último na postura ortostática. O eixo x representa a curvatura geométrica (m^{-1}) e o eixo y representa as três atividades estudadas.....56

Figura 15 - Região lombar frontal - Esse é um gráfico do tipo *boxplot* que representa a curvatura geométrica no plano frontal, na região lombar, de todos os voluntários nas três atividades estudadas, marcha e postura ortostática e *sirshasana*. A média da curvatura geométrica foi maior na marcha e na postura ortostática com o mesmo valor, depois no *sirshasana*, porém os valores se mantiveram muito próximos. O eixo x representa a curvatura geométrica (m^{-1}) e o eixo y representa as três atividades estudadas.57

Figura 16 - Região lombar sagital - Esse é um gráfico do tipo *boxplot* que representa a curvatura geométrica no plano sagital, na região lombar, de todos os voluntários nas três atividades estudadas, marcha e postura ortostática e *sirshasana*. A curvatura geométrica foi maior no *sirshasana*, depois na marcha e por último na postura ortostática. Houve a presença de um *outlier*, um valor fora do padrão, no *sirshasana*. O eixo x representa a curvatura geométrica (m^{-1}) e o eixo y representa as três atividades estudadas.59

Figura 17 - Ajuste sagital e curvatura sagital - O gráfico à esquerda representa o ajuste sagital e o gráfico à direita representa a curvatura sagital, do voluntário 3. Foi feito um gráfico desse para cada voluntário. Esse gráfico se aproxima dos resultados encontrados, sendo que na região lombar o pico de curvatura é menor no *sirshasana*, depois na marcha e por último na postura ortostática. Na região torácica o pico de curvatura foi menor na postura ortostática, seguido pela marcha e por último no *sirshasana*.60

Figura 18 - Gráfico da região lombar no plano frontal de comparação entre o grupo intermediário e avançado durante a postura ortostática - Gráfico do tipo *boxplot* durante a postura ortostática. O grupo intermediário foi composto por 6 voluntários que obtiveram nota 2 ou 3, o grupo avançado foi composto por 5 voluntários que obtiveram nota 4 ou 5 no nível de habilidade de execução do *sirshasana*. Pode-se observar que a curvatura geométrica foi maior no grupo intermediário do que no avançado, isso representa que o grupo avançado tem menos desvios laterais na região lombar do que o grupo intermediário.64

Figura 19 - Gráfico da região torácica no plano frontal de comparação entre o grupo intermediário e avançado durante a postura ortostática - Gráfico do tipo *boxplot* durante a postura ortostática. O grupo intermediário foi composto por 6 voluntários que obtiveram nota 2 ou 3, o grupo avançado foi composto por 5 voluntários que obtiveram nota 4 ou 5 no nível de habilidade de execução do *sirshasana*. Pode-se observar que a curvatura geométrica foi maior no grupo intermediário do que no avançado, isso representa que o grupo avançado tem menos desvios laterais na região torácica do que o grupo intermediário.65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos voluntários.....	49
Tabela 2 - Resultado do questionário SF - 36 - A tabela apresenta o resultado de cada um dos oito domínios em que o questionário é dividido de cada um dos voluntários. A pontuação de cada domínio varia de 0 à 100, onde 0 é o pior estado e 100 o melhor estado possível. A pontuação de cada domínio é individual.	50
Tabela 3 - Resultado do questionário Roland-Morris de Incapacidade - A pontuação desse questionário varia de 0 à 24, onde 0 representa a menor incapacidade e 24 representa a maior incapacidade.	51
Tabela 4 - Resultado do nível de habilidade de execução do Sirshasana - A pontuação varia de 1 à 5, onde 1 significa que o voluntário tem muita dificuldade e 5 significa que o voluntário tem o mínimo de dificuldade.....	52
Tabela 5 - Pico Das Curvaturas - Essa tabela apresenta os dados de média, desvio padrão, valor mínimo e máximo em cada plano e região da coluna, para as 3 atividades: marcha, postura ortostática e sirshasana.	53
Tabela 6 - Postura Ortostática Plano Frontal - Dados dos desvios laterais em função do nível de habilidade de execução do sirshasana. Os voluntários foram divididos em dois grupos, intermediário e avançado, conforme o nível de habilidade de execução do sirshasana. De acordo com essa divisão , foram apresentados na tabela os dados de média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo de cada grupo.	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVO GERAL.....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 UM POUCO SOBRE YOGA.....	18
2.2 <i>SIRSHASANA</i> , UM ÁSANA INVERTIDO	21
2.3 ANÁLISE DA POSTURA VERTEBRAL	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1 RECURSOS TECNOLÓGICOS UTILIZADOS NA PESQUISA	34
3.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA.....	35
3.3 COLETA DE DADOS	36
3.4 RECONSTRUÇÃO 3D	38
3.5 CURVATURA GEOMÉTRICA	41
3.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA DOS PARTICIPANTES	43
3.7 AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE INCAPACIDADE	44
3.8 AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE HABILIDADE DE EXECUÇÃO DO <i>SIRSHASANA</i>	44
3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	48
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	48
4.2 ANÁLISE DA CURVATURA	53
4.3 ANÁLISE DOS DESVIOS LATERAIS EM FUNÇÃO DO NÍVEL DE HABILIDADE DE EXECUÇÃO DO <i>SIRSHASANA</i>	62
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS	69
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	73
APÊNDICE B - AJUSTE SAGITAL E CURVATURA SAGITAL DOS VOLUTÁRIOS ..	75
ANEXO A - QUESTIONÁRIO ROLAND-MORRIS DE INCAPACIDADE.....	81
ANEXO B - QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA SF - 36	82

ANEXO C - CÁLCULO DOS ESCORES DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE	
VIDA	85

1. INTRODUÇÃO

Em 2005, o número de praticantes de Yoga nos Estados Unidos era de 16,5 milhões (IAYT, 2006). De fato, pode-se estimar que milhares de pessoas praticam o Yoga em todo o mundo com fins diversos como a busca por relaxamento corporal, bem estar emocional, o despertar da espiritualidade e melhoras biofisiológicas (ANANDA MARGA, 2004). O Yoga é adotado no tratamento da dor lombar (SOROSKY; STILP; AKUTHOTA, 2007) e estudos mostraram que a sua prática está associada a importantes benefícios para a coluna vertebral como a diminuição da degeneração de discos intervertebrais ao longo da vida (JENG et al., 2010) e a diminuição da cifose (GREENDALE et al., 2009) e melhora da postura escapular (WANG et al., 2012) em pessoas com hipercifose.

Um dos aspectos que fundamentam o Yoga é a prática de *ásanas*, que são exercícios realizados em situações dinâmicas ou posturas estáticas, em isometria, durante um tempo determinado de acordo com o nível de habilidade do praticante (ANANDA MARGA, 2004). Dentre as posturas estáticas, uma das mais complexas é o *sirshasana*, que implica em permanecer em posição ereta invertida, com o corpo equilibrado e apoiado sobre a cabeça e membros superiores. Trata-se de um exercício complexo que propicia exigências desafiadoras do ponto de vista postural, em especial para a coluna vertebral. Praticantes relatam haver um “alívio” para a região lombar, contudo os exercícios do Yoga com apoio sobre a cabeça estão entre aqueles com maiores incidências de lesões (CRAMER; KRUCOFF; DOBOS, 2013; PENMAN et al., 2012).

A porção anterior, da parte flexível da coluna vertebral (cervical, torácica e lombar), é constituída pelos corpos vertebrais e discos intervertebrais, responsáveis pela sustentação do peso acumulado das estruturas que estão acima deles. Tanto os discos quanto os e corpos aumentam de diâmetro e altura em direção caudal, possibilitando que as vértebras inferiores suportem maiores cargas mecânicas. Do ponto de vista biomecânico, pode-se considerar que a coluna vertebral é projetada para permanência na postura ereta. Considerando que o centro de massa corporal fica aproximadamente na altura da segunda vértebra lombar (ZATSIORSKY, 2002), durante o *sirshasana*, as regiões cervical e torácica precisam apoiar uma massa maior do que o habitual em posição ortostática, o que pode sobrecarregar essas regiões e levar a alterações posturais locais. Por outro lado, a região lombar inferior deve apoiar menor massa, o que também pode gerar efeitos imediatos na postura desta região.

As curvaturas vertebrais estão diretamente ligadas ao comportamento das forças internas aplicadas na estrutura. Curvaturas moderadas apresentadas no plano sagital minimizam as cargas geradas na coluna em situações em que ela é submetida a forças compressivas (ADAMS et al., 1994; SRBINOSKA et al., 2013). A curvatura ideal no plano sagital pode ser aquela que esteja dentro da zona neutra (PANJABI, 2003). Por outro lado, no plano frontal, desvios laterais no alinhamento da coluna podem gerar aplicações assimétricas de carga na estrutura vertebral, embora sejam comuns pequenos desvios, mesmo em pessoas assintomáticas (CONNOLLY e MICHAEL, 1984; SAUNDERS et al., 2005).

Conhecer o comportamento das curvaturas vertebrais no *sirshasana* pode contribuir para o estabelecimento de parâmetros objetivos para sua prática e prescrição, contudo não foram encontrados trabalhos com essa finalidade na literatura especializada.

Neste trabalho, a postura vertebral das regiões torácica e lombar foram analisadas durante a prática do *ásana* invertido de Yoga, *sirshasana*.



Figura 1 - Sirshasana - Ilustração: (http://3.bp.blogspot.com/_yfZBZ0uyFyY/S-P89bfIMII/AAAAAAAAEos/cQRH_ZmwX9g/s400/Sirshasana.gif. Acesso em 23 jul. 2013).

A motivação para a escolha deste tema de pesquisa se deu ao fato de se encontrar em várias fontes os benefícios do *sirshasana*. Por exemplo, alguns alunos praticantes de Yoga relataram que durante a execução deste *ásana* há um alívio muito grande nas dores lombares. Inclusive, recorrendo à literatura que aborda a prática do yoga sob um ponto de vista místico e

espiritual, encontram-se referências sugerindo que o *sirshasana* promove o rejuvenescimento de órgãos, glândulas e tecidos (FIRMINO, 2004), também acalma o sistema nervoso, estimula a circulação, equilibra o sistema hormonal (BROWN, 2009; HERMÓGENES, s/d). Todos esses benefícios ainda não puderam ser estudados por métodos científicos conservadores e tradicionais, o que poderia trazer importantes informações para os praticantes e professores de yoga. O presente estudo se propôs a colaborar com este desenvolvimento. .

Pelos motivos expostos nesta introdução, este trabalho teve por objetivo analisar a postura da coluna vertebral durante a execução do *sirshasana*.

1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a postura da coluna vertebral durante a execução do *sirshasana*, um *ásana* invertido de Yoga.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o pico de curvatura na região lombar e torácica, no plano frontal e sagital.
- Comparar a curvatura da coluna apresentada no *sirshasana* com a postura neutra apresentada na marcha e a postura ortostática.
- Investigar se há relação entre o nível de habilidade de execução do *sirshasana* e os desvios laterais da coluna vertebral apresentados na postura ortostática.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção do trabalho monográfico, foi apresentada uma breve revisão da literatura especializada, baseada em trabalhos encontrados em pesquisas realizadas em bases de dados, periódicos científicos e livros da área.

Utilizando a palavra *sirshasana* como termo de busca não foram encontrados resultados nas seguintes fontes: Revista Pensar a Prática, Revista Brasileira de Ciências do Esporte, Revista Movimento, Biblioteca Brasileira de Teses e Dissertações, Repositório Digital LUME UFRGS.

No Portal de Periódicos CAPES/MEC foram encontrados 5 resultados para o termo *sirshasana*, entretanto nenhum se refere a análise postural. Para os termos análise postural Yoga, foram encontrados 3 resultados, nos quais somente 1 tem alguma relação com análise postural, intitulado de "Influência da prática virtual de Yoga sobre o controle postural de mulheres idosas utilizando o Nintendo Wii".

Em uma pesquisa realizada no SciELO (*Scientific Library Online*), limitada ao Brasil, com os termos: análise postura vertebral *sirshasana*; análise postura vertebral Yoga; *sirshasana*, não foram encontrados resultados. Para o termo Yoga foram encontrados 20 resultados dos quais nenhum se propôs estudar de alguma forma a postura vertebral.

No *Journal of Biomechanics* não foi encontrado resultado utilizando o termo de busca Yoga, nem o termo *sirshasana*.

Verificando o PubMed (*US National Library of Medicine National Institutes of Health*) foram encontrados 2736 resultados para a palavra Yoga, 6 resultados para as palavras Yoga vertebral posture e 8 resultados para a palavra *sirshasana*.

A grande maioria dos trabalhos encontrados referentes ao Yoga tratavam-se de estudos relacionados a fatores hemodinâmicos, como, por exemplo, a verificação da frequência cardíaca e a pressão sistólica e diastólica. Bem como os seguintes trabalhos que foram encontrados no PubMed: "*Effect of Yogasana practice on systolic time intervals*"; "*Additional benefit of Yoga to standard lifestyle modification on blood pressure in prehypertensive subjects: a randomized controlled study*"; "*Comparative immediate effect of different Yoga asanas on heart rate and blood pressure in healthy young volunteers*"; entre diversos outros estudos.

Também no PubMed em relação a pesquisas relacionadas ao *sirshasana* foram encontrados estudos relacionados aos olhos, bem como os estudos intitulados como:

"Intraocular Pressure Changes and Ocular Biometry during Sirsasana Headstand Posture) in Yoga Practitioners"; "Central retinal vein occlusion following Sirsasana (headstand posture)"; Progressive optic neuropathy in congenital glaucoma associated with the Sirsasana Yoga posture"; "Progression of glaucoma associated with the Sirsasana (headstand) Yoga posture", entre outros.

Foram encontrados também estudos relacionados a região cervical e o *sirshasana*, como os seguintes estudos apontados pelo PubMed: *"Sirsasana (headstand) pose causing compressive myelopathy with myelomalacia"; "Compressive Cervical Myelopathy Due To Sirsasana, A Yoga Posture: A Case Report"*. Porém não foram encontrados estudos da região torácica e lombar.

Portanto pode-se dizer que a análise da postura vertebral torácica e lombar do *ásana sirshasana* é um estudo de um tema que ainda não foi abordado. Para referenciar e embasar o mesmo, foram utilizadas literaturas da área de Yoga e literaturas referentes a área de análise da postura vertebral.

2.1 UM POUCO SOBRE YOGA

A palavra Yoga tem sua origem em uma língua denominada de sânscrito. A raiz da sua palavra é *Yuj*, que traz na maioria das vezes o significado de união. Então a essência do Yoga se baseia na união, mas em união baseada na integralização do ser.

Ao procurarmos uma abordagem do Yoga que proporcione um entendimento inicial da prática, torna-se necessário uma breve abordagem acerca de sua história e origens. Para tanto, foram apresentadas algumas ideias básicas, mas de grande importância na compreensão do Yoga como prática corporal advinda de uma cultura diferente e milenar, a cultura indiana.

Na sociedade indiana, a religião predominante é a hindu, com um conceito panteísta de Deus. Gaarder (2005, p.52 *apud* BAIMA 2010, p.29) afirma que "a divindade não é um ser pessoal, mas uma força, uma energia que permeia tudo: os objetos inanimados, as plantas, os animais e os homens". O Yoga tem profunda relação com o hinduísmo, mas o praticante não precisa ser necessariamente hindu. Pessoas com as mais diversas crenças podem praticar, e isso proporciona uma maior difusão na sociedade.

Segundo Kupfer (2000) não se sabe ao certo a origem do Yoga, mas sua história está diretamente ligada a história da Índia. Livros antigos e sagrados como os *Vedas*, escritos como os *Upanishads* e o *Bhagavad Gitá* citam a prática em diversas passagens.

Para compreendermos melhor o Yoga e a sua relação com as pessoas e com o corpo é necessário o entendimento de que o conceito de corpo que perpassa pelo universo do Yoga é um conceito diferente do que o que se tem na cultura ocidental.

O corpo no ocidente é dicotomizado, separa-se corpo e mente. O corpo é entendido como uma composição de músculos, ossos e outras estruturas. No entendimento do Yoga o corpo não é separado da mente, nem visto somente em suas estruturas anatomofisiológicas. "O corpo físico tem um correspondente sutil que não é feito de matéria grosseira, mas de uma substância mais refinada, uma energia" (FEUERSTEIN, 2001, p.427).

Segundo Feuerstein (2001) existem no corpo sutil os *chakras* e os *nadis*, que são estruturas básicas do mesmo. "Os *nadis* são correntes energéticas, padrões de fluxo definidos dentro desse campo luminoso de energia que é o corpo sutil" (FEUERSTEIN, 2001, p. 429). Os principais *nadis* são *Sushuma*, *Ida* e *Pingala*. Para Kalyama (2003, p. 187) "a palavra *chakra* significa 'roda' e se refere às estruturas psicoenergéticas existentes no corpo prânico".

"Existem ao todo sete grandes *chakras*, que dispõem-se verticalmente ao longo do canal axial. São coágulos de energia vital que vibram em diferentes frequências" (FEUERSTEIN, 2001, p. 430). Para Kalyama (2003) *chakra* "se refere às estruturas psicoenergéticas existentes no corpo prânico. Existem vários *chakras*, estando os principais localizados ao longo da coluna". Os sete *chakras* principais são: *Muladhara*, *Svadisthana*, *Manipura*, *Anahata*, *Vishuddha*, *Ajna*, *Sahasrara*. O estado ideal seria o equilíbrio de todos os *chakras*, sendo que existem muitas técnicas para auxiliar neste processo, como práticas de mantras, meditação, visualização, massagem, respiração, Yoga, etc. Para cada *chakra* existe um elemento correspondente, um mantra, uma cor, uma localização, determinadas emoções, uma glândula endócrina, órgãos e sistemas do corpo humano ao qual estão relacionados.

A prática de Yoga trabalha com o ser humano em sua totalidade, não o fragmentando em nenhuma de suas dimensões. Segundo Patañjali (Yoga Súra II. 29, *apud* ABYOGA, 2011) uma prática completa de Yoga é composta por oito partes, que são:

- *Yama*: são preceitos éticos sociais composto por 5 saberes: *ahimsa* (não violência), *satya* (verdade), *asteya* (não roubar ou apropriar-se do que não é seu), *brahmacharya* (não desvirtuar a sexualidade), *aparigraha* (não cobiçar).

- *Niyama*: são preceitos éticos individuais composto também por 5 saberes: *saucha* (pureza), *santosha* (contentamento), *tapah* (esforço sobre si mesmo), *svadhyaya* (auto conhecimento), *ishvarapranidhanani* (entrega ao Absoluto).
- *Ásanas*: são as posturas realizadas no Yoga e devem ser confortáveis.
- *Pránáyáma*: expansão da energia através de exercícios respiratórios
- *Pratyahara*: supressão ou recolhimento dos sentidos
- *Dhárana*: concentração
- *Dhyana*: meditação
- *Samádhi*: estados mais profundos de consciência

Por mais que todos esses oito tópicos sejam de muitíssima importância para o Yoga, neste trabalho o foco rumou-se nos *ásanas*, em específico ao *ásana* invertido *sirshasana*.

Apesar de que muitas vezes no ocidente os *ásanas* são confundidos com o que vem a ser o próprio Yoga, o propósito dos *ásanas* é o de purificar o corpo e prepará-lo para a prática da meditação necessária para se alcançar o estado de *samadhi* (BROWN, 2009).

Cada *ásana* tem um propósito, um objetivo físico, mental e espiritual a ser alcançado. Cada *ásana* tem sua sabedoria, seu poder curativo e capacidade de proporcionar harmonia e expressar equilíbrio (KALYAMA, 2003). O "*ásana* começa com o corpo, mas o objetivo é treinar a mente" (GHAROTE, 1996, p. 55 *apud* KALYAMA, 2003, p. 161).

Os *ásanas* devem ser posturas confortáveis para os praticantes. Iyengar (2010, p. 119) afirma que "todos os *ásanas* devem ser praticados de forma a estarem alinhados com o âmago do ser, a fim de podermos vivenciar o infinito que existe dentro de nós". Iyengar (2010, p. 118) afirma que "a prática dos *ásanas* deve ser tal que traga leveza para o corpo e a mente".

Para suscitar essa leveza, devemos trabalhar de modo que o corpo não se torne pesado demais, ou que balance ou caia. Em cada *ásana*, devemos sentir certa ascensão e elevação no corpo e na inteligência. Essa apresentação firme traz a leveza, e o indivíduo sente a elevação da mente (IYENGAR, 2010, p. 118).

Os *ásanas* podem trazer e proporcionar diversos benefícios aos praticantes. Ananda Marga (2004, p. 31) afirma que "uma boa combinação de *ásanas* estimula e corrige as glândulas preguiçosas, assim como regula as glândulas hiperativas". E ainda diz que "A harmonia produzida pela correta secreção hormonal é complementada por outros benefícios das *ásanas*, proporcionando um perfeito equilíbrio entre saúde física e mental" (ANANDA MARGA, 2004, p. 31).

O grande mestre e professor Hermógenes afirma que:

Agindo sobre a musculatura, interferindo no aparelho circulatório, no sistema nervoso, principalmente em determinados plexos, estimulando determinadas glândulas, massageando agora este, depois outro órgão, as *ásanas*, verdadeira farmacopeia mecânica, asseguram a saúde, a flexibilidade, o frescor característico de todo corpo jovem. Ainda de maior significação é o que cada uma delas determina sobre o corpo prânico, interferindo na circulação energética, que ocorre na rede dos *nadis*, ativando e desenvolvendo os *chakras*, suprimindo um drenando outro de *prâna* (HERMÓGENES, s/d, p. 85).

Reconhecemos que os oito pilares do Yoga, as concepção de corpo estuda no Yoga, bem como diversos outros tópicos relacionados ao tema, são questões muito importantes para serem estudadas. Mas é fundamental que haja o estudo de questões mais específicas sobre o Yoga. O que também é muito produtivo quando duas áreas de conhecimento se unem para produzirem estudos que beneficiam ambas as áreas. Nesse caso houve uma aproximação das áreas de conhecimento do Yoga e da biomecânica para estudar o *ásana* invertido *sirshasana*.

2.2 SIRSHASANA, UM ÁSANA INVERTIDO

A característica geral de um *ásana* invertido é de que a linha do quadril deve estar acima da linha da cabeça. Existem diversos outros *ásanas* invertidos para além do *sirshasana* que será estudado nessa pesquisa.

Sobre os *ásanas* invertidos Hermógenes (s/d, p. 111) afirma que estes "propiciam agradáveis sensações inusitadas aos que praticam. Não somente deliciosas sensações passageiras, mas principalmente saúde permanente e rejuvenescimento seguro".

Pela atração da gravidade, o sangue flui beneficemente; o sistema nervoso se fortalece; as vísceras retomam suas posições primitivas; o coração repousa; a mente se aclara; o organismo infalivelmente rejuvenesce. Dizem os hindus que, quando nos achamos pousados sobre a cabeça, os ponteiros do relógio, para nós, rodam em sentido contrário. É como se o tempo desandasse para o passado (HERMÓGENES, s/d, p. 111).

A origem da palavra *sirshasana* em sânscrito tem duas raízes, *sirsh* que significa cabeça e *ásana* que significa postura confortável. Então essa postura nada mais é do que uma postura na qual o principal apoio do corpo será a cabeça e preferencialmente deve ser confortável.

O *sirshasana* ou como também é conhecido como pouso sobre a cabeça, é "considerada pelos *yoguis* como a rainha das *ásanas*, para leigos parece um malabarismo exótico e apenas exequível para uns raros atletas" (HERMÓGENES, s/d, p.120). Mas apesar de sua aparência complexa e difícil, Hermógenes (s/d) afirma que é mais fácil do que parece e pode ser executada por pessoas normais de meia idade.

Vários autores falam sobre os benefícios dessa postura. Cole (2009, p. 86) afirma que "a invertida sobre a cabeça pode fazer maravilhas pela circulação e o estado de consciência". De acordo com Brown:

as posturas invertidas melhoram a circulação linfática e venosa. Elas atuam sobre o coração e fortalecem o sistema imunológico. O aumento do sangue para as glândulas endócrinas da garganta é a razão que justifica o fato de as inversões serem consideradas eficientes para equilibrar os hormônios (BROWN, 2009, p. 278).

Firmino (2004, p. 57) diz que "posturas invertidas e semi invertidas, além de altamente revigorantes, tem o poder de facilitar a prática de todas as outras posturas". O *sirshasana* promove o rejuvenescimento de órgãos, glândulas e tecidos, diminuindo os efeitos nocivos provenientes da gravidade (FIRMINO, 2004). Hermógenes diz que:

Quando a cabeça fica embaixo e os pés em cima, o fluxo sanguíneo logo se altera. Por seu próprio peso, aliviado portanto o bombeamento do coração, o sangue arterial rico e fresco invade o cérebro em quantidade maior do que o normal, dilatando os vasos, excitando-lhes a musculatura, fortificando-os, tornando-os portanto mais resistentes à arteriosclerose. O sangue venoso, que comumente forma verdadeiras cisternas na região abdominopélvica, danificando a saúde de vísceras e glândulas, pela ação da gravidade, portanto sem onus para o coração, é drenado para este órgão. A drenagem do sangue venoso pela ação da gravidade impede também a formação de varizes nas pernas (HERMÓGENES, s/d, p. 112).

O *sirshasana* "acalma o sistema nervoso, nutre as células do cérebro, estimula o funcionamento cardíaco e a circulação, equilibra os sistemas hormonal e digestivo e fortalece o espírito" (BROWN, 2009, p. 296).

Segundo Taccolini (2004, p.136) "o *sírshásana* é uma posição de longa permanência por excelência, logo o conforto e o perfeito alinhamento do corpo e da coluna são as principais metas a se alcançar". Brown (2009, p. 296) afirma que "como o corpo pesa consideravelmente mais que a cabeça, a devida preparação, acompanhada do alinhamento correto, é essencial".

O alinhamento correto durante o *sirsasana* faz com que a estrutura óssea suporte o peso do corpo de forma natural, deixando o *asana* leve, fácil, rejuvenescedor. Os músculos ainda são usados, mas somente para manter os ossos empilhados verticalmente uns sobre os outros. Porém, quando estamos desalinhados em *sirsasana*, a postura torna-se tensa, instável e uma luta

cansativa contra a força da gravidade, na qual os músculos sustentam muito peso do corpo e precisam ser constantemente requisitados para não colapsarem (COLE, 2009, p. 86).

O mesmo autor apresenta três técnicas que considera muito úteis para auxiliar no alinhamento do *sirshasana*. As técnicas são "deixar a lombar e a inclinação da pelve neutras; deixar a posição da pelve neutra (não empurrar o quadril em demasia nem para a frente nem para trás); e alinhar o corpo inteiro com a força da gravidade" (COLE, 2009, p.86).

Muitos autores apresentam e defendem maneiras que são ou não mais adequadas para entrar na postura. Muitos apresentam alguns exercícios e posturas preparatórias, que devem ser executadas anteriormente ao *ásana*. As instruções apresentadas por Hermógenes são:

A uns trinta centímetros de um canto de parede, tome a 'postura do delfim' (parede é para evitar uma queda para trás), dê o máximo de verticalidade ao tronco. Neste ponto, descole os pés do chão, encolhendo as pernas (Foto 71). Estas ficarão penduradas, exigindo esforços equilibrantes dos braços, cabeça e músculos costais. Agora vá simultânea e lentamente erguendo e esticando as pernas, até que os pés atinjam o ponto mais alto (HERMÓGENES, s/d, 123).

A figura 2 ilustra os passos inicial, intermediário e final da postura, descritos por Hermógenes.

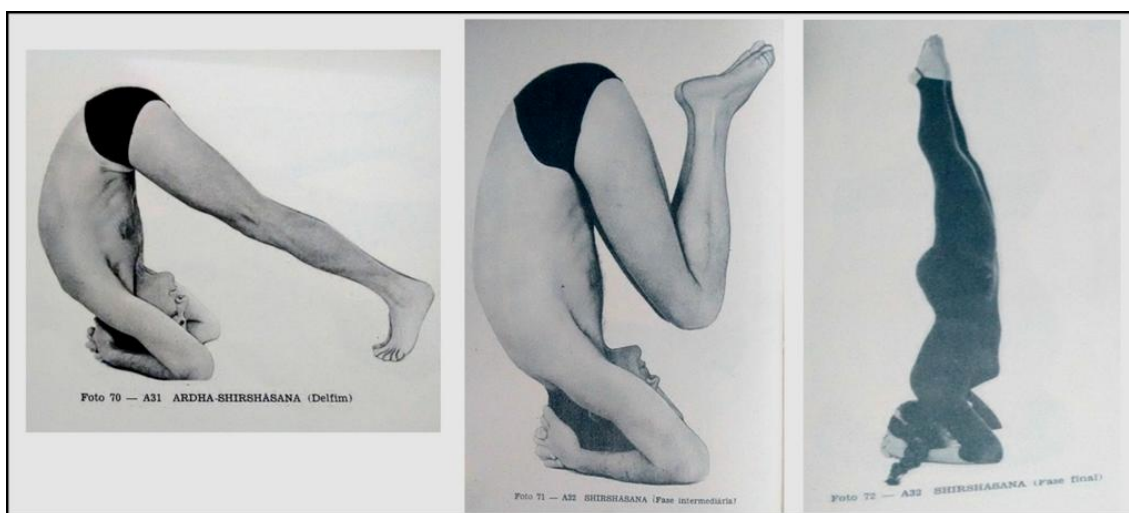


Figura 2 - Etapas do *Sirshasana* Adaptado de Hermógenes (s/d, Foto 70 - A31, Foto 71 - A32, Foto 72 - A32) - As figuras, da esquerda para a direita, representam uma sequência para se entrar na postura do *sirshasana*.

Segundo Cole (2009) o procedimento para se chegar na postura final deve ser lento, elevando os membros inferiores apenas quando tiver garantido a projeção da linha de gravidade dentro da base de apoio, que é formada pelos antebraços e cabeça apoiados no

chão. "Devemos lembrar que nesta posição as vértebras mais delicadas da coluna são as que recebem mais carga, logo é fundamental o condicionamento dos músculos cervicais" (COLE, 2009, p. 88).

O treinamento para executar e permanecer nessa postura deve ser gradativo respeitando as limitações e dificuldades de cada praticante. Há ainda algumas contra indicações nas quais não se deve executar a postura.

Hermógenes (s/d) recomenda que deve-se evitar fazer essa postura quando ocorrer: dor e zumbido nos ouvidos; debilidade nos capilares dos olhos; quando a tensão sanguínea constante estiver acima de 150 ou abaixo de 100 mm Hg; anomalias cardíacas ou debilidade do coração; catarro nasal crônico, prisão de ventre aguda; quem sente palpitações quando de cabeça pra baixo, bem como quem sente dores de dente; quem já sofreu traumatismo craniano; quem sofra de nevralgia facial; quem sofra piorréia; portadores de desvios em vértebras cervicais. Cole (2009, p. 86) contra indica a postura em "casos de pressão sanguínea alta ou baixa, glaucoma, problemas no pescoço ou menstruação". Ainda em relação as contra indicações Cole afirma que entre os impeditivos da execução desse *ásana* estão: "hérnia discal, osteoporose, osteoartrose, retificação ou hiperlordose sintomáticas, [...] há também restrições para obesos e idosos, salvo raras exceções" (COLE, 2009, p. 88).

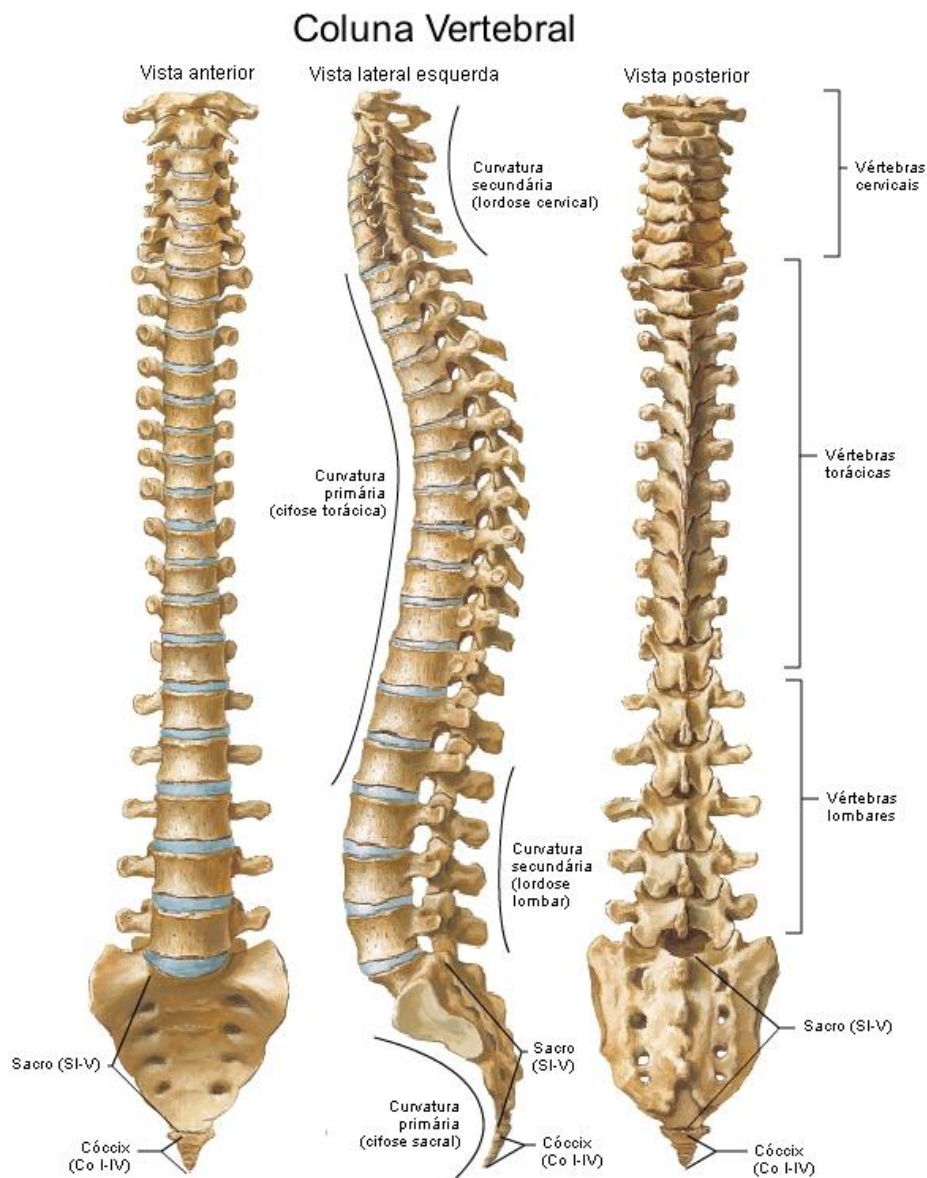
2.3 ANÁLISE DA POSTURA VERTEBRAL

A coluna vertebral é composta por 33 vértebras. Segundo Kapit e Lawrence (2004) as vértebras das regiões cervical, torácica e lombar são individuais e as vértebras sacrais e coccígeas são fundidas. Ao todo são 7 vértebras cervicais, 12 vértebras torácicas, 5 vértebras lombares, 5 vértebras sacrais que são fundidas e 4 vértebras coccígeas que também são fundidas.

Ainda segundo os mesmos autores "o número de vértebras em cada região é notavelmente constante; raramente S1 pode estar livre ou L5 pode estar fundida com o sacro (vértebras de transição)" (KAPIT e LAWERENCE, 2004, p.27).

Ao longo da coluna existem três curvaturas consideradas normais, lordose cervical, cifose e lordose lombar.

As sete vértebras cervicais móveis sustentam o pescoço a cabeça, que tem geralmente de 3 a 4kg. A coluna cervical normalmente se encurva (lordose cervical) após o desenvolvimento de reflexos posturais, cerca de três meses após o nascimento. As 12 vértebras torácicas sustentam o tórax, a cabeça e o pescoço. Elas se articulam com 12 costelas bilateralmente. A coluna torácica é congenitamente encurvada (cifose) conforme mostrado. As cinco vértebras lombares sustentam a parte superior do corpo, o tronco, e a parte inferior do dorso. Esta região da coluna se encurva (lordose lombar) no início da deambulação, entre 1 e 2 anos de idade. O sacro forma o alicerce de um arco de suporte de peso que envolve os ossos do quadril. A curvatura sacral e coccígea é congênita. As vértebras coccígeas (1 a 5, sujeito a variações) estão usualmente fundidas, embora a primeira vértebra possa ser móvel (KAPIT e LAWRENCE, 2004, p. 27).



F. Netter
M.D.
© IGM

Figura 3 - Coluna Vertebral (NETTER, 2004) - Regiões e curvaturas da coluna vertebral.

Kapit e Lawrence (2004) afirmam que as curvaturas da coluna podem ser afetadas por fatores como a postura, atividade, obesidade, gravidez, traumatismos e/ou moléstias, sendo que essas alterações ou patologias herdam o mesmo nome das curvaturas normais. Alguns autores utilizam as nomenclaturas hipo e hiper antes do nome das curvaturas, por exemplo hipolordose e hiperlordose.

Segundo Hall (2009, *apud* RANGEL, 2013) a coluna vertebral permite movimentos nos planos sagital, frontal e transversal, atuando também como protetor ósseo da medula espinhal. No plano sagital, ocorre a flexão e a extensão; no plano frontal, ocorre a flexão lateral para direita e para a esquerda; e no plano transversal acontece a rotação para direita e para esquerda.

A movimentação entre os corpos vertebrais acontece devido aos discos intervertebrais que ficam localizados entre os corpos vertebrais. A figura 4 ilustra a localização do disco intervertebral.

Vértebras Lombares, Articuladas Vista Lateral Esquerda

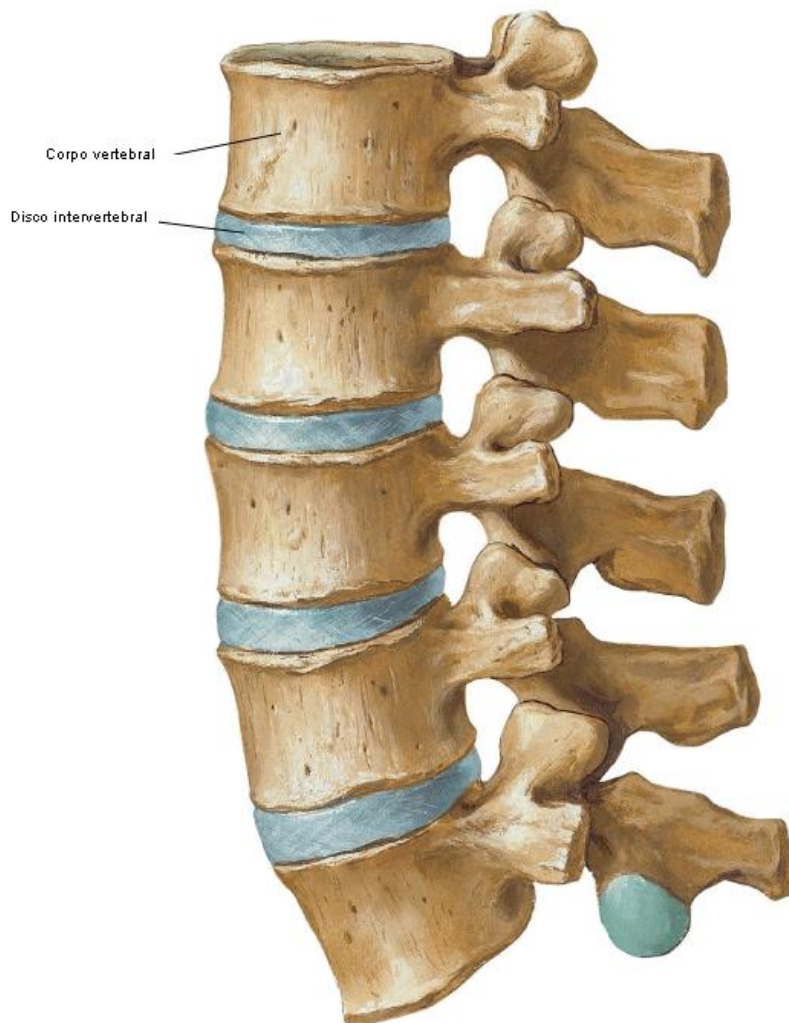


Figura 4 - Localização do disco intervertebral (NETTER, 2004) - Vértebras lombares, articuladas, vista lateral esquerda.

O disco intervertebral consiste no anel fibroso conectado aos corpos vertebrais acima e abaixo, e o núcleo pulposos mais centralizado. (KAPIT e LAWRENCE, 2004). A figura 5 ilustra a localização do anel fibroso e o núcleo pulposos.

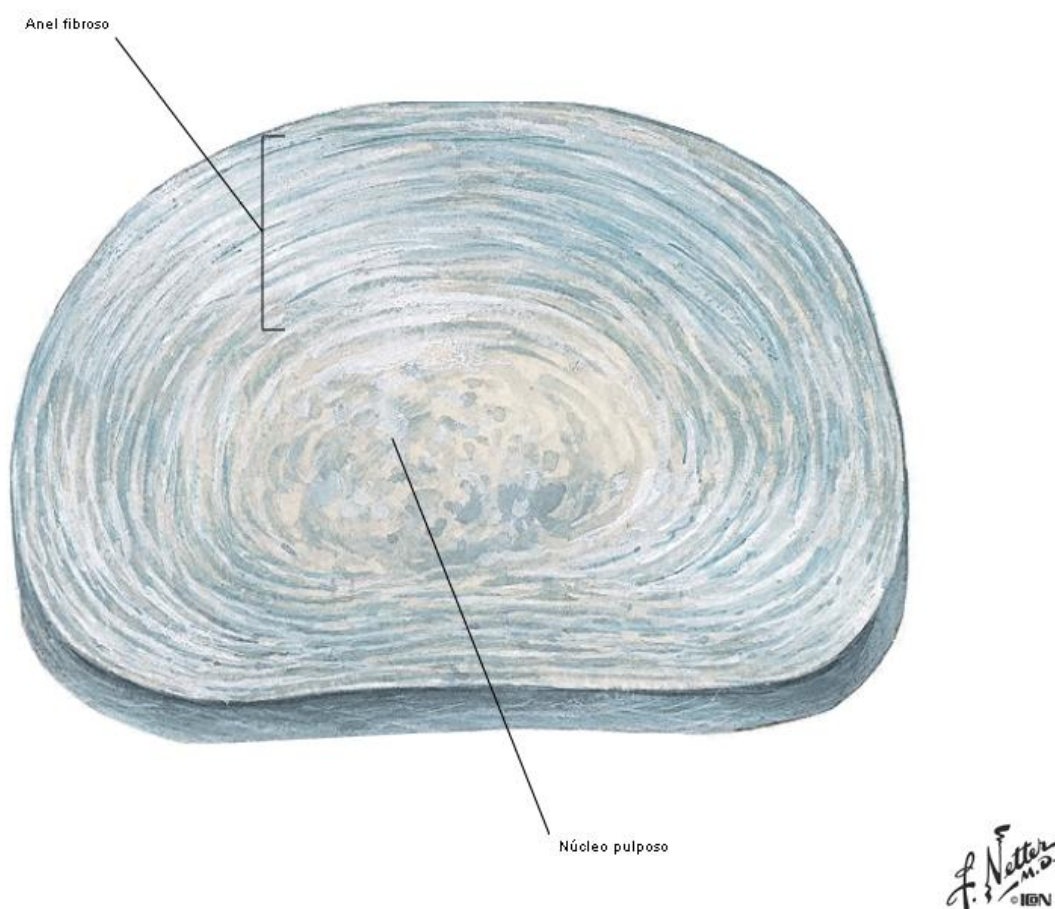


Figura 5 - Disco intervertebral (NETTER, 2004) - Anel fibroso e núcleo pulposo.

"A literatura especializada enfatiza que a coluna vertebral desempenha um papel importante na biomecânica corporal durante a locomoção" (GRACOVETSKY, 1988; 2008 *apud* CAMPOS, 2010, p. 94).

O estudo do movimento humano perpassa pelos estudos da biomecânica. Esses estudos ocorrem por motivos e interesses diversos, assim como Rangel (2013) afirma que os objetivos para tal podem ser de melhorar a técnica, o desempenho, prevenir lesões, reabilitação, bem como a descrição de movimentos.

O presente estudo buscou investigar o comportamento da coluna durante a execução do *sirshasana*. Para tal recorreu-se ao *software Dynamic Posture* de Campos para análise de dados.

Panjabi (2003) realizou um estudo, com cadáveres, no qual disse que a estabilização da coluna vertebral se dava por três subsistemas, que eram: a própria coluna que fornece a estabilidade intrínseca, os músculos em volta da coluna que geram a estabilidade dinâmica e a unidade de controle neural que determina e organiza a resposta muscular. "Sob condições

normais, os três subsistemas trabalham em harmonia e proporcionam a estabilidade mecânica necessária" (PANJABI, 2003, p. 372, tradução minha)¹.

O autor afirma que a curva de deslocamento de carga em um segmento da coluna vertebral para flexão e extensão do movimento é uma curva não linear. A coluna é flexível em carga baixas e conforme vai aumentando a carga, vai ficando mais rígida. Como parâmetros Panjabi apresenta a amplitude de movimento, a qual ele se refere como ROM (range of motion), e a zona neutra, a qual ele se refere como NZ (neutral zone). "A zona neutra é a parte da amplitude de movimento na qual há a mínima resistência do movimento intervertebral" (PANJABI, 2003, p. 373, tradução minha)².

Para facilitar o entendimento Panjabi apresentou ilustrações que foram reproduzidas na figura 6. Na figura A está a curva não linear que descreve a curva de deslocamento de carga. O eixo vertical é a carga, e o eixo horizontal é o deslocamento. A partir do ponto central pode se deslocar para fazer uma extensão ou se deslocar para fazer uma flexão, dentro da amplitude de movimento (ROM). Partindo desse ponto central conforme vai aumentando o deslocamento se aumenta a carga exercida nas vértebras. A região onde a carga é menor é chamada de zona neutra (NZ). Quando vai saindo dessa zona a carga vai ficando cada vez maior.

E na figura B o autor faz uma analogia com uma tigela na qual se colocaria uma bola dentro. A parte mais próxima ao fundo da tigela, onde necessitaria de um esforço menor para deslocar a bola, seria a zona neutra. Conforme fosse indo em direção a borda da tigela, necessitaria de um esforço maior para deslocar a bola, essa região seria a amplitude de movimento.

¹ Trecho original: Under normal conditions, the three subsystems work in harmony and provide the needed mechanical stability.

² Trecho Original: The NZ is that part of the ROM within which there is minimal resistance to intervertebral motion.

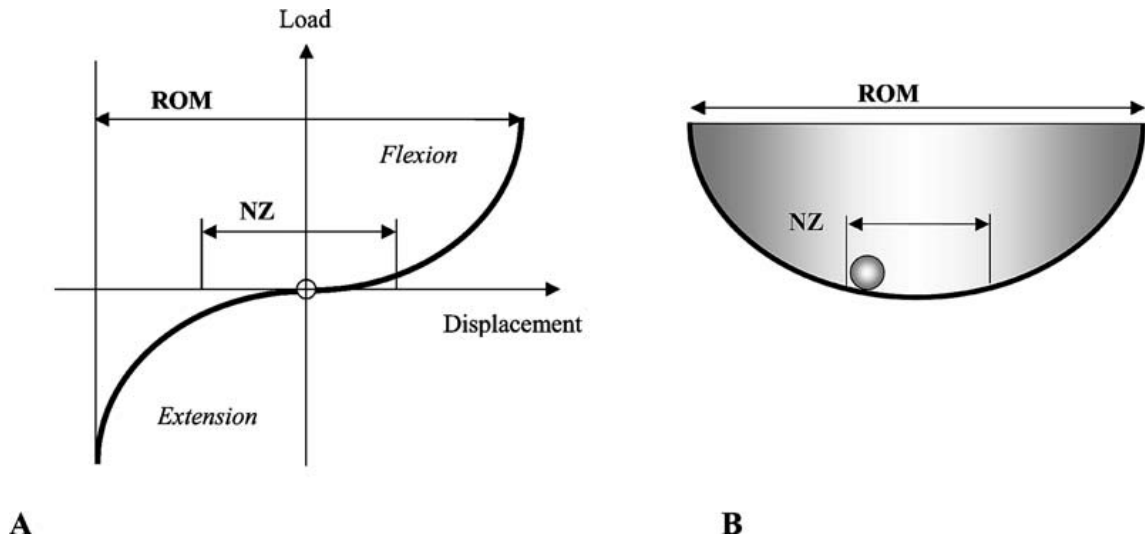


Figura 6 - Curva de deslocamento de carga, ilustração de Panjabi (2003, p. 373) - Na figura A (à esquerda) está a curva não linear que descreve a curva de deslocamento de carga. O eixo vertical é a carga, e o eixo horizontal é o deslocamento. O partir do ponto central pode se deslocar para fazer uma extensão ou se deslocar para fazer uma flexão, dentro da amplitude de movimento (ROM). Partindo desse ponto central conforme vai aumentando o deslocamento se aumenta a carga exercida nas vértebras. A região onde a carga é menor é chamada de zona neutra (NZ). Quando vai saindo dessa zona a carga vai ficando cada vez maior. E na figura B (à direita) o autor faz uma analogia com uma tigela na qual se colocaria uma bola dentro. A parte mais próxima ao fundo da tigela, onde necessitaria de um esforço menor para deslocar a bola, seria a zona neutra. Conforme fosse indo em direção a borda da tigela, necessitaria de um esforço maior para deslocar a bola, essa região seria a amplitude de movimento.

Na figura 7 representa outra ilustração do autor que contém duas taças com formas diferentes. A forma das taças representam a estabilidade da coluna vertebral. A taça mais profunda representa uma coluna mais estável, bem como uma amplitude de movimento e uma zona neutra menor. Já a taça mais rasa representa uma coluna menos estável, e tem uma amplitude de movimento e a zona neutra maiores.

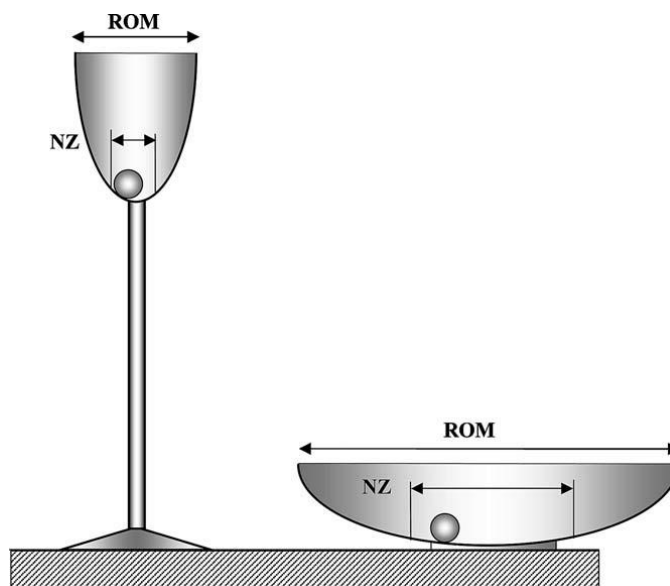


Figura 7 - Representação de diferentes estabilidades da coluna, ilustração de Panjabi (2003, p. 374) - A forma das taças representam a estabilidade da coluna vertebral. A taça mais profunda representa uma coluna mais estável, bem como uma amplitude de movimento e uma zona neutra menor. Já a taça mais rasa representa uma coluna menos estável, e tem uma amplitude de movimento e a zona neutra maiores.

Os autores Scannel e McGill (2003, p. 908) afirmam que "a postura da coluna lombar de menos tensão elástica, conhecida como 'equilíbrio elástico', é a posição onde os tecidos de cada lado da articulação equilibram-se para o momento zero - o ângulo de mínima carga na articulação". O conceito de equilíbrio elástico se aproxima com a ideia de zona neutra proposta por Panjabi.

A teoria da zona neutra é centrada nos princípios da mecânica. A zona neutra é a faixa angular articular de menor tensão na região lombar. É a zona ótima para a coluna lombar durante as atividades do dia a dia a fim de minimizar sobrecargas (SCANNEL e MCGILL, 2003, p. 916, tradução minha)³.

Os autores Scannel e McGill fizeram um estudo no qual eles escolheram três atividades do dia a dia para fazer suas análises e analisaram sujeitos com hipolordose, hiperlordose e sujeitos do grupo de controle. Eles analisaram as pessoas sentadas, em pé e durante a marcha. A figura 8 reproduz os dados obtidos no referido estudo.

³ Trecho original: The theory of the NZ is centered on this principle of mechanics. The NZ, being the zone of lumbar positions of least tissue strain, is the optimum zone for the lumbar spine during ADL in order to avoid strain-related tissue failure.

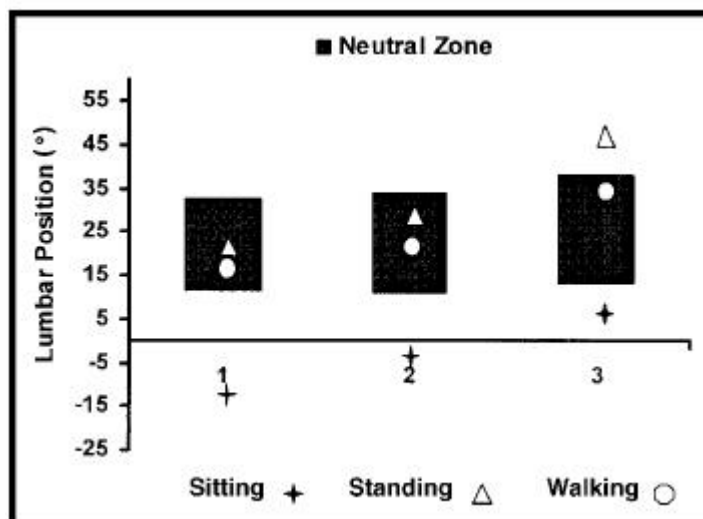


Figura 8 - Zona neutra, ilustração de Scannel e McGill (2003, p. 914) - O grupo 1 representa os sujeitos com hipolordose, 2 os sujeitos controle e 3 os sujeitos com hiperlordose. A área preta delimita a zona neutra. As três atividades estudadas são representadas pelos seguintes sinais: o sinal que parece uma cruz representa a pessoa sentada, o triângulo representa a pessoa parada na posição ortostática e o círculo representa a marcha. Esses símbolos são colocados na figura conforme a posição da lombar. É possível perceber que em todos os casos apresentados, os sujeitos ao estarem sentados se encontram fora da zona neutra. Em pé, na postura ortostática, os grupos 1 e 2 se mantiveram dentro da zona neutra. E para todos os grupos os sujeitos estiveram dentro da zona neutra durante a marcha. Sendo assim a marcha parece ser um bom indicio para estimar a zona neutra da coluna vertebral.

Na figura 8 o grupo 1 representa os sujeitos com hipolordose, 2 representa os sujeitos controle e 3 representa os sujeitos com hiperlordose. A área preta delimita a zona neutra. O sinal que parece uma cruz representa a pessoa sentada, o triângulo representa a pessoa parada na posição ortostática e o círculo representa a marcha. Esses símbolos são colocados na figura conforme a posição da lombar. É possível perceber que em todos os casos apresentados, os sujeitos ao estarem sentados se encontram fora da zona neutra. Em pé, na postura ortostática, os grupos 1 e 2 se mantiveram dentro da zona neutra. E para todos os grupos os sujeitos estiveram dentro da zona neutra durante a marcha. Sendo assim a marcha parece ser um bom indicio para estimar a zona neutra da coluna vertebral.

Campos (2010, p. 112) concorda com estes autores quando afirma que "parece haver um ponto ótimo no qual as cargas na coluna são mínimas. Esse ponto ótimo deve estar relacionado com a posição central da Zona Neutra das articulações intervertebrais descrita por Panjabi (2003)".

Pesquisando outros trabalhos Campos (2010, p. 112) encontrou que esses estudos "demonstraram que o formato da coluna oscila ao redor de uma curva média das posturas dinâmicas apresentadas durante a passada, na locomoção. Esta forma geométrica de referência foi denominada Curva Neutra". A Curva Neutra é um componente individual e estável que

pode ser verificada na marcha e na corrida, é "definida como a curvatura geométrica bidimensional média apresentada no ciclo da passada" (CAMPOS et al., 2005).

O estudo de Scannel e McGill, indicou que a postura vertebral média apresentada na passada da marcha encontra-se no centro da zona neutra (Panjabi, 2003) tanto para pessoas com curvaturas lombares consideradas normais quanto para voluntários com hiper (curvatura acentuada) ou hipolordose (curvatura mínima ou retificação). Campos (2010) desenvolveu o sistema *Dynamic Posture* que possibilita quantificação da postura vertebral média apresentada na passada da locomoção, que foi denominada Curva Neutra da coluna vertebral. No presente estudo, a Curva Neutra apresentada na marcha foi adotada como parâmetro para estimativa da postura neutra da coluna vertebral. A postura ortostática foi utilizada como complemento para este fim.

No que diz respeito a análise postural, o sistema *Dynamic Posture* desenvolvido por Campos, que será utilizado na análise de dados, é "baseado em vídeogrametria e faz o rastreamento automático da posição espacial de marcadores retro-refletivos, colocados na pele do dorso" (CAMPOS, 2010, p.151).

Sobre esse sistema o autor afirma que em relação a acurácia do sistema, o mesmo "se mostrou compatível com as necessidades para quantificação da Curvatura Geométrica da coluna vertebral" (CAMPOS, 2010, p.151). Ainda afirma que o objetivo foi de "responder à demanda existente no meio científico e na sociedade como um todo por um método que permita avaliação postural quantitativa da coluna vertebral" (CAMPOS, 2010, p.151).

O sistema de análise de movimento desenvolvido nesse doutoramento é baseado em filmadoras digitais e possibilita medir de forma acurada e não invasiva a postura vertebral de adultos na locomoção em esteira de forma automática. O automatismo é garantido para medir a coluna lombar e a torácica em todas as intensidades de locomoção na esteira, desde velocidades baixas de marcha até a corrida de resistência (*jogging*) em alta intensidade. Na marcha, a região cervical também é medida de forma automática (CAMPOS, 2010, p. 109).

Em relação às conclusões obtidas por Campos (2010, p.14) em sua tese, o autor afirma que "o sistema proposto mostrou-se eficiente e acurado". Sendo que também considera que "a Curva Neutra é uma boa descritora da postura vertebral durante a corrida". Devido a isso, as contribuições deixadas pelo mesmo contribuíram significativamente também para análise de dados do *sirshasana*.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo abordou os métodos adotados no trabalho, bem como os materiais. O mesmo foi dividido em 9 partes, que foram intituladas como: participantes da pesquisa; materiais; coleta de dados; reconstrução 3D; curvatura geométrica; análise da qualidade de vida dos participantes; análise do nível de incapacidade; análise do nível de habilidade de execução do *sirshasana*; análise estatística.

Esta pesquisa trata-se de um estudo quantitativo. Segundo Minayo et al. (2005) o estudo quantitativo "está relacionado a uma abordagem dedutiva, que consiste em, a partir de uma teoria conhecida ou de uma lei feral, observar casos particulares procurando confirmar a hipótese investigada ou gerar outras. Busca verificar resultados por meio de objetivos previamente definidos" (MINAYO et al., 2005, p. 71).

Mullen e Iverson (1982 *apud* MINAYO et al., 2005, p. 71) "referem a importância da abordagem quantitativa para apresentar resultados que podem ser contados e expressos em números, taxas, proporções. [...] Além disto, a abordagem quantitativa estabelece relações significativas entre variáveis".

Quanto a utilização da pesquisa quantitativa na biomecânica é possível afirmar que:

A maioria das análises biomecânicas quantitativas apoia-se em algum tipo de gravação visual dos movimentos, geralmente em vídeo ou filme. Os movimentos são gravados de um maneira em que a posição e a cronometragem podem ser determinadas pela gravação do vídeo ou do filme. Os dados de posição e de tempo podem então ser utilizados para determinar outras medidas cinemáticas, tais como deslocamentos, velocidades e acelerações – linear e angular. (MCGINNIS, 2002, p. 295 *apud* RANGEL, 2013, p. 35).

Para analisar esses dados é necessário a busca por medidas mais precisas, utilizando se de calibração, tempo e busca por possíveis erros durante esse processo a fim de corrigir os mesmos.

3.1 RECURSOS TECNOLÓGICOS UTILIZADOS NA PESQUISA

Os equipamentos utilizados neste projeto de pesquisa foram estadiômetro Cardiomed Seca, balança digital para uso pessoal G-Tech Glass Pro, 3 câmeras de vídeo padrão mini-DV Panasonic NV-GS320, 1 câmera fotográfica, iluminadores de LED acoplados às filmadoras, um computador de mesa, 3 cabos firewire para transferência das imagens em tempo real, um notebook, um HD externo, uma esteira ergométrica da marca Movement LX 160 e 4 fios de prumo que definiram o objeto de calibração.

Para demarcação de acidentes anatômicos do corpo dos participantes, foram produzidos marcadores esféricos com 1,7cm de diâmetro (colocados na cabeça, acrômios e membros) e planos de 0,8x1,2cm (colocados no dorso), feitos de fita adesiva dupla-face hipoalergênica comercializada para a fixação de peruca (3M®) e fita retro-refletida.

Foram utilizados os *softwares* Virtual Dub, Dynamic Posture, Matlab® (MATHWORKS, 2014). O software gratuito *VirtualDub* (VIRTUALDUB, 2010) foi utilizado para fazer a transferência em tempo real das filmagens das câmeras para o computador, e posteriormente para editar o vídeo da maneira mais adequada para serem utilizados no software *Dynamic Posture*. O *Dynamic Posture* é um software que foi desenvolvido por Campos na sua tese de doutorado e que "se baseia em técnicas de videogametría e processamento digital de imagem para obtenção da posição espacial dos pontos de interesse da coluna" (CAMPOS, 2010, p.71). O *Matlab*®, foi utilizado para o cálculo das variáveis descritivas da postura da coluna e análise de dados.

3.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA

Neste estudo houve a participação de 12 voluntários. Alguns eram praticantes de Yoga e outros não. Os dados de um voluntário foram descartados em decorrência dos pontos bilaterais de T6 não estarem marcados. Sendo assim, foram utilizados os dados de 11 voluntários.

Os voluntários foram informados sobre os procedimentos que seriam realizados na coleta de dados e que a participação neste estudo poderia ser retirada a qualquer momento sem nenhuma penalidade. Os voluntários assinaram o Termo de Compromisso Livre e Esclarecido, que está disponível nos apêndices. Para preservar a identidade dos mesmos eles foram identificados por números, por exemplo, voluntário 1, voluntário 2, etc.

3.3 COLETA DE DADOS

Inicialmente os voluntários responderam o questionário SF-36 e o Roland-Morris de Incapacidade. Após, foi aferida a estatura com o estadiômetro e, logo em seguida foram adquiridos os seguintes dados na balança: massa corporal, % de gordura corporal, índice de massa corporal, % gordura corporal, % de água corporal, massa muscular, massa óssea, gordura abdominal e necessidade calórica diária. Após os procedimentos na balança, 16 acidentes anatômicos bilaterais e 20 centrais de cada participante foram demarcados com marcadores retrorrefletivos, por meio de técnicas de anatomia palpatória. É importante ressaltar que a coleta de dados foi feita com cada voluntário separadamente.

Para a coleta de dados foi solicitado aos voluntários que trajassem shorts ou sunga para os homens, e shorts colado ao corpo e top ou parte de cima do biquíni para as mulheres, para evitar oclusões dos marcadores nos registros das filmadoras. Foi colocada também uma toca, com alguns marcadores fixos, na cabeça dos voluntários.

Foram colocados marcadores ao longo de todo corpo e nas costas, mas neste trabalho foram analisados somente os marcadores das costas. Para fixar os marcadores na pele utilizou-se de técnicas de anatomia palpatória e fixou-se os mesmos em pontos específicos como sugerido por Brenzikofer et al. (2000) para identificar a curva da coluna. Foi utilizado um método de marcação similar ao utilizado por Campos (2010):

Inicialmente, foram marcadas as Espinhas Ilíacas Pósterio Superiores (EIPS) e o ponto mediano, correspondente a S2. Após, marcou-se os processos espinhosos das vértebras L4, T12, T6 e T1, e na altura de cada um desses processos foi colocado um par de marcadores bilaterais. [...] Por último, para fazer o levantamento da curva da coluna nas regiões lombar e da torácica, a linha da coluna foi preenchida com marcadores regularmente espaçados, aproximadamente de 2 em 2 cm (CAMPOS, 2010, p. 73).

Além dessas marcações utilizou-se também a marcação dos acrômios (AC), intersecção entre a espinha e a borda medial das escápulas (ASE) e ângulos inferiores das escápulas (AIE). Segundo Campos (2010) os pontos bilaterais foram demarcados para identificar as regiões lombar e torácica, bem como para gerar a base de um sistema de coordenadas local. A figura 9 exemplifica as marcações utilizadas.

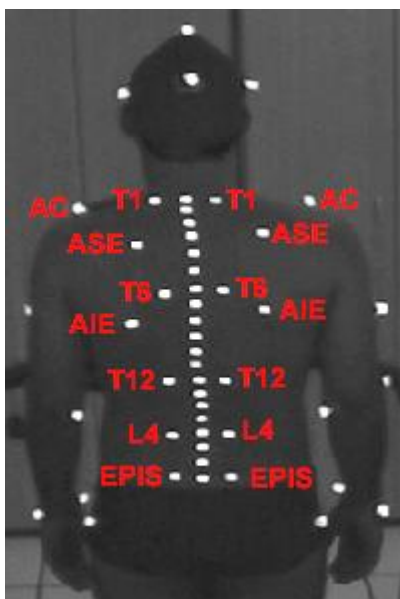


Figura 9 - Marcação dorsal utilizada nos voluntários - A ordem dos marcadores se inicia da esquerda para a direita, de baixo para cima nos bilaterais, depois de baixo para cima nos marcadores centrais.

Campos (2010, p. 119) afirma que:

com componentes principais, foi ajustado um plano entre os seis pontos bilaterais de L4, T12 e T6 para definir o plano frontal local instantâneo do tronco. A orientação do eixo sagital local do tronco “x” foi definida pelo vetor normal a esse plano frontal local, com sentido para frente do voluntário. O vetor com sentido do processo espinhoso de L4 ao de T6 foi projetado no plano frontal local, definindo a orientação do eixo longitudinal local do tronco, “z” (sentido caudo-cefálico). Através do produto vetorial entre “z” e “x”, encontramos a direção e o sentido do eixo transversal local do tronco, “y” (sentido para esquerda do voluntário). O plano frontal local do tronco foi definido pelos eixos “y” e “z”, o plano sagital por “z” e “x” assim como o plano transversal por “x” e “y”. Este sistema local de coordenadas foi definido em cada quadro medido.

Como sugerido por Campos (2010), o marcador posicionado em T12, por ficar em uma posição central, foi adotado como a origem do sistema de coordenadas local do tronco, facilitando a identificação das regiões lombar e torácica. Sendo assim "valores negativos no eixo “z” local indicam a região lombar e valores positivos, a torácica" (CAMPOS, 2010, p. 119).

Após as marcações terem sido feitas os voluntários ficaram em pé em cima da esteira e foi gravado o vídeo da postura ortostática de costas, lado direito, frente e lado esquerdo. Para este estudo utilizou-se somente a postura ortostática de costas para a câmera.

A esteira foi ligada e os voluntários caminharam na esteira à uma velocidade de 5km/h, após aproximadamente 2 minutos de caminhada, as câmeras de vídeo foram acionadas e capturou-se aproximadamente 30 segundos de marcha.

Após isso iniciou-se a corrida à 10km/h por aproximadamente 1 minuto, com exceção do voluntário 11 que só conseguiu correr à uma velocidade de 8km/h. Capturou-se aproximadamente 30 segundos de corrida. Os vídeos das corridas não foram utilizados nesse estudo.

O processo de coleta de dados, desde a marcação, aplicação de questionários, marcha e corrida com velocidades predeterminadas, segue um protocolo do Laboratório de Avaliação do Movimento Humano (LAMOVIH), para que os dados coletados possam ser utilizados em outros estudos.

Após isso foi dado um tempo para os voluntários até que os mesmos se sentissem a vontade para realizar a postura invertida. Instrui-se os voluntários a tentarem ficar na postura o máximo que conseguissem desde que a postura não provocasse grande desconforto ou incomodo. Alguns voluntários precisaram de algum auxílio ou suporte para entrarem na postura e encontrar seu ponto de equilíbrio, outros fizeram o procedimento sozinhos, ficando isto a critério de cada voluntário. Todo esse processo foi gravado em vídeo.

3.4 RECONSTRUÇÃO 3D

Antes de realizar qualquer procedimento no *software Dynamic Posture* todos os vídeos foram editados no *software* gratuito *Virtual Dub* para desentrelaçar e rotacionar as imagens e sincronizar as câmeras.

A respeito da reconstrução 3D, Campos (2010) afirma que:

a relação geométrica entre a posição e orientação das câmeras e as retas definidas pela projeção do ponto nas câmeras é obtida com um procedimento de calibração do sistema. A todo esse processo de medição da posição espacial de um objeto nomeia-se Reconstrução Tridimensional (R3D) (CAMPOS, 2010, p. 83).

As três câmeras de vídeo que foram utilizadas estavam fixamente posicionadas na sala atrás da esteira. Fixados próximos a cada câmera, haviam iluminadores de LED que eram

ligados simultaneamente por um interruptor, com a finalidade de refletir os marcadores nos voluntários. A figura 10 é uma ilustração do posicionamento das câmeras dentro da sala.

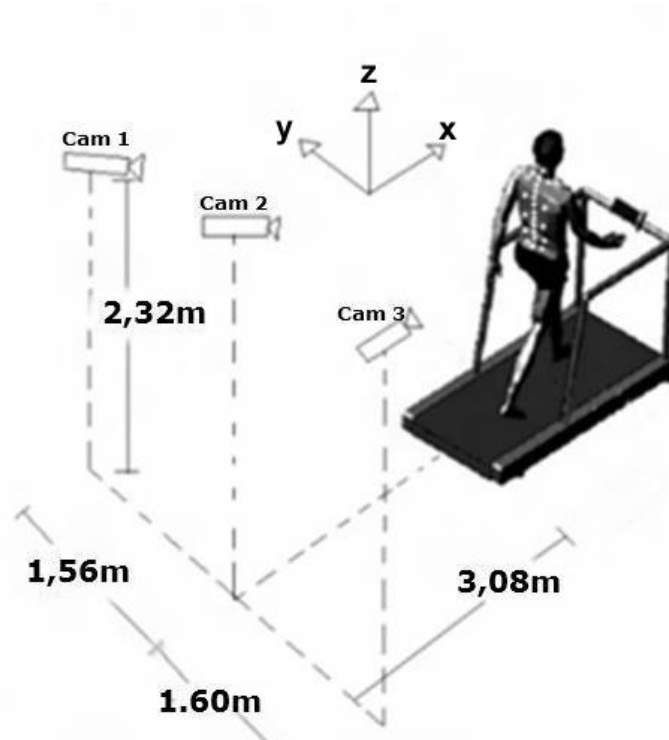


Figura 10 - Posicionamento das câmeras de vídeo em relação à esteira adaptado de Campos (2010, p. 75) - A figura representa a distância e posicionamento das câmeras em relação a esteira. É apresentado também o sistema de coordenadas adotadas, no caso, x, y, z.

O sistema de coordenadas foi definido como eixo "x" horizontal para frente, eixo "z" vertical para cima e eixo "y" ortogonal aos dois eixos com sentido para a esquerda dos voluntários.

Para calibrar as câmeras fez-se o registro de um conjunto de marcadores retro-refletivos colocados em 4 fios de prumo fixos. As coordenadas dos marcadores foram previamente medidas. Ao final de cada fio de prumo há uma parte metálica que fica dentro de um recipiente com água para manter o fio estável. Na figura 11 os prumos estão marcados como P1, P2, P3 e P4 na cor branca, os números em vermelho correspondem a ordem na qual os marcadores foram utilizados no sistema de calibração.

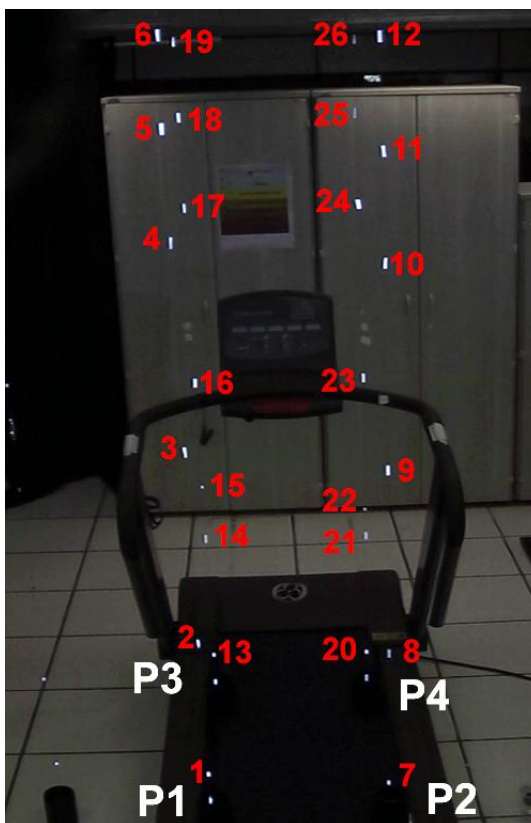


Figura 11 - Fios de prumos e marcadores da calibração - Os 4 prumos estão nomeados em branco, e os pontos que são utilizados na marcação estão em vermelho, sendo que ao total foram utilizados 26 pontos. As coordenadas desses pontos são previamente mensuradas.

Para fazer a calibração, no *software Dynamic Posture*, marcou-se os pontos, ilustrados acima, nessa sequência, carregou-se o arquivo com as coordenadas e depois computou-se os dados, fez-se verificação para ver se a marcação foi compatível com os dados do arquivo de calibração. Esse processo foi feito para as 3 câmeras.

Para os vídeos da marcha, postura ortostática e *sirshasana* foi necessário sincronizar as câmeras. O processo utilizado foi a sincronização inter-frames. "A sincronização inter-frames das filmagens foi realizada através de um evento abrupto registrado simultaneamente por todas as câmeras" (CAMPOS, 2010, p. 81). No caso da marcha foi utilizado como quadro de sincronização o momento em que o calcanhar tocou a esteira no primeiro passo da marcha. Na postura ortostática e no *sirshasana*, utilizou-se o quadro em que as luzes dos iluminadores foram ligadas simultaneamente.

Nas análises, para a postura ortostática somente um quadro foi utilizado. Foi escolhido um momento em que a pessoa estava parada e estável. Para o *sirshasana* também buscou-se escolher o momento em que o voluntário estivesse mais estável sem movimentações bruscas

na coluna e nas pernas, esse quadro mais estável foi o utilizado. Na marcha, foram utilizados aproximadamente 700 quadros, um pouco mais que 10 passadas.

É importante lembrar que todos os pontos foram marcados em pelo menos 2 câmeras diferentes em cada instante para a reconstrução 3D. Para realizar a reconstrução 3D de cada marcador Campos (2010, p.74) afirma que "é necessário que ele seja observado em ao menos duas perspectivas diferentes, ou seja, que ele seja registrado por duas câmeras, gerando duas imagens em planos não paralelos".

Para a postura ortostática e o *sirshasana*, como apenas um quadro foi utilizado, todos os pontos foram marcados manualmente nas 3 câmeras e depois feita a reconstrução 3D.

Para a marcha definiu-se o quadro inicial e marcou-se os pontos durante 3 quadros consecutivos. Através da opção "*cam track*" os pontos foram rastreados de maneira semi-automática, mas sempre que um ponto se perdia foi necessário marcá-lo de novo manualmente. Após fazer o rastreamento nas 3 câmeras, verificou-se quadro a quadro se o rastreamento estava correto. Por último a reconstrução 3D foi feita.

Após concluir essas etapas utilizou-se o *software Matlab*®, para o pós processamento dos dados, análises e construção de gráficos.

3.5 CURVATURA GEOMÉTRICA

A base do sistema de coordenadas foi mudada para um sistema local de referência associado ao tronco.

Com componentes principais, foi ajustado um plano entre os seis pontos bilaterais de L4, T12 e T6 para definir o plano frontal local instantâneo do tronco. A orientação do eixo sagital local do tronco "x" foi definida pelo vetor normal a esse plano frontal local, com sentido para frente do voluntário. O vetor com sentido do processo espinhoso de L4 ao de T6 foi projetado no plano frontal local, definindo a orientação do eixo longitudinal local do tronco, "z" (sentido caudo-cefálico). Através do produto vetorial entre "z" e "x", encontramos a direção e o sentido do eixo transversal local do tronco, "y" (sentido para esquerda do voluntário). O plano frontal local do tronco foi definido pelos eixos "y" e "z", o plano sagital por "z" e "x" assim como o plano transversal por "x" e "y". Este sistema local de coordenadas foi definido em cada quadro medido (CAMPOS, 2010, p.119).

Foi escolhido como a origem do sistema local do tronco o marcador posicionado em T12, devido ao fato de ficar em uma posição central e facilitar a identificação das regiões lombar e torácica. No eixo "z" os valores negativos representam a região lombar e os valores positivos representam a região torácica (CAMPOS, 2010).

Os planos frontal e sagital do tronco foram utilizados na análise da forma da coluna vertebral. Em cada plano foi projetada a posição dos marcadores. Em cada projeção a curva da coluna foi obtida através de um ajuste polinomial e o formato geométrico da coluna foi quantificado pelo cálculo da curvatura geométrica bidimensional (BRENZIKOFER et al., 2000). "Para quantificar as curvas da coluna vertebral, utilizou-se o conceito de curvatura geométrica bidimensional, visando uma descrição que evidenciasse e quantificasse localmente as concavidades e convexidades das curvas projetadas" (CAMPOS, 2010, p. 121).

O cálculo da curvatura geométrica bidimensional $K(z)$, que é uma curva dada por uma função parametrizada, se dá a partir da primeira derivada $P'(z)$ e da segunda derivada $P''(z)$, da função polinomial $P(z)$, através da equação 1, apresentada abaixo (CARMO, 1971, *apud* CAMPOS, 2010).

$$K(z) = \frac{P''(z)}{[1 + P'(z)^2]^{3/2}}$$

Equação 1 - Cálculo da curvatura geométrica bidimensional.

A curvatura geométrica (K) é apresentada como o inverso do raio do círculo que tangencia e se ajusta localmente à curva (CARMO, 1971, *apud* CAMPOS, 2010). Em cada plano de projeção, foi encontrado o valor de K em função do parâmetro z , obtendo a função $K(z,t)$ que expressa a curvatura geométrica ao longo da coluna. "Para cada passada realizada pelos voluntários, calculamos a postura média no plano sagital e no frontal. Essa postura média, a média das curvaturas do ciclo de locomoção, foi considerada a Curva Neutra (CAMPOS et al, 2005) da coluna da referida passada" (CAMPOS, 2010, p. 122).

A curvatura geométrica bidimensional pode assumir valores positivos ou negativos a depender do sinal de $P''(z)$. O que dá margem a interpretação de convexidades e concavidades no local.

De acordo com o sistema de referência local utilizado neste estudo, no plano frontal, os valores positivos representam uma concavidade para a esquerda do voluntário e os valores negativos representam uma concavidade para a direita. No plano sagital, os valores positivos

representam uma concavidade anterior e os valores negativos representam uma concavidade posterior.

3.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA DOS PARTICIPANTES

A aplicação deste questionário faz parte do protocolo de coleta de dados utilizado pelo Laboratório de Avaliação do Movimento Humano (LAMOVIH). O mesmo foi utilizado neste estudo como parte da caracterização dos voluntários.

O questionário SF-36 é um questionário composto por 11 perguntas principais, algumas divididas em subperguntas, que ao todo integram 36 questões. Algumas dessas perguntas apresentam cinco opções de respostas, outras apresentam três opções e outras apresentam as opções sim e não.

O resultado deste questionário foi apresentado em 8 domínios diferentes que receberam notas de 0 à 100, onde 0 é o pior estado e 100 o melhor. Os resultados desses 8 domínios foram mantidos separados, não podendo fazer uma somatória ou média de todos.

Para se chegar aos resultados foi necessário passar por duas fases. A primeira fase que foi a ponderação dos dados, onde de acordo com cada resposta as questões receberam uma pontuação determinada. A segunda fase que foi o cálculo do *Raw Scale*, na qual os valores das questões foram transformados em 8 domínios: capacidade funcional, limitação por aspectos físicos, dor, estado geral de saúde, vitalidade, aspectos sociais, aspectos emocionais e saúde mental. Para se chegar no resultado de cada domínio foi aplicada a seguinte fórmula:

$$\text{Domínio} = \frac{\text{Valor obtido nas questões correspondentes} - \text{Limite inferior} \times 100}{\text{Variação}}$$

Equação 2 - Cálculo dos domínios do questionário SF-36.

Os valores obtidos nas questões correspondentes foram adquiridos na primeira fase, os valores como limite inferior e variação foram predeterminados. Para mais detalhes verificar o "Cálculo Dos Escores Do Questionário De Qualidade De Vida", disponível nos anexos.

3.7 AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE INCAPACIDADE

A aplicação deste questionário faz parte do protocolo de coleta de dados utilizado pelo Laboratório de Avaliação do Movimento Humano (LAMOVIH). O mesmo foi utilizado neste estudo como parte da caracterização dos voluntários.

O questionário Roland-Morris de Incapacidade é composto por 24 frases de pessoas se descrevendo quando sentem dores nas costas. Cada frase foi lida e quando o voluntário achasse que a frase representava a descrição de como estava se sentindo naquele dia, marcou-se a sentença. Se a frase não lhe descrevesse, não deveria marcá-la e deveria passar a próxima frase.

O resultado consistiu na somatória dos itens marcados, sendo que poderia variar entre 0 e 24. O valor 0 representa o mínimo valor de incapacidade e o valor 24 o máximo valor de incapacidade, dentro deste instrumento. Ou seja, a medida que os valores do resultado aumentam, maior o nível de dor e incapacidade.

3.8 AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE HABILIDADE DE EXECUÇÃO DO *SIRSHASANA*

Buscamos identificar se o nível de habilidade de execução do *sirshasana* poderia interferir de alguma maneira na curvatura da coluna. Por isso criamos um método para atribuir uma pontuação para cada voluntário, para assim compararmos a curvatura de acordo com esse nível de habilidade.

Para se atribuir essa pontuação foi criado um método de avaliação que consiste em uma escala do tipo *Likert* com variação de 1 à 5 do nível de habilidade de execução da postura.

Essa avaliação foi realizada por uma professora de Yoga, que assistiu todos os vídeos dos voluntários e após a análise dos vídeos atribuiu uma pontuação para cada voluntário. Para atribuir a pontuação foram levados em consideração os seguintes itens:

- Dificuldade para entrar na postura - Nesse aspecto foi observado se o voluntário precisou ou não de algum auxílio para entrar na postura, bem como auxílio para trazer os pés em direção ao teto ou auxílio para não passar as pernas do alinhamento correto e provocar uma queda. Quanto menos auxílio o voluntário precisou, menos dificuldade.
- Dificuldade para permanecer na postura - Nesse aspecto foi observado se o voluntário apresentou alguma dificuldade para permanecer na postura, bem como balançar as pernas em alguma direção. Quanto menos movimentação das pernas durante o vídeo, menos dificuldade o voluntário apresentou.
- Tempo de permanência - Quanto menos tempo o voluntário permaneceu na postura, maior dificuldade.

O resultado do nível de habilidade de execução do *sirshasana* variou de 1 à 5. Onde 1 significa que o voluntário tem muita dificuldade e 5 corresponde ao mínimo de dificuldade.

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Toda a parte de análise estatística foi feita no *Matlab*®. Foram adotados procedimentos metodológicos de estatística descritiva e inferencial.

Para caracterização da amostra, dados antropométricos, etários, de qualidade de vida e demais características de todos os voluntários foram apresentados em tabelas no subcapítulo de caracterização da amostra.. Estes dados não foram o foco de análise neste trabalho, mas trazem uma complementação para a caracterização dos voluntários.

Os dados sobre os picos de Curvatura Geométrica da coluna vertebral nas regiões lombar e torácica, nos planos frontal e sagital, foram inicialmente descritos e apresentados em tabelas com valores médios, mínimos e máximos, além dos desvios padrão.

Para análise inferencial, o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Inicialmente foi utilizado o teste de *Komogorov-Smirnov* para verificar se os dados apresentavam uma distribuição compatível com a distribuição normal, ou como também é conhecida distribuição Gaussiana. Esse teste visa verificar se a hipótese nula pode ser descartada com uma segurança

de 5% ($p < 0,05$). A hipótese nula é a de que os dados tem a distribuição normal. Verificou-se que a hipótese nula não poderia ser rejeitada para este nível de significância. Assim, foi assumido que os dados tem distribuição compatível com a distribuição normal, com uma probabilidade de 95% ($p > 0,05$) de estar correta esta afirmação.

Após verificar que os dados tem a distribuição normal, para cada região da coluna (lombar e torácica) em cada plano (sagital e frontal), foi feita uma Análise de Variância com um critério de classificação (*One-Way Anova*) para verificar se houveram diferenças ($p < 0,05$) entre os picos de curvatura apresentados nas 3 posturas (ortostática, marcha e *sirshasana*).

Após o teste *One-Way Anova*, quando encontrou-se diferenças significativas ($p < 0,05$), procedeu-se ao teste de comparação múltiplas de *Tukey-Kramer* para distinguir quais situações eram diferentes entre si.

Segundo Araujo e Abar (2012, p. 14) o *boxplot* é um gráfico de "um conjunto de dados que consiste de uma linha que se estende do valor mínimo ao valor máximo, em uma caixa com linhas verticais, traçadas no primeiro quartil (Q1), na mediana e no terceiro quartil (Q3)". Abaixo do primeiro quartil encontram-se 25% dos valores, acima do terceiro quartil encontram-se 25% e entre o primeiro e terceiro quartis encontram-se 50% dos valores. Há ainda alguns casos onde algum valor encontra-se muito afastado da maioria dos dados, por isso fica fora da delimitação dos quartis, o mesmo é chamado de *outlier* ou valores discrepantes (ARAUJO e ABAR, 2012). A figura 12 foi apresentada para exemplificar este tipo de gráfico.

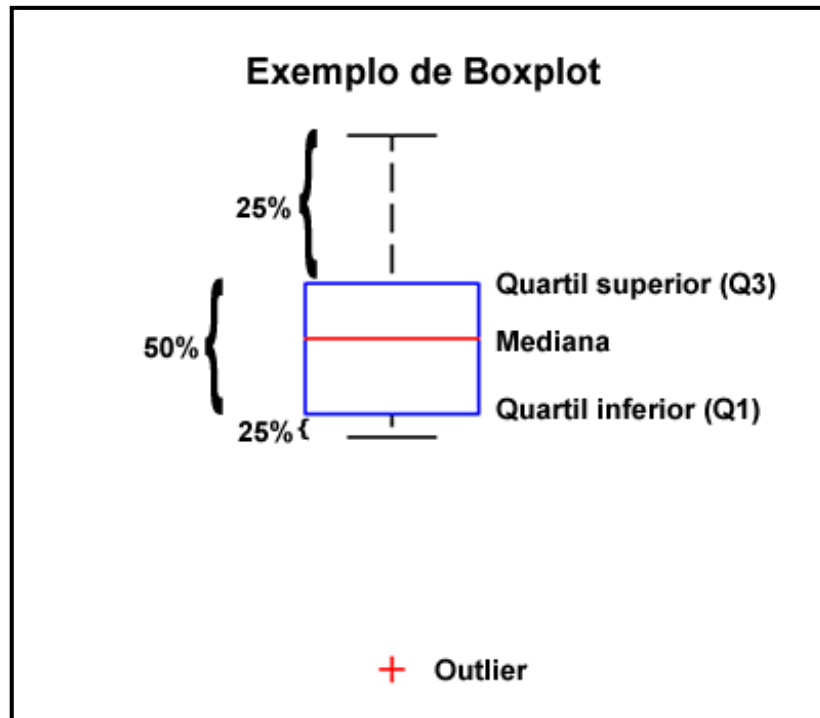


Figura 12 - Exemplo de gráfico de *Boxplot* - Nos gráficos do tipo *boxplot* no quartil superior (Q3) estão 25% dos valores, no quartil inferior (Q1) também estão 25% dos valores. Entre os quartis, na área limitada pelo retângulo, estão 50% dos valores. Sendo que em alguns casos, pode ser que se tenha a presença de um ou mais valores fora do padrão, que são chamados de *outliers*.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este capítulo foi dividido em três partes: caracterização da amostra, análise da curvatura e análise dos desvios laterais em função do nível de habilidade de execução do *sirshasana*.

A primeira parte foi composta pelos resultados obtidos da análise da postura vertebral de 11 voluntários, os resultados obtidos da aplicação dos questionários SF-36 e Roland-Morris de incapacidade, bem como o resultado da avaliação do nível de habilidade de execução do *sirshasana*.

A segunda parte foi composta pelas análises da curvatura. Essas análises foram feitas em três atividades, na marcha, na postura ortostática e no *sirshasana*, analisando o pico de curvatura da região torácica e da região lombar da coluna vertebral nos planos sagital e frontal. Foram apresentados gráficos de *boxplot* para as análises da postura vertebral.

A terceira parte foi composta pela análise dos desvios laterais de acordo com o nível de habilidade de execução do *sirshasana*. Ou seja, foram analisadas as regiões lombar e torácica no plano frontal, segundo a divisão dos voluntários entre os grupos intermediário e avançado. Foram apresentados gráficos do tipo *boxplot* para essas análises.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Participaram voluntariamente deste estudo, 11 pessoas ($63,0 \pm 11,4$ kg; $166,4 \pm 8,0$ cm; $29,4 \pm 8,8$ anos) que eram capazes de realizar a referida postura. Na tabela 1 foram apresentados os dados de caracterização dos voluntários.

Tabela 1 - Características dos voluntários

Características dos Voluntários											
Voluntários	Vol 1	Vol 2	Vol 3	Vol 4	Vol 5	Vol 6	Vol 7	Vol 8	Vol 9	Vol 10	Vol 11
Sexo	F	M	F	M	F	F	M	M	M	M	F
Idade (anos)	35	28	22	29	30	36	19	23	21	50	30
Estatura (cm)	157	168	160	181	164	157	173	178	165	162	165
Massa corporal (kg)	47,6	67,9	66,1	80,5	51,3	52,4	78,9	74,4	55,3	60,8	57,9
Cond. Físico	Ativa	Ativo	Atleta	Ativo	Ativa	Ativa	Ativo	Atleta	Atleta	Ativo	Ativa
IMC (kg/m²)	19,3	24,1	25,8	24,6	19,1	21,3	26,4	23,5	20,3	22,9	21,3
Gordura Corporal (%)	13,1	12,2	32,6	13,6	13	19,8	16,2	14,5	7,1	11,4	19,4
Água Corporal (%)	63,6	64,3	49,3	63,2	63,7	58,7	61,3	62,6	68	64,9	59
Massa Muscular (kg)	33,2	49,5	41,9	58,3	36,2	34,3	55,7	61,2	48,1	45,4	37,7
Massa Óssea (kg)	1,8	2,5	2,8	3	2,1	2,1	3	3,5	2,6	2,3	2,2
Gordura Abdominal (kg)	3	6	7	8	2	4	8	6	1	8	4
Necessidade Calórica Diária (kcal)	1919	2168	2950	2285	2030	1982	2325	2970	2820	1885	2130
Estado Civil	Casada	Solteiro		Solteiro	Solteira	Solteira	Solteiro		Solteiro	Casado	Solteira
Atividades Físicas que pratica atualmente	Yoga, dança, musculação	Yoga, natação, corrida, caminhada		Ginástica artística, dança, musculação	Yoga	Yoga, dança de salão, práticas circenses, bicicleta	Musculação, bicicleta		Jiu jitsu, natação, corrida, dança, bicicleta	Yoga, futebol	Dança
Frequência semanal (dias)	4	4		7	2	3	3		6	2	2
Atividade Ocupacional	Professora de dança	Biólogo		Secretário Administrativo	Professora	Professora de inglês	Estudante		Professor de grafite	Professor	Professora

A respeito dos questionários, foram aplicados o SF-36 e o Roland-Morris de Incapacidade com 9 dos 11 voluntários apenas como complementação da caracterização dos voluntários. Foi feito também a avaliação do nível de habilidade de execução do *sirshasana* com os 11 voluntários.

A tabela 2 é referente aos resultados do questionário SF-36, que foi dividido em 8 domínios com notas individuais para cada um deles, onde 0 é o pior estado e 100 o melhor estado possível.

Tabela 2 - Resultado do questionário SF - 36 - A tabela apresenta o resultado de cada um dos oito domínios em que o questionário é dividido de cada um dos voluntários. A pontuação de cada domínio varia de 0 à 100, onde 0 é o pior estado e 100 o melhor estado possível. A pontuação de cada domínio é individual.

	SF - 36 (0 à 100)							
Voluntários	Capacidade funcional	Limitação por aspectos físicos	Dor	Estado geral de saúde	Vitalidade	Aspectos sociais	Limitação por aspectos emocionais	Saúde mental
Vol 1	100	100	51	75	65	75	0	84
Vol 2	100	100	84	100	60	62,5	33,33	68
Vol 3	Não respondeu o questionário							
Vol 4	100	100	84	90	70	50	100	88
Vol 5	95	100	41	60	50	75	100	76
Vol 6	100	100	84	75	70	75	66,67	92
Vol 7	100	100	84	80	55	87,5	100	80
Vol 8	Não respondeu o questionário							
Vol 9	85	75	62	95	65	100	100	100
Vol 10	90	100	84	65	55	87,5	100	84
Vol 11	90	100	52	75	50	87,5	100	84

Pode-se perceber que em relação ao domínio de capacidade funcional, todos os voluntários que responderam estão muito bem, sendo que 5 obtiveram a maior pontuação, e os demais obtiveram boas pontuações, sendo que a menor delas foi de 85. A média entre os voluntários para esse domínio foi de 95,6.

No domínio de limitação por aspectos físicos todos tiveram bons resultados também com 8 voluntários com pontuação máxima e 1 voluntário com 75. A média entre os voluntários foi de 97,2.

No domínio de dor a média foi de 69,6 entre os voluntários, sendo que a menor pontuação foi 41 e a maior foi 84.

No domínio de estado geral de saúde a média foi de 79,4, com menor pontuação de 60 e um voluntário com 100, a pontuação máxima.

No domínio de vitalidade a menor pontuação foi 50 e a maior foi 70. A média entre os voluntários foi de 60,0.

No domínio de aspectos sociais a média foi 77,8, com a pontuação variando de 50 à 100.

No domínio de limitação por aspectos emocionais, 1 voluntário obteve a pontuação 0 que se refere ao pior estado 6 voluntários obtiveram 100, a pontuação máxima. A média entre os voluntários foi de 77,8.

No domínio de saúde mental a média entre os voluntários foi de 84,0 com valores variando de 68 à 100.

A tabela 3 apresenta os resultados do questionário Roland-Morris de Incapacidade, no qual a pontuação foi de 0 à 24, onde 0 representa a mínima incapacidade e 24 a maior incapacidade.

Tabela 3 - Resultado do questionário Roland-Morris de Incapacidade - A pontuação desse questionário varia de 0 à 24, onde 0 representa a menor incapacidade e 24 representa a maior incapacidade.

	ROLAND-MORRIS DE INCAPACIDADE
Voluntários	Resultado (0 à 24)
Vol 1	1
Vol 2	1
Vol 3	Não respondeu o questionário
Vol 4	0
Vol 5	2
Vol 6	0
Vol 7	0
Vol 8	Não respondeu o questionário
Vol 9	0
Vol 10	1
Vol 11	3

Todos os voluntários apresentaram uma pontuação muito boa no questionário de incapacidade, sendo que 4 voluntários obtiveram a pontuação 0; 3 voluntários obtiveram a

pontuação 1; 1 voluntário obteve a pontuação 2; 1 voluntário obteve a pontuação 3; e 2 voluntários não responderam o questionário. Esses resultados apontam que os voluntários não apresentaram dores lombares.

Na tabela 4 está o resultado do nível de habilidade de execução do *sirshasana*. A pontuação variou de 1 à 5, onde 1 significa que o voluntário tem muita dificuldade, e 5 significa que o voluntário tem o mínimo de dificuldade.

Tabela 4 - Resultado do nível de habilidade de execução do Sirshasana - A pontuação varia de 1 à 5, onde 1 significa que o voluntário tem muita dificuldade e 5 significa que o voluntário tem o mínimo de dificuldade.

	Nível de Habilidade de Execução do <i>Sirshasana</i>
Voluntários	Resultado (1 à 5)
Vol 1	5
Vol 2	4
Vol 3	3
Vol 4	5
Vol 5	5
Vol 6	5
Vol 7	2
Vol 8	3
Vol 9	3
Vol 10	2
Vol 11	2

Dentre os voluntários, 4 obtiveram a pontuação 5; 1 voluntário obteve a pontuação 4; 3 voluntários obtiveram a pontuação 3; e 3 voluntários obtiveram a pontuação 2. A média do nível de habilidade de execução do *sirshasana* foi de 3,5.

Através dessa pontuação os voluntários foram classificados em dois grupos. Um grupo foi denominado de "avançado" e foi composto pelos voluntários que receberam a pontuação 4 ou 5. E o outro grupo foi denominado de "intermediário" e foi composto pelos participantes que receberam a pontuação 3 ou 2. Nenhum voluntário recebeu a pontuação 1. O grupo avançado foi composto pelos voluntários: 1; 2; 4; 5; 6. O grupo intermediário foi composto pelos voluntários: 3; 7; 8; 9; 10; 11.

Pode-se ponderar que o que determinou a pontuação que cada participante obteve, pode estar relacionado às atividades físicas de cada um, a prática ou não de Yoga ou de outras práticas corporais, o número de vezes por semana que cada um realizou suas atividades, bem

como outros fatores que poderiam ter influenciado. Neste estudo não se aprofundou no porque de cada pontuação em si.

4.2 ANÁLISE DA CURVATURA

A respeito dos dados obtidos da análise postural, na tabela 5 foram apresentados os dados de média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo do pico de curvatura, para as 3 atividades, marcha, postura ortostática e *sirshasana*, em cada plano e região da coluna.

Tabela 5 - Pico Das Curvaturas - Essa tabela apresenta os dados de média, desvio padrão, valor mínimo e máximo em cada plano e região da coluna, para as 3 atividades: marcha, postura ortostática e *sirshasana*.

	Lombar Sagital			Torácica Sagital			Lombar Frontal			Torácica Frontal		
	Marcha	Postura Ortostática	Yoga	Marcha	Postura Ortostática	Yoga	Marcha	Postura Ortostática	Yoga	Marcha	Postura Ortostática	Yoga
Média	-7,0	-8,2	-5,7	5,5	6,0	5,3	4,4	4,4	4,1	3,3	2,7	4,7
Desvio Padrão	3,2	3,1	2,0	1,8	2,7	1,6	2,7	2,6	2,3	1,4	1,1	3,2
Valor Mínimo	- 12,4	- 14,4	- 10,2	3,7	3,6	2,6	0,8	1,3	1,3	1,7	1,6	1,3
Valor Máximo	-2,1	-3,6	-2,5	9,4	10,9	7,3	9,0	7,8	8,4	6,3	4,9	11,7

A curvatura vertebral apresentada na região torácica, no plano frontal, foi em media de $3,3 \pm 1,4 \text{ m}^{-1}$ na marcha, $2,7 \pm 1,1 \text{ m}^{-1}$ na postura ortostática e de $4,7 \pm 3,2 \text{ m}^{-1}$ no *sirshasana*. O valor mínimo foi: $1,7 \text{ m}^{-1}$ na marcha; $1,6 \text{ m}^{-1}$ na postura ortostática; $1,3 \text{ m}^{-1}$ no *sirshasana*. E o valor máximo foi: $6,3 \text{ m}^{-1}$ na marcha; $4,9 \text{ m}^{-1}$ na postura ortostática; $11,7 \text{ m}^{-1}$ no *sirshasana*.

Por meio do teste One-Way Anova foram encontradas diferenças significativas ($p=0,0430$) no pico de curvatura médio na região torácica no plano frontal entre as três situações estudadas. O resultado do teste de comparações múltiplas de Tukey Kramer mostrou haver diferença entre a postura ortostática e o *sirshasana*, mas não indicou haver diferença entre as mesmas e a marcha. Pode-se considerar que a postura ideal para as três atividades no plano frontal seria uma coluna reta, sem curvatura. Essa situação ideal não foi constatada nas atividades avaliadas, contudo, os resultados indicaram que os desvios posturais da coluna torácica, no plano frontal, no *sirshasana* foram maiores do que aqueles apresentados na postura ortostática.

Para aprofundar a caracterização dos dados, de forma complementar, foi criado um gráfico com boxplots dos picos de curvatura na região torácica, no plano frontal, em cada situação analisada (Figura13). A marcha e a postura ortostática tiveram valores parecidos e com uma menor variação entre os quartis inferior e superior, já o *sirshasana* apresentou uma maior variação entre os quartis. Os valores de distância interquartílica foram $2,1 \text{ m}^{-1}$ na marcha, $1,5 \text{ m}^{-1}$ na postura ortostática e $3,9 \text{ m}^{-1}$ no *sirshasana*. Os valores do quartil inferior e do quartil superior foram sucessivamente: na marcha $2,1 \text{ m}^{-1}$ e $4,2 \text{ m}^{-1}$, na postura ortostática $1,9 \text{ m}^{-1}$ e $3,4 \text{ m}^{-1}$ e no *sirshasana* $2,3 \text{ m}^{-1}$ e $6,2 \text{ m}^{-1}$.

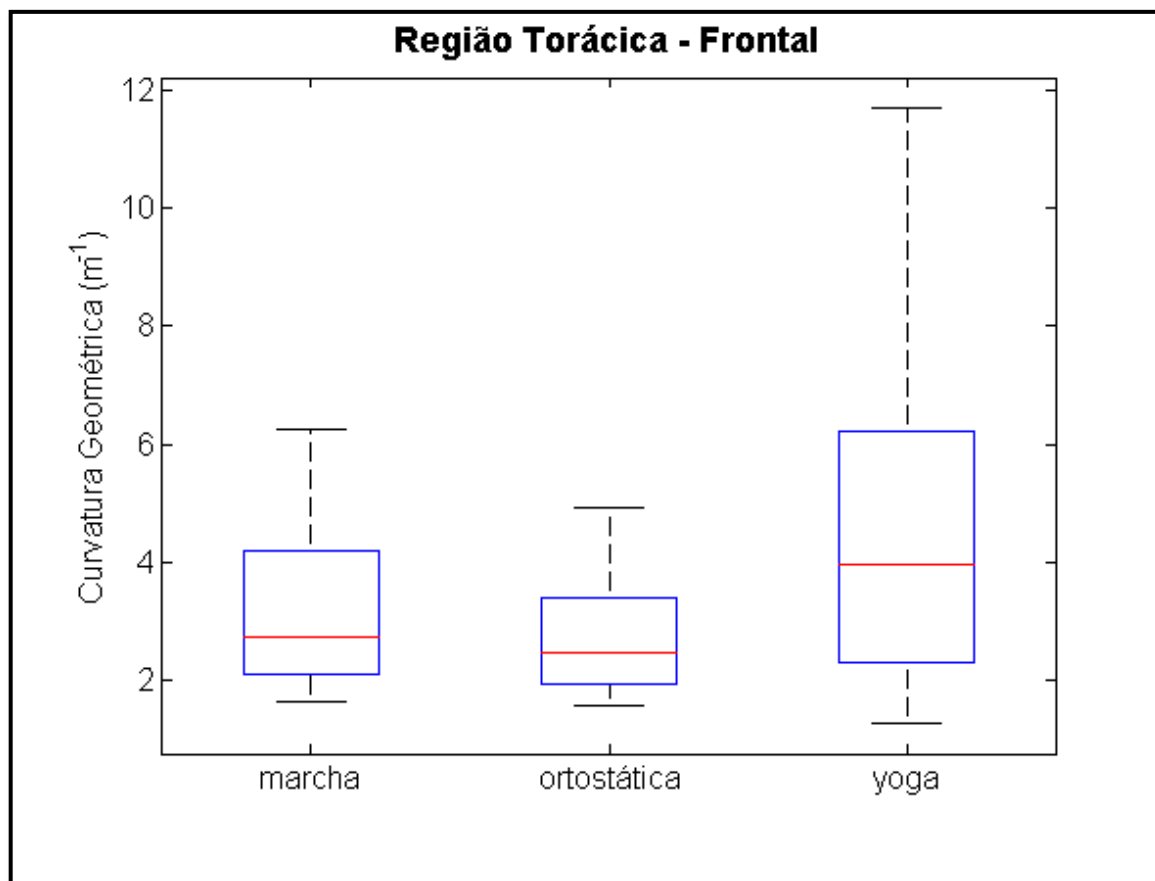


Figura 13 - Região torácica frontal - Esse é um gráfico do tipo *boxplot* que representa a curvatura geométrica no plano frontal, na região torácica, de todos os voluntários nas três atividades estudadas, marcha e postura ortostática e *sirshasana*. A curvatura geométrica foi maior no *sirshasana*, depois na marcha e por último na postura ortostática. O eixo x representa a curvatura geométrica (m^{-1}) e o eixo y representa as três atividades estudadas.

A curvatura vertebral apresentada na região torácica, no plano sagital, foi em média de $5,5 \pm 1,8 m^{-1}$ na marcha, $6,0 \pm 2,7 m^{-1}$ na postura ortostática, $5,3 \pm 1,6 m^{-1}$ no *sirshasana*. O valor mínimo foi: $13,7 m^{-1}$ na marcha; $3,6 m^{-1}$ na postura ortostática; $2,6 m^{-1}$ no *sirshasana*. E o valor máximo foi: $9,4 m^{-1}$ na marcha; $10,9 m^{-1}$ na postura ortostática; $7,3 m^{-1}$ no *sirshasana*.

Através do teste One-Way Anova não foram encontradas diferenças significativas ($p=0,5064$) no pico de curvatura médio na região torácica no plano sagital entre as três situações estudadas. O resultado do teste de comparações múltiplas de Tukey Kramer mostrou que não houve diferenças significativas entre as três atividades. Os resultados indicaram que a curvatura geométrica da coluna torácica, no plano sagital, foi menor no *sirshasana* do que na marcha e na postura ortostática.

Para aprofundar a caracterização dos dados, de forma complementar, foi criado um gráfico com boxplots dos picos de curvatura na região torácica, no plano sagital, em cada situação analisada (Figura 14).

Os valores de distância interquartílica foram $2,7 \text{ m}^{-1}$ na marcha, $3,9 \text{ m}^{-1}$ na postura ortostática e $2,7 \text{ m}^{-1}$ no *sirshasana*. Os quartis inferiores e superiores apresentaram os seguintes valores: na marcha 4,0 e 6,7, na postura ortostática 4,0 e 7,9 e no *sirshasana* 3,9 e 6,6.

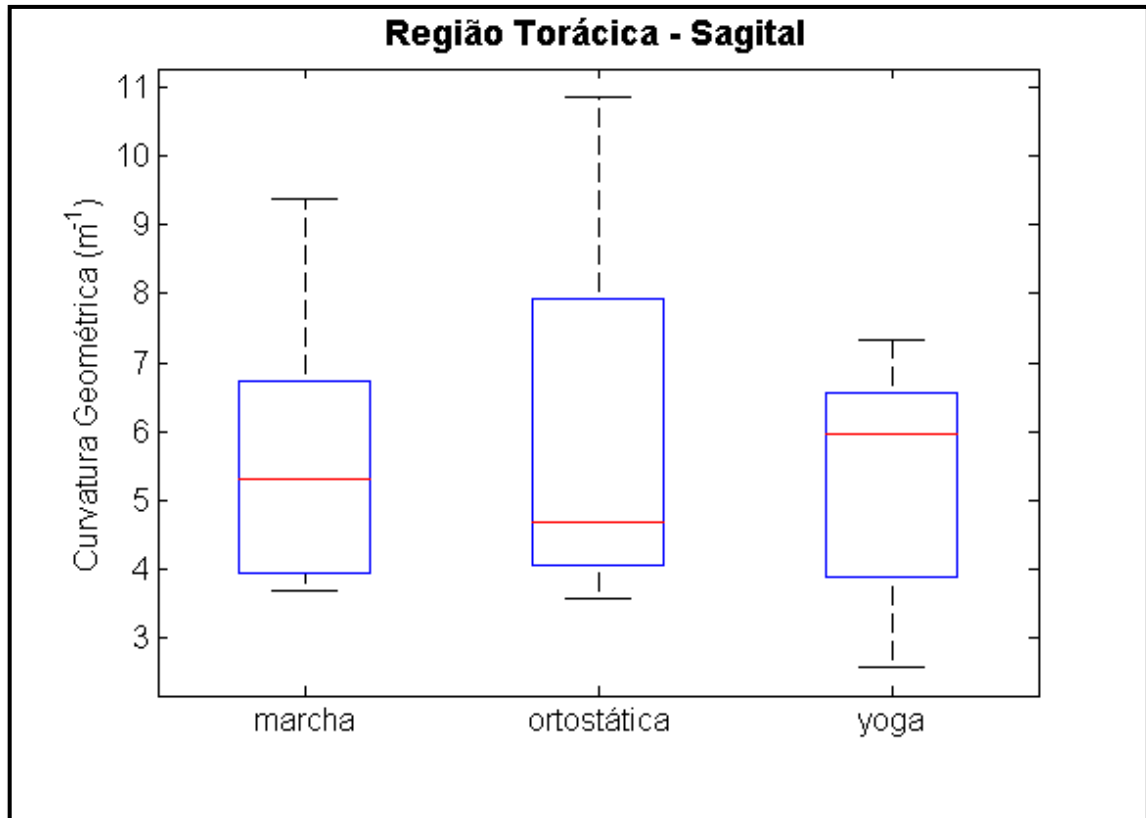


Figura 14 - Região torácica sagital - Esse é um gráfico do tipo *boxplot* que representa a curvatura geométrica no plano sagital, na região torácica, de todos os voluntários nas três atividades estudadas, marcha e postura ortostática e *sirshasana*. A média da curvatura geométrica foi menor no *sirshasana*, depois na marcha e por último na postura ortostática. O eixo x representa a curvatura geométrica (m^{-1}) e o eixo y representa as três atividades estudadas.

A curvatura vertebral apresentada na região lombar, no plano frontal, foi em média de $4,4 \pm 2,7 \text{ m}^{-1}$ na marcha, $4,4 \pm 2,6 \text{ m}^{-1}$ na postura ortostática, $4,1 \pm 2,3 \text{ m}^{-1}$ no *sirshasana*. O valor mínimo foi: 0,8 na marcha; 1,3 na postura ortostática; 1,3 no *sirshasana*. E o valor máximo foi: $9,0 \text{ m}^{-1}$ na marcha; $7,8 \text{ m}^{-1}$ na postura ortostática; $8,4 \text{ m}^{-1}$ no *sirshasana*.

Por meio do teste One-Way Anova não foram encontradas diferenças significativas ($p=0,8684$) no pico de curvatura médio na região lombar no plano frontal entre as três situações estudadas. O resultado do teste de comparações múltiplas de Tukey Kramer mostrou que não há diferenças significativas entre as três atividades. Os resultados indicam que os

desvios posturais da coluna lombar, no plano frontal, no *sirshasana* foram menores do que na postura neutra.

Para aprofundar a caracterização dos dados, de forma complementar, foi criado um gráfico com boxplots dos picos de curvatura na região lombar, no plano frontal, em cada situação analisada (Figura15).

Os valores de distância interquartílica foram $4,4 \text{ m}^{-1}$ na marcha, $5,2 \text{ m}^{-1}$ na postura ortostática e $2,8 \text{ m}^{-1}$ no *sirshasana*. O *sirshasana* apresentou uma menor variação entre os quartis inferior e superior com valores de $2,1 \text{ m}^{-1}$ e $4,9 \text{ m}^{-1}$, em relação à marcha com $2,2 \text{ m}^{-1}$ e $6,6 \text{ m}^{-1}$ e postura ortostática com $2,0$ e $7,2 \text{ m}^{-1}$.

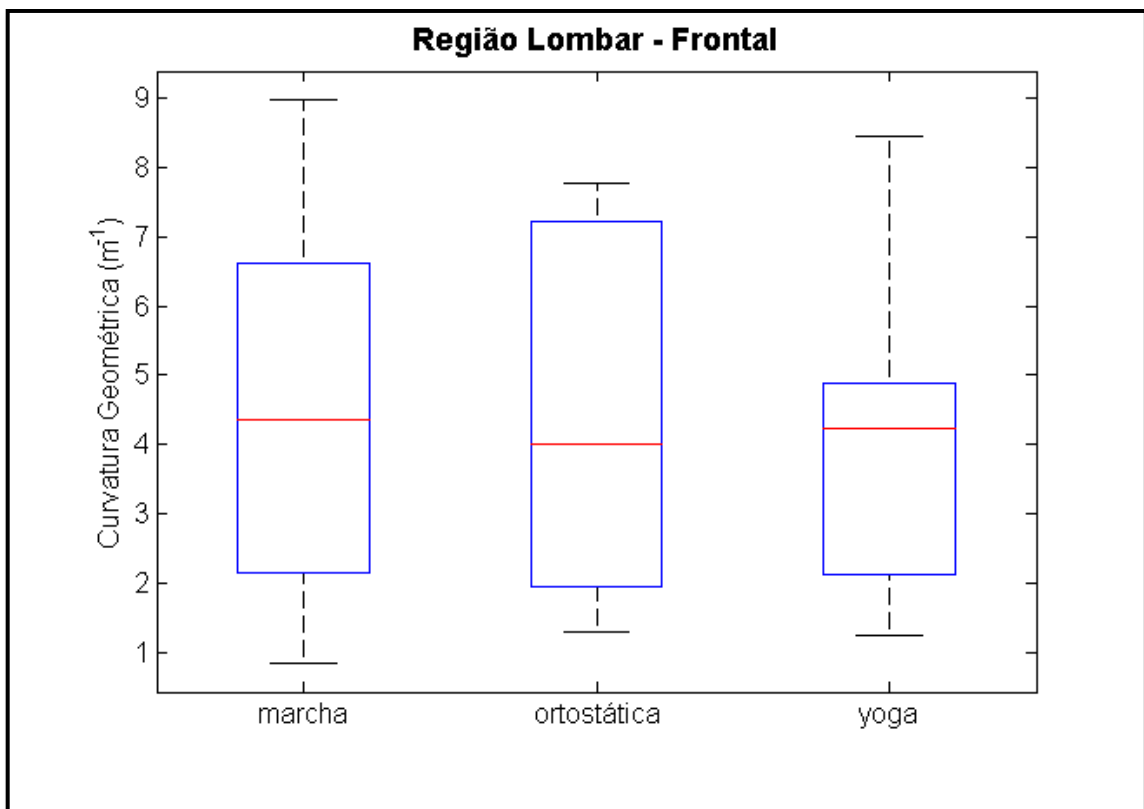


Figura 15 - Região lombar frontal - Esse é um gráfico do tipo *boxplot* que representa a curvatura geométrica no plano frontal, na região lombar, de todos os voluntários nas três atividades estudadas, marcha e postura ortostática e *sirshasana*. A média da curvatura geométrica foi maior na marcha e na postura ortostática com o mesmo valor, depois no *sirshasana*, porém os valores se mantiveram muito próximos. O eixo x representa a curvatura geométrica (m^{-1}) e o eixo y representa as três atividades estudadas.

Na região lombar, no plano sagital, o maior valor absoluto para a média do pico de curvatura geométrica foi na postura ortostática com valor de $-8,2 \pm 3,1 \text{ m}^{-1}$, depois na marcha com valor de $-7,0 \pm 3,2 \text{ m}^{-1}$ e por último no *sirshasana* com $-5,7 \pm 2,0 \text{ m}^{-1}$. O valor mínimo foi: -

12,4 m⁻¹ na marcha; -14,4 m⁻¹ na postura ortostática; -10,2 m⁻¹ no *sirshasana*. E o valor máximo foi: -2,1 m⁻¹ na marcha; -3,6 m⁻¹ na postura ortostática; -2,5 m⁻¹ no *sirshasana*.

Por meio do teste One-Way Anova foram encontradas diferenças significativas (p=0,0093) no pico de curvatura médio na região lombar no plano sagital entre as três situações estudadas. O resultado do teste de comparações múltiplas de Tukey Kramer apresentou haver diferenças entre a postura ortostática e o *sirshasana*, mas não apresentou haver diferenças entre as mesmas e a marcha. Os resultados indicaram que a curvatura geométrica da coluna lombar no *sirshasana* foi menor do que na marcha e na postura ortostática.

Para aprofundar a caracterização dos dados, de forma complementar, foi criado um gráfico com boxplots dos picos de curvatura na região lombar, no plano sagital, em cada situação analisada (Figura16).

Os valores de distância interquartílica foram 4,3m⁻¹ na marcha, 4,1 m⁻¹ na postura ortostática e 1,9 m⁻¹ no *sirshasana*. No *sirshasana* a variação de valores entre os quartis inferior e superior foi menor com os valores de -6,5 m⁻¹ e -4,6 m⁻¹. Já na marcha esses valores variaram entre -9,0 m⁻¹ e -4,7 m⁻¹, na postura ortostática essa variação foi de -10,4 m⁻¹ até -6,3 m⁻¹. Há a presença de um *outlier*, um valor fora do padrão, no *sirshasana*, sendo que o valor do mesmo é de -10,2 m⁻¹.

É importante lembrar que no plano sagital, os valores positivos representam uma concavidade anterior e os valores negativos representam uma concavidade posterior.

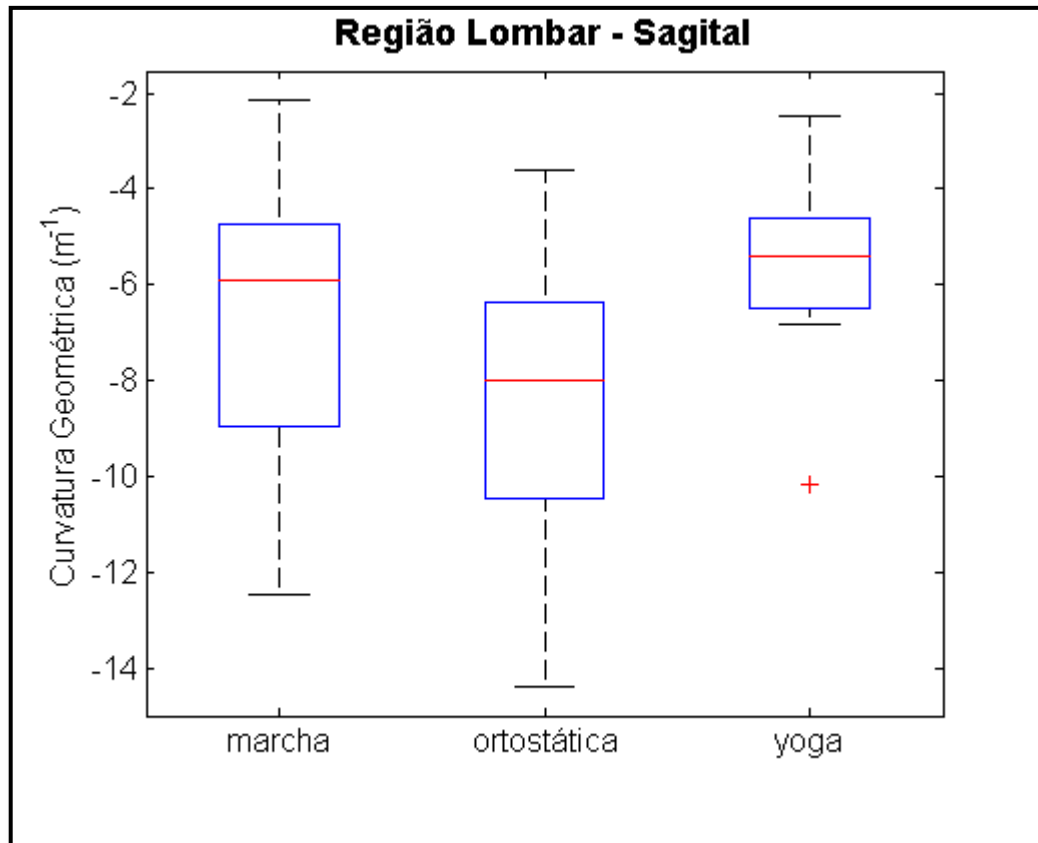


Figura 16 - Região lombar sagital - Esse é um gráfico do tipo *boxplot* que representa a curvatura geométrica no plano sagital, na região lombar, de todos os voluntário nas três atividades estudadas, marcha e postura ortostática e *sirshasana*. A curvatura geométrica foi maior no no *sirshasana*, depois na marcha e por último na postura ortostática. Houve a presença de um *outlier*, um valor fora do padrão, no *sirshasana*. O eixo x representa a curvatura geométrica (m^{-1}) e o eixo y representa as três atividades estudadas.

Para cada voluntário foi feito um gráfico do ajuste sagital e da curvatura sagital, que foram disponíveis nos apêndices. A figura 17 é um gráfico do voluntário 3 e é um exemplo representativo para os resultados encontrados. Na região lombar a curvatura geométrica é menor no *sirshasana*, depois na marcha e por último na postura ortostática. Na região torácica a curvatura geométrica da coluna foi menor na postura ortostática, seguida pela marcha e depois pelo *sirshasana*.

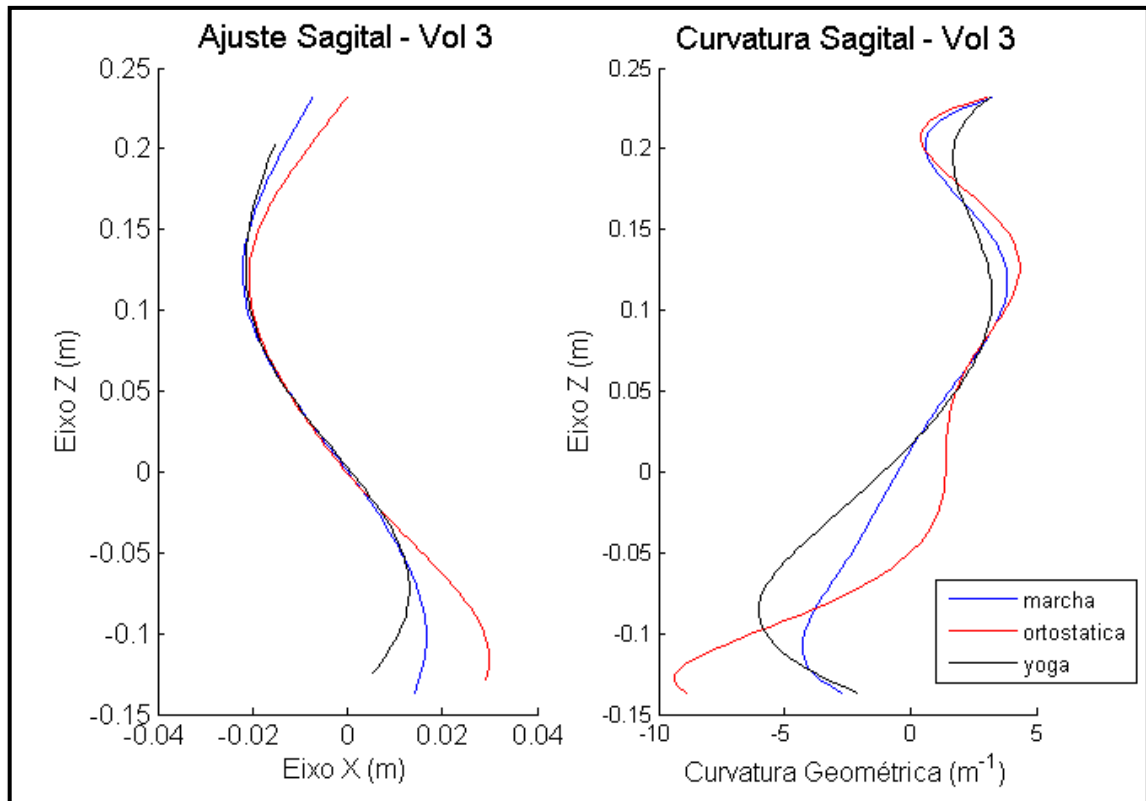


Figura 17 - Ajuste sagital e curvatura sagital - O gráfico à esquerda representa o ajuste sagital e o gráfico à direita representa a curvatura sagital, do voluntário 3. Foi feito um gráfico desse para cada voluntário. Esse gráfico se aproxima dos resultados encontrados, sendo que na região lombar o pico de curvatura é menor no *sirshasana*, depois na marcha e por último na postura ortostática. Na região torácica o pico de curvatura foi menor na postura ortostática, seguido pela marcha e por último no *sirshasana*.

Como foi apresentado anteriormente, o estudo de Scannel e McGill (2003), indicou que a postura vertebral média apresentada na passada da marcha encontra-se na zona neutra (PANJABI, 2003). Como não seria possível estimar diretamente a zona neutra proposta por Panjabi (2003) em cada participante, optamos por utilizar o conceito de curva neutra de Campos (2010).

De acordo com Campos (2010) durante a passada, na locomoção, o formato da coluna oscila ao redor de uma curva média das posturas dinâmicas. Essa forma geométrica de referência recebeu o nome de curva neutra. A curva neutra é individual e estável e pode ser verificada na marcha. No presente estudo, a curva neutra apresentada na marcha foi adotada como parâmetro para estimativa da postura neutra da coluna vertebral.

No *sirshasana* a coluna lombar deve apoiar menor massa corporal e, por outro lado, as outras regiões da coluna passam a sustentar maior peso do que o habitual em posição ortostática. Pois o centro de massa corporal fica aproximadamente na altura da segunda vértebra lombar (ZATSIORSKY, 2002).

Na região torácica, no plano frontal, a media foi de $3,3 \pm 1,4 \text{ m}^{-1}$ na marcha, $2,7 \pm 1,1 \text{ m}^{-1}$ na postura ortostática, $4,7 \pm 3,2 \text{ m}^{-1}$ no *sirshasana*. Concluiu-se que a curvatura geométrica da coluna torácica, no plano frontal, no *sirshasana* foi maior do que na postura neutra.

Houve no *sirshasana* mais desvios laterais em relação à postura neutra. Provavelmente, isso ocorreu pois essa região passou a suportar mais peso do que na postura neutra. Para compensar essa carga alguns participantes acabaram apresentando desvios laterais. Devido a isso os participantes podem ter aumentado os desvios para que isso os auxiliasse no equilíbrio e estabilização da postura.

Na região torácica, no plano sagital, a media foi de $5,5 \pm 1,8 \text{ m}^{-1}$ na marcha, $6,0 \pm 2,7 \text{ m}^{-1}$ na postura ortostática, $5,3 \pm 1,6 \text{ m}^{-1}$ no *sirshasana*. Concluiu-se que a curvatura geométrica da coluna torácica, no plano sagital, no *sirshasana* foi menor do que na postura neutra.

Na região lombar, no plano frontal, a media foi de $4,4 \pm 2,7 \text{ m}^{-1}$ na marcha, $4,4 \pm 2,6 \text{ m}^{-1}$ na postura ortostática, $4,1 \pm 2,3 \text{ m}^{-1}$ no *sirshasana*. Observou-se que a curvatura geométrica da coluna lombar, no plano frontal, no *sirshasana* foi levemente menor do que na postura neutra.

Isso provavelmente pode ter ocorrido pois no *sirshasana* houve uma descompressão nas vértebras lombares, pois o peso que essas vértebras suportavam passou a ser menor nessa postura do que nas posturas habituais.

Na região lombar, no plano sagital, a media foi de $-7,0 \pm 3,2 \text{ m}^{-1}$ na marcha, $-8,2 \pm 3,1 \text{ m}^{-1}$ na postura ortostática, $-5,7 \pm 2,0 \text{ m}^{-1}$ no *sirshasana*. É importante lembrar que no plano sagital, os valores positivos representam uma concavidade anterior e os valores negativos representam uma concavidade posterior. Diante destes resultados, concluiu-se que a curvatura geométrica da coluna torácica no *sirshasana* foi menor do que na postura neutra.

Esse resultado aproximou-se do que era esperado. Pois de acordo com o relato de alunos praticantes de Yoga, ao realizarem essa postura os mesmos afirmaram que houve o alívio de dores nessa região. O fato da curvatura ser menor no *sirshasana* do que na postura neutra, possibilitou que houvesse um alívio nessa região.

Como já foi apresentado, o *sirshasana* promove o rejuvenescimento de órgãos, glândulas e tecidos, diminuindo os efeitos nocivos provenientes da gravidade (FIRMINO, 2004). O efeito da gravidade, nessa postura, fez com que houvesse uma redução de carga nas vértebras lombares, o que também pode contribuir para o alívio de eventuais dores lombares.

As curvaturas vertebrais estão diretamente ligadas ao comportamento das forças internas aplicadas na estrutura. Curvaturas moderadas apresentadas no plano sagital minimizam as cargas geradas na coluna em situações em que ela é submetida a forças

compressivas (ADAMS et al., 1994; SRBINOSKA et al., 2013). Por outro lado, no plano frontal, desvios laterais no alinhamento da coluna podem gerar aplicações assimétricas de carga na estrutura vertebral, embora sejam comuns pequenos desvios, mesmo em pessoas assintomáticas (CONNOLLY e MICHAEL, 1984; SAUNDERS et al., 2005). O mais adequado e ideal seria permanecer dentro da zona neutra (PANJABI, 2003).

4.3 ANÁLISE DOS DESVIOS LATERAIS EM FUNÇÃO DO NÍVEL DE HABILIDADE DE EXECUÇÃO DO *SIRSHASANA*

Analizamos os desvios laterais dos participantes durante a postura ortostática, utilizando o critério de divisão dos grupos em relação ao nível de habilidade de execução do *sirshasana*.

Optou-se por analisar os desvios laterais na postura ortostática justamente por essa ser a postura em que as pessoas permanecem a maior parte do seu dia. Mais do que o tempo em que geralmente executam a marcha, e com certeza mais do que o tempo que dedicam para executar o *sirshasana* durante as atividades do dia a dia.

O grupo intermediário foi composto pelos voluntários com pontuação 2 ou 3, e o grupo avançado foi composto pelos voluntários com pontuação 4 ou 5. O grupo intermediário foi composto pelos voluntários 3, 7, 8, 9, 10 e 11. O grupo avançado foi composto pelos voluntários 1, 2, 4, 5 e 6.

Foram analisadas a região lombar e a região torácica, no plano frontal. A tabela 6 indica os valores de média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo de cada grupo e em cada região estudada da coluna.

Tabela 6 - Postura Ortostática Plano Frontal - Dados dos desvios laterais em função do nível de habilidade de execução do sirshasana. Os voluntários foram divididos em dois grupos, intermediário e avançado, conforme o nível de habilidade de execução do sirshasana. De acordo com essa divisão, foram apresentados na tabela os dados de média, desvio padrão, valor mínimo e valor máximo de cada grupo.

Postura Ortostática - Plano frontal				
	Lombar		Torácica	
	Intermediário	Avançado	Intermediário	Avançado
Média	5,6	2,9	3,1	2,3
Desvio Padrão	2,3	2,3	1,3	0,6
Valor Mínimo	2,3	1,3	1,6	1,6
Valor Máximo	7,8	6,9	4,9	2,9

Na região lombar, pode-se observar que a curvatura geométrica foi maior no grupo intermediário do que no avançado.

A média foi de $5,6 \pm 2,3 \text{ m}^{-1}$ no intermediário e $2,9 \pm 2,3 \text{ m}^{-1}$ no avançado. Os dados do grupo intermediário e avançado, nessa ordem, foram, no valor mínimo $2,3 \text{ m}^{-1}$ e $1,3 \text{ m}^{-1}$, e no valor máximo $7,8 \text{ m}^{-1}$ e $6,9 \text{ m}^{-1}$.

Por meio do teste One-Way Anova não foram encontradas diferenças significativas ($p=0,2904$) no pico de curvatura médio na região lombar no plano frontal entre os grupos estudados. Os resultados indicaram que os desvios posturais da coluna lombar, no plano frontal, na postura ortostática, foram maiores no grupo intermediário do que no grupo avançado.

Os valores de distância interquartílica foram $3,5 \text{ m}^{-1}$ no grupo intermediário e $2,6 \text{ m}^{-1}$ no grupo avançado. No grupo intermediário o quartil inferior obteve o valor de $4,0 \text{ m}^{-1}$ e o quartil superior de $7,5 \text{ m}^{-1}$. No grupo avançado o inferior foi de $1,4 \text{ m}^{-1}$ e o superior foi de $4,0 \text{ m}^{-1}$.

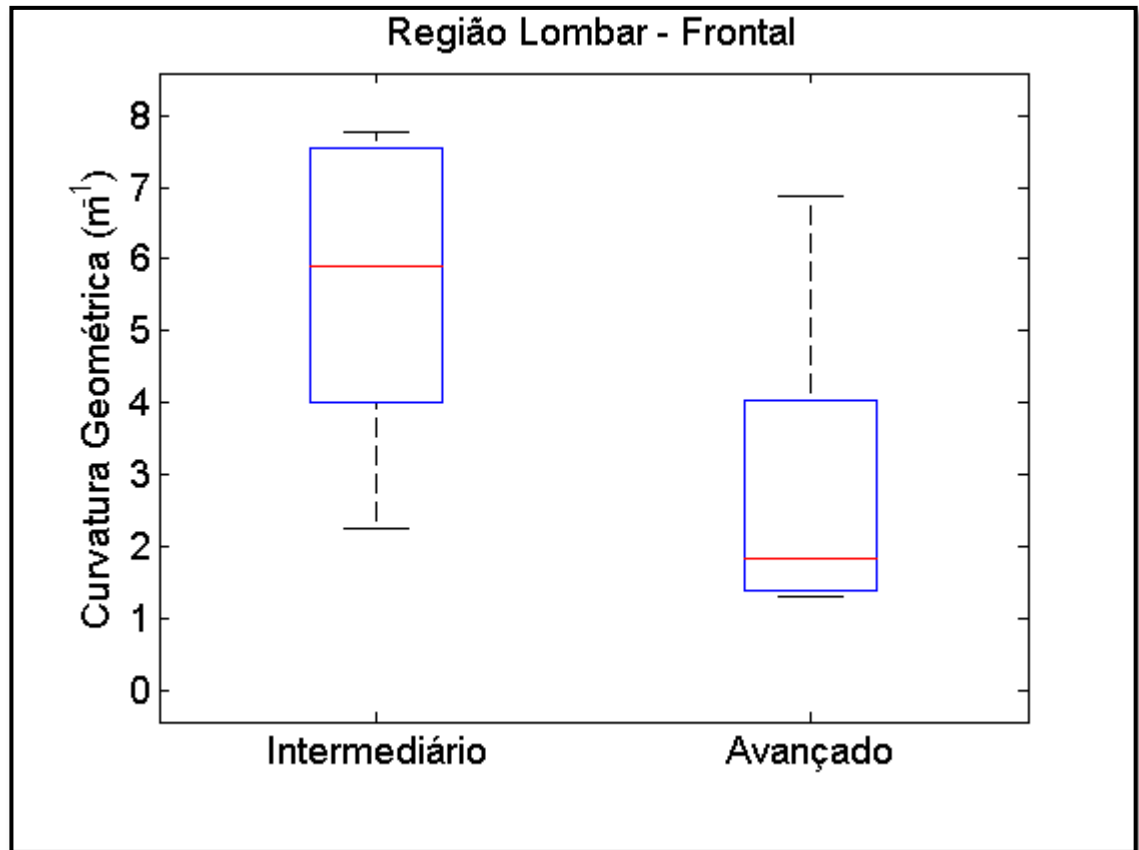


Figura 18 - Gráfico da região lombar no plano frontal de comparação entre o grupo intermediário e avançado durante a postura ortostática - Gráfico do tipo *boxplot* durante a postura ortostática. O grupo intermediário foi composto por 6 voluntários que obtiveram nota 2 ou 3, o grupo avançado foi composto por 5 voluntários que obtiveram nota 4 ou 5 no nível de habilidade de execução do *sirshasana*. Pode-se observar que a curvatura geométrica foi maior no grupo intermediário do que no avançado, isso representa que o grupo avançado tem menos desvios laterais na região lombar do que o grupo intermediário.

Na região torácica, pode-se observar que a curvatura geométrica foi maior no grupo intermediário do que no avançado.

A média foi de $3,1 \pm 1,3 \text{ m}^{-1}$ no intermediário e $2,3 \pm 0,6 \text{ m}^{-1}$ no avançado. O valor mínimo foi $1,6 \text{ m}^{-1}$ para os dois grupos. O valor máximo foi de $4,9 \text{ m}^{-1}$ para o grupo intermediário e $2,9 \text{ m}^{-1}$ para o avançado.

Por meio do teste One-Way Anova não foram encontradas diferenças significativas ($p=0,0892$) no pico de curvatura médio na região torácica no plano frontal entre os grupos estudados. Os resultados indicaram que os desvios posturais da coluna torácica, no plano frontal, na postura ortostática, foram maiores no grupo intermediário do que no grupo avançado.

Os valores de distância interquartílica foram 2 m^{-1} no grupo intermediário e $1,1 \text{ m}^{-1}$ no grupo avançado. No grupo intermediário o quartil inferior obteve o valor de $2,1 \text{ m}^{-1}$ e o quartil superior de $4,1 \text{ m}^{-1}$. No grupo avançado o inferior foi de $1,8 \text{ m}^{-1}$ e o superior foi de $2,9 \text{ m}^{-1}$.

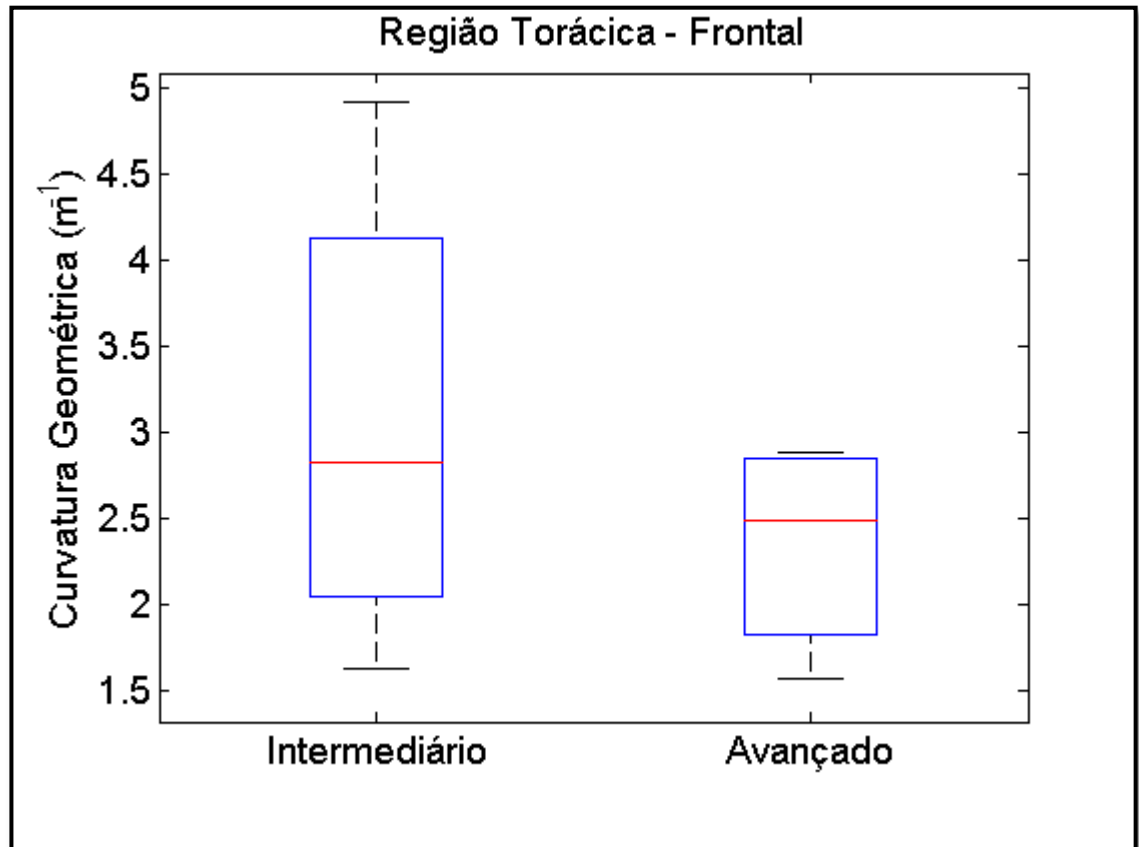


Figura 19 - Gráfico da região torácica no plano frontal de comparação entre o grupo intermediário e avançado durante a postura ortostática - Gráfico do tipo *boxplot* durante a postura ortostática. O grupo intermediário foi composto por 6 voluntários que obtiveram nota 2 ou 3, o grupo avançado foi composto por 5 voluntários que obtiveram nota 4 ou 5 no nível de habilidade de execução do *sirshasana*. Pode-se observar que a curvatura geométrica foi maior no grupo intermediário do que no avançado, isso representa que o grupo avançado tem menos desvios laterais na região torácica do que o grupo intermediário.

Como já foi dito, para executar o *sirshasana* "o conforto e o perfeito alinhamento do corpo e da coluna são as principais metas a se alcançar" (TACCOLINI, 2004, p. 136). Bem como também é necessário que haja uma preparação e um alinhamento correto. (BROWN, 2009). Para encontrar o alinhamento correto Cole (2009, p.86) afirma que é preciso "deixar a lombar e a inclinação da pelve neutras; deixar a posição da pelve neutra (não empurrar o quadril em demasia nem para a frente nem para trás); e alinhar o corpo inteiro com a força da gravidade".

O fato de precisar de uma preparação para conseguir o alinhamento cada vez mais correto e adequado, pode estar diretamente relacionado ao fato de que as pessoas que tiveram menos dificuldades para executar o *sirshasana*, foram as que apresentaram menores desvios laterais tanto na região lombar, quanto na região torácica durante a postura ortostática.

Essas pessoas por terem menos dificuldades, provavelmente conseguiram realizar o alinhamento correto. Segundo Cole (2009) o alinhamento correto faz com que a estrutura óssea suporte o peso do corpo de maneira mais natural. Quando o corpo fica desalinhado a postura fica mais instável e tensa, fazendo com que os músculos tenham que fazer mais força para sustentar o corpo.

Portanto, baseado nos dados e na literatura estudada, pode-se afirmar, que neste estudo, o grupo avançado sofreu menos desvios laterais nas regiões lombar e torácica durante a postura ortostática do que o grupo intermediário. Esse resultado foi compatível com o que era esperado.

Outro dado interessante foi que dos integrantes do grupo avançado, 4 dentre os 5, estavam praticando Yoga na época da coleta de dados. Já dos 6 integrantes do grupo intermediário, somente 1 estava praticando Yoga na época.

Esses dados representaram um indício de que a prática de Yoga ajudou tanto na execução da postura invertida, quanto também na postura vertebral durante atividades cotidianas das pessoas, como por exemplo, na postura ortostática.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho estudou-se as regiões lombar e torácica, nos planos frontal e sagital, analisando a postura vertebral durante as atividades de marcha, postura ortostática e execução do *sirshasana*. Foi proposto um método de avaliação do nível de habilidade de execução do *sirshasana*. Foi possível cumprir com os objetivos propostos.

A utilização do *software Virtual Dub*, do *software Dynamic Posture* desenvolvida por Campos (2010) e do *software Matlab®*, atenderam as necessidades deste trabalho.

Com os gráficos do tipo *boxplot* foi possível compreender melhor o comportamento da coluna vertebral durante a execução do *sirshasana*. Foi possível também comparar esses dados com os da marcha e da postura ortostática, possibilitando o entendimento de quando a coluna se aproximava ou afastava da postura neutra.

Os dados deste estudo mostraram que na região torácica, no plano sagital, não houve diferença entre cifose apresentada nas diferentes situações. Contudo, o *sirshasana* apresentou mais desvios laterais ($p < 0,05$) na região torácica em relação a postura neutra em postura ortostática.

Na região lombar, no plano sagital, a curvatura geométrica no *sirshasana* foi menor do que na postura neutra ($p < 0,05$). No plano frontal, houveram menos desvios laterais no *sirshasana* do que na postura neutra.

O *sirshasana* aliviou o peso nas vértebras lombares, mas ao mesmo tempo aumentou a carga nas vértebras torácicas, devido aos fatores gravitacionais e o centro de massa corporal.

Em relação as análises feitas de acordo com o nível de habilidade de execução do *sirshasana*, pode-se concluir que durante a postura ortostática, os participantes do grupo avançado tiveram menos desvios laterais do que os participantes do grupo intermediário, tanto na região lombar quanto na região torácica.

Observou-se também que a maioria dos participantes que obtiveram maior pontuação no nível de habilidade de execução do *sirshasana* estavam praticando Yoga na época da coleta de dados, e que a maioria dos integrantes que obtiveram uma menor pontuação não eram praticantes de Yoga.

Esses dados representaram um indício de que a prática de Yoga ajudou tanto na execução da postura invertida, quanto também na postura vertebral na postura ortostática.

Reconhece-se que o número de participantes desta pesquisa não representaram uma grande amostra. Mas os resultados encontrados foram proveitosos e trouxeram conclusões interessantes para a área.

É importante lembrar da necessidade de que outros trabalhos sejam feitos a respeito dessa e de outras posturas do Yoga para que possam contribuir tanto para a prática individual, quanto para a prática do professor de Yoga. Afim de que este profissional possa observar melhor seus alunos durante a execução dos *ásanas* para orientar seus alunos de maneira mais adequada com finalidade de evitar possíveis lesões e contribuir para a confiança e segurança de seu aluno durante a aula e nas práticas de Yoga.

REFERÊNCIAS

- ABYOGA. **O Yoga - Princípios e Fundamentos**. 2011. Disponível em: <<http://www.abYoga.org.br/artigos/7/o-Yoga--principios-e-fundamentos/#post-comments>>. Acesso em: 23 jul. 2013.
- ADAMS, M. A. et. al. Posture and the compressive strength of the lumbar spine. The clinical biomechanics award paper 1993. **Clinical Biomechanics**. v. 9, Issue 1, p. 5-14, January 1994.
- ANANDA MARGA PUBLICAÇÕES LTDA. **A Libertação da Mente Através do Tantra Yoga**. [tradução Mariluce Filizola C. Pessoa; revisão Raimundo M. Braga Filho e Léa Gonçalves; diagramação Nelson Jonas Ramos de Oliveira] 3 ed. São Paulo – SP. 2004.
- ARAÚJO, P. C. de; ABAR, C. A. A. P. Sobre o Boxplot no GeoGebra. 1ª. Conferência Latino Americana de GeoGebra. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**. v. 3, n. 1, pp.13-21, 2012. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/IGISP/article/view/8115/6574>> Acesso em: 05 out. 2014.
- BAIMA, L. S. **Yoga: Masculino ou Feminino?**: Um estudo investigativo sobre a prática de Yoga em Goiânia. 2010. 75f. Tese (Conclusão de Curso em Educação Física) – Faculdade de Educação Física. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.
- BROWN, C. **A Bíblia do Yoga: O livro definitivo em posturas de Yoga**. [tradução Carmem Fischer; revisão técnica João Carlos B. Gonçalves] São Paulo, editora Pensamento, 2009.
- CAMPOS, M. H. **Sistema de análise de movimento para avaliação da postura vertebral durante a corrida no teste de esforço máximo incremental**. 2010. 178f. Tese (Doutorado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 2010.
- CAMPOS, M. H. et. al. Metodologia para Quantificação da Curva Neutra da Coluna Vertebral Durante a Marcha: Estudo Piloto. In: **XI CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA. Anais eletrônicos**. Disponível em: CD – ROM. 2005.
- COLE, R. Cadê meu eixo? **Yoga Journal**. [tradução Cacau Peres; consultor Gerson D'Addio da Silva]. p. 86-88, agosto, 2009.
- CONNOLLY B. H.; MICHAEL B. T. Early Detection of Scoliosis: A Neurological Approach Using the Asymmetrical Tonic Neck Reflex. **Physical Therapy**. v. 64, p. 304-307, 1984.

CRAMER, H.; KRUCOFF, C.; DOBOS, G. Adverse Events Associated with Yoga: A Systematic Review of Published Case Reports and Case Series. **PLoS One**. 2013; Vol. 8(10). doi: 10.1371/journal.pone.0075515

FEUERSTEIN, G. **A tradição do Yoga**. Editora Pensamento. 2001.

FIRMINO, Suely. **Yoga - Mente, Corpo, Emoção**. Editora Madras. 2004.

GREENDALE, G. A. et. al. Yoga decreases kyphosis in senior women and men with adult onset hyperkyphosis: results of a randomized controlled trial **Journal of the American Geriatrics Society**. set. 2009. Vol. 57(9). p. 1569-1579. doi: 10.1111/j.1532-5415.2009.02391.x

HERMÓGENES, J. **Autoperfeição com Hatha Yoga**. Distribuidora Record. Rio de Janeiro. 10 ed.

IAYT. **Yoga Statistics and Demographics**. International Association of Yoga Therapists (IAYT). Compiled by Trisha Lamb. 2006. 31 p.

IYENGAR, B. K. S. **A sabedoria e a prática da Ioga**: Saúde, harmonia e equilíbrio do corpo e da mente. [tradução Candombá]. São Paulo: Publifolha, 2010.

JENG, C. et. al. Yoga and disc degenerative disease in cervical and lumbar spine: an MR imaging based case control study. **Current Reviews Musculoskeletal Medicine**. Vol. 20(3). 2011 mar. p. 408-413. doi: 10.1007/s00586-010-1547-y

KALYAMA, Acharya. **Yoga: repensando a tradição**. São Paulo, IBRASA, 2003.

KAPIT, W.; LAWRENCE, M. E. **Anatomia - um livro para colorir**. [tradução Claudio Fava Chagas ; revisão científica Aldo Junqueira Rodrigues Jr.]. - São Paulo: Roca, 2004. il.; Tradução de: The anatomy coloring book, 3rd ed.

KUPFER, Pedro. **História do Yoga**. 2º ed. Florianópolis: Copyright, 2000.

MINAYO, M. C. de S. et al. 2 Métodos, técnicas e relações em triangulação. In: MINAYO, M. C. de S; ASSIS, S. G.; SOUZA, E. R. (organizadoras). **Avaliação por triangulação de**

métodos. Abordagem de Programas Sociais. 20 ed. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz, 2005. p. 71-103.

NETTER, F. H. **Atlas Interativo de Anatomia Humana.** Versão 3.0. Ilustrações de Frank H. Netter, M.D. Carlos A. G. Machado, M.D. Editor Consultor John T. Hansen, PhD. University of Rochester. School of Medicine and Dentistry Rochester, NY. © 2004 Icon Learning Systems. LLD.

PANJABI, M. M. Clinical spinal instability and low back pain. **Journal of Electromyography and Kinesiology.** n. 13, p. 371–379. 2003.

PENMAN, S. et. al. Yoga in Australia: Results of a national survey. **International Journal of Yoga.** 2012 jul. Vol. 5(2), p. 92-101. doi: 10.4103/0973-6131.98217.

RANGEL, J. G. **Análise Cinemática da Postura Vertebral No Développé À La Seconde.** 85p. Monografia - Curso de Licenciatura em Educação Física, Faculdade de Educação Física, UFG, Goiânia, 2013.

SAUNDERS, S. W. et. al. Changes in three dimensional lumbo-pelvic kinematics and trunk muscle activity with speed and mode of locomotion. **Clinical Biomechanics.** v. 20, p. 784-793, 2005.

SCANNEL, J. P.; MCGILL, S.M. Lumbar Posture - Should It, and Can It, Be Modified? A Study of Passive Tissue Stiffness and Lumbar Position During Activities of Daily Living. **Physical Therapy .** Vol. 83 . n.10, p. 907-917. October, 2003.

SOROSKY, S.; STILP, S.; AKUTHOTA, V. Yoga and pilates in the management of low back pain. **Current Reviews Musculoskeletal Medicine.** Vol. 1(1) 2008 mar. p. 39-47. doi: 10.1007/s12178-007-9004-1

SRBINOSKA, H. et. al. Correlation between shape and spinal loads. **Journal of Biomechanics.** 2013. jul. Vol. 46(11). doi: 10.1016/j.jbiomech.2013.04.024.

TACCOLINI, M. **Manual de Hatha Yoga:** 108 Ásanas – Métodos Práticos. 1 ed. 2004.

WANG, M. et. al. Yoga Improves Upper-Extremity Function and Scapular Posturing in Persons with Hyperkyphosis. **Journal of Yoga & Physical Therapy.** 2012. doi: 10.4172/2157-7595.1000117

ZATSIORSKY, V. M. **Kinetics of Human Motion.** Champaign, IL: Human Kinetics. 2002.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
 Fone: (062) 3521-1141 Fax: (062) 3521-1185
 E-mail: fef-ufg@fef.ufg.br



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), de um projeto de pesquisa. Meu nome é Mário Hebling Campos, sou o pesquisador responsável deste projeto. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma.

INFORMAÇÕES PARA CONTATO: Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável supracitado através do e-mail: mariohcampos@gmail.com ou dos telefones (pode-se ligar à cobrar): (62) 8199-3557 e (62) 3521-1787. Em casos de dúvidas sobre os seus direitos como participante nesta pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás (UFG), nos telefones: 3521-1075 ou 3521-1076.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE A PESQUISA

EQUIPE RESPONSÁVEL: Esta pesquisa é de responsabilidade do pesquisador Prof. Dr. Mário Hebling Campos, docente da Faculdade de Educação Física (FEF) da Universidade Federal de Goiás (UFG), coordenador do Laboratório de Avaliação do Movimento Humano (LAMOVIH), tendo como área de atuação a análise biomecânica da postura humana. A equipe de pesquisa conta também com outros docentes, além de alunos de graduação e pós-graduação vinculados ao LAMOVIH e que poderão participar dos experimentos.

FINALIDADE DA PESQUISA: O título deste projeto de pesquisa é "**ANÁLISE CINEMÁTICA DA POSTURA VERTEBRAL**". Diversos trabalhos científicos serão elaborados com os dados deste projeto. São objetivos deste estudo o desenvolvimento de um software de avaliação postural e a análise da postura em diferentes movimentos esportivos, práticas corporais, e atividades do cotidiano da maioria das pessoas. Por tanto, este projeto contempla a realização de um conjunto de testes experimentais sobre a postura humana. Você está sendo convidado a participar de um deles, **ANÁLISE DA POSTURA VERTEBRAL DO ÁSANA DE YOGA, SIRSHASANA**.

LOCAL: Todas as avaliações serão realizadas no Laboratório de Avaliação do Movimento Humano (LAMOVIH) da FEF/UFG.

ATIVIDADES QUE SERÃO REALIZADAS: Na avaliação, inicialmente será aplicado um questionário sobre eventuais problemas posturais e dados pessoais como idade, nome completo e endereço. Após, será solicitado que você retire o sapato para medida da estatura e pesagem em uma balança que irá estimar sua massa total, massa óssea, massa muscular e quantidade de gordura corporal. Em seguida, serão colocados adesivos antialérgicos na pele do tronco e membros do seu corpo. Filmadoras registrarão o movimento e postura corporal nas seguintes atividades: Postura estática em pé em frente às filmadoras, 4 minutos de caminhada sobre a esteira e 1 minuto de corrida. **Após essas avaliações iniciais, será executado o ásana pelo tempo que for possível.**

REQUISITO PARA PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA: **Você somente poderá participar da pesquisa se conhecer e estiver apto(a) a realizar o ásana invertido de Yoga, Sirshasana.**

VESTIMENTA OBRIGATÓRIA: Para as avaliações você deverá estar utilizando o calçado esportivo de sua preferência, calção ou calça com tecido elástico que fique colado ao corpo. Se for do sexo masculino, deverá ficar sem camisa, com o dorso desnudo. Se for do sexo feminino, deverá usar biquíni ou top que sejam estreitos na parte posterior. Se for necessário, você poderá se trocar nos vestiários da FEF.

RISCOS: Todos os procedimentos experimentais deste projeto são seguros e não são invasivos. Há riscos de desequilíbrios durante as atividades que são similares aos riscos encontrados em atividades do cotidiano de pessoas sem necessidades especiais. **Se você é apto(a) a realizar a técnica de o ásana invertido de Yoga, terá facilidade para realizar todas as atividades previstas no experimento.**

SEUS DIREITOS COMO PARTICIPANTE DA PESQUISA: A participação nesta pesquisa **não prevê pagamento em dinheiro** ou qualquer outro tipo de benefício financeiro direto. Mas, caso ocorra algum acidente ou lesão durante os procedimentos, você terá total assistência da equipe de pesquisa e inclusive será encaminhado(a) para atendimento médico, se necessário. Se você vier a apresentar algum problema decorrente desta pesquisa, será ressarcido(a).

BENEFÍCIOS ESPERADOS: **Não são previstos benefícios diretos pela participação nesta pesquisa.** Você irá contribuir indiretamente para a sociedade que terá um melhor entendimento da postura humana.

GARANTIAS DE PRIVACIDADE E SIGILO: Serão garantidos para você privacidade e sigilo com relação a todas as informações e imagens que forem obtidas nesta pesquisa. Solicitamos sua autorização para divulgação dos resultados da pesquisa, apenas com dados que não possibilitem a sua identificação.

POSSIBILIDADE DE DESISTIR A QUALQUER MOMENTO: Você pode se recusar a continuar a sua participação e retirar seu consentimento imediatamente ou em qualquer outra fase da pesquisa, sem penalização alguma, sem necessidade de justificativa e sem qualquer tipo de prejuízo.

Assinatura do pesquisador _____

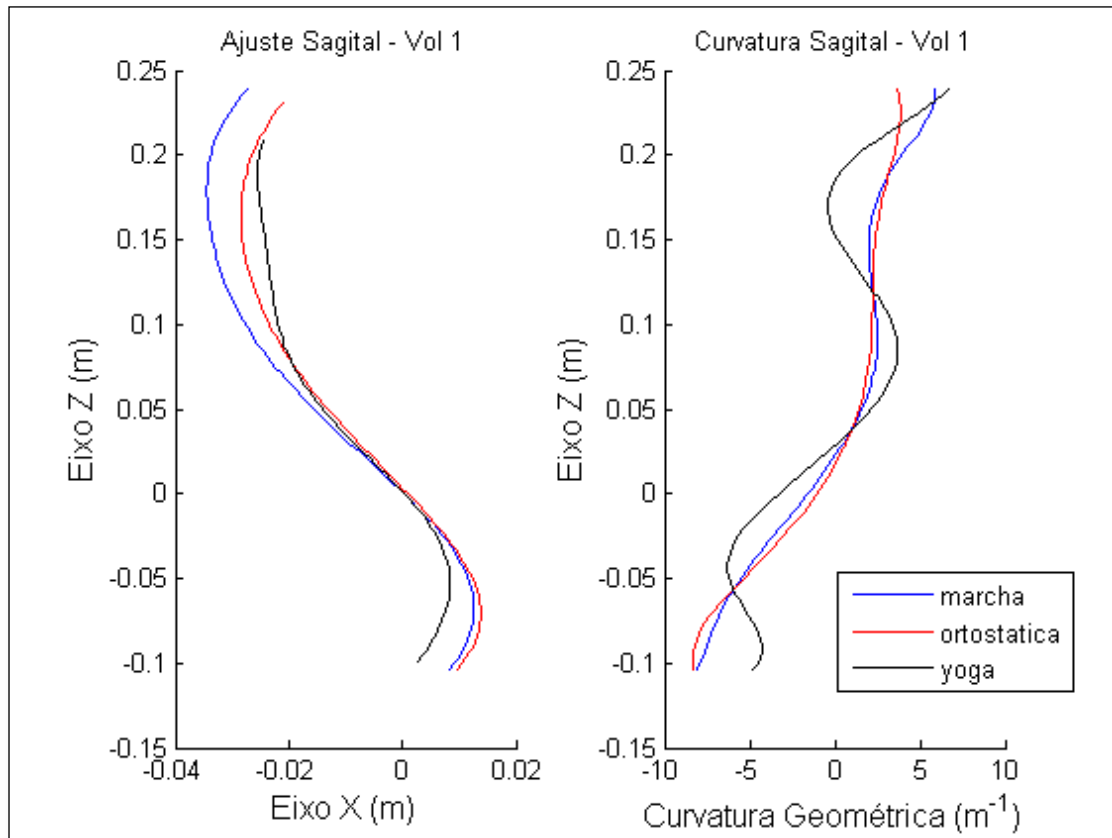
CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

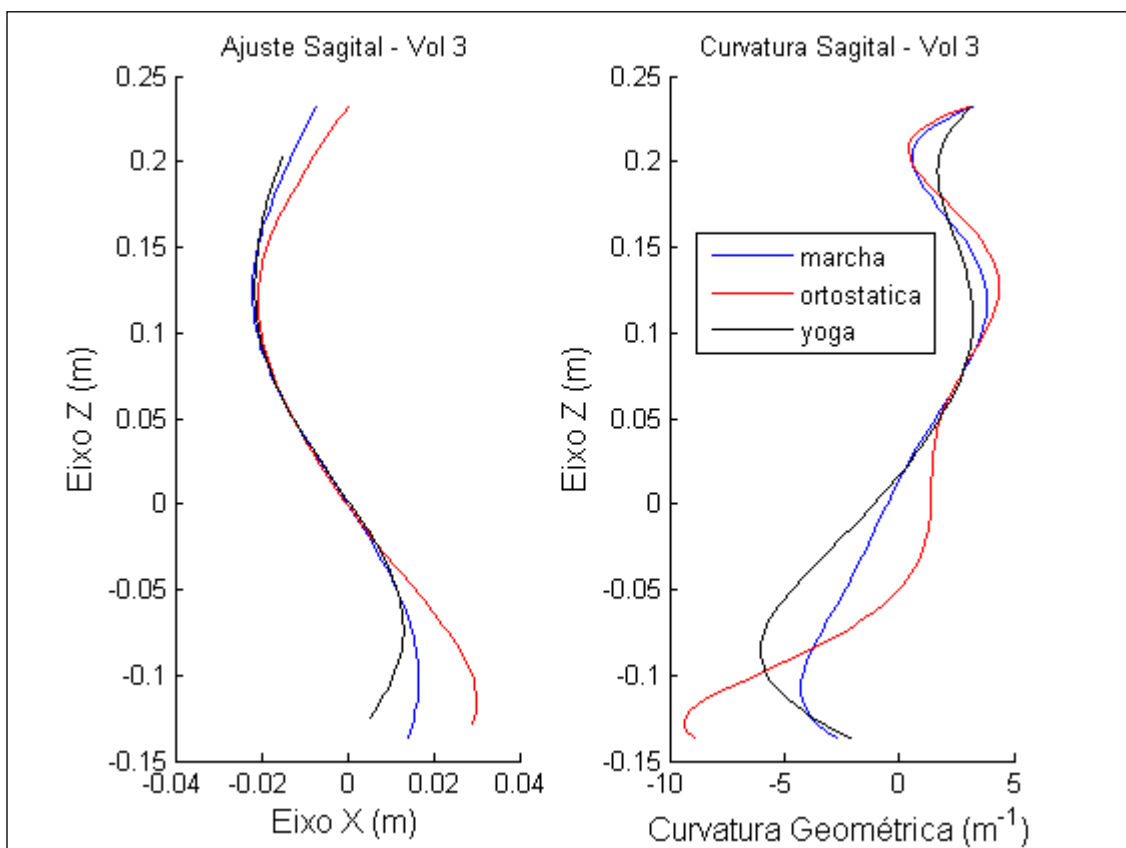
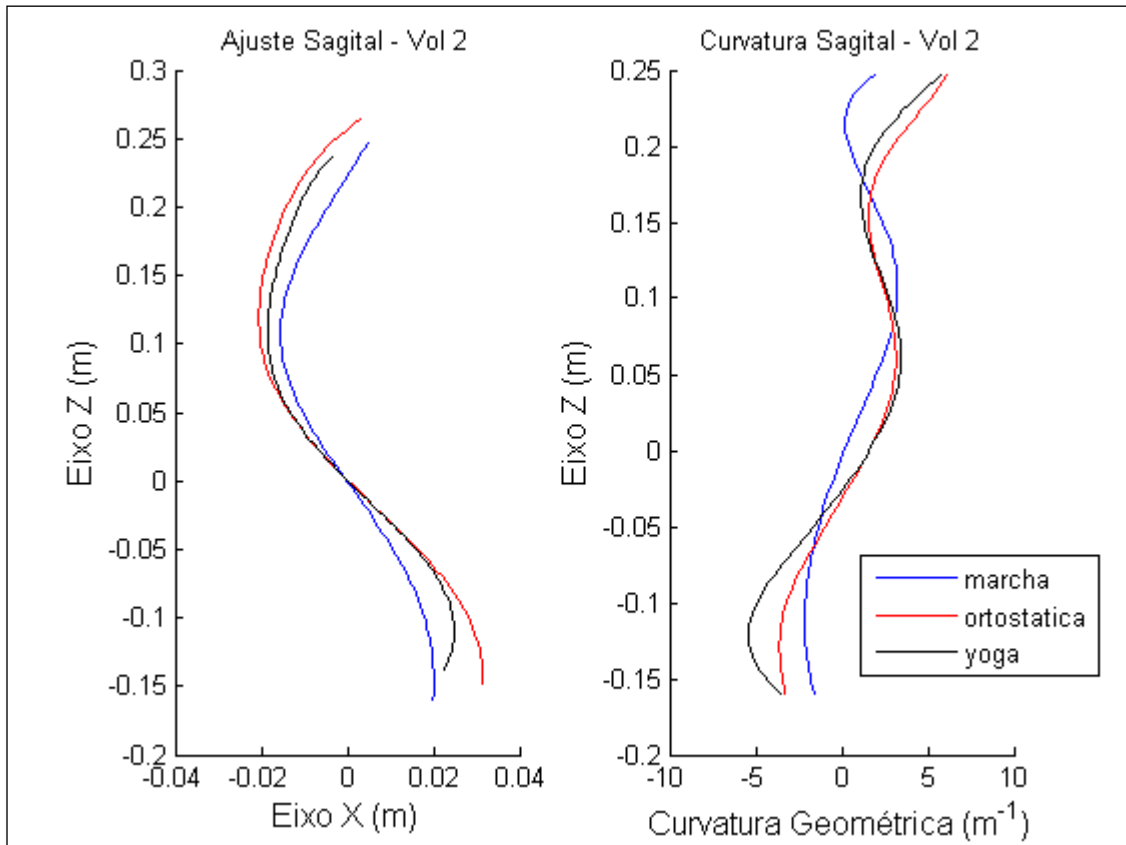
Eu, _____,

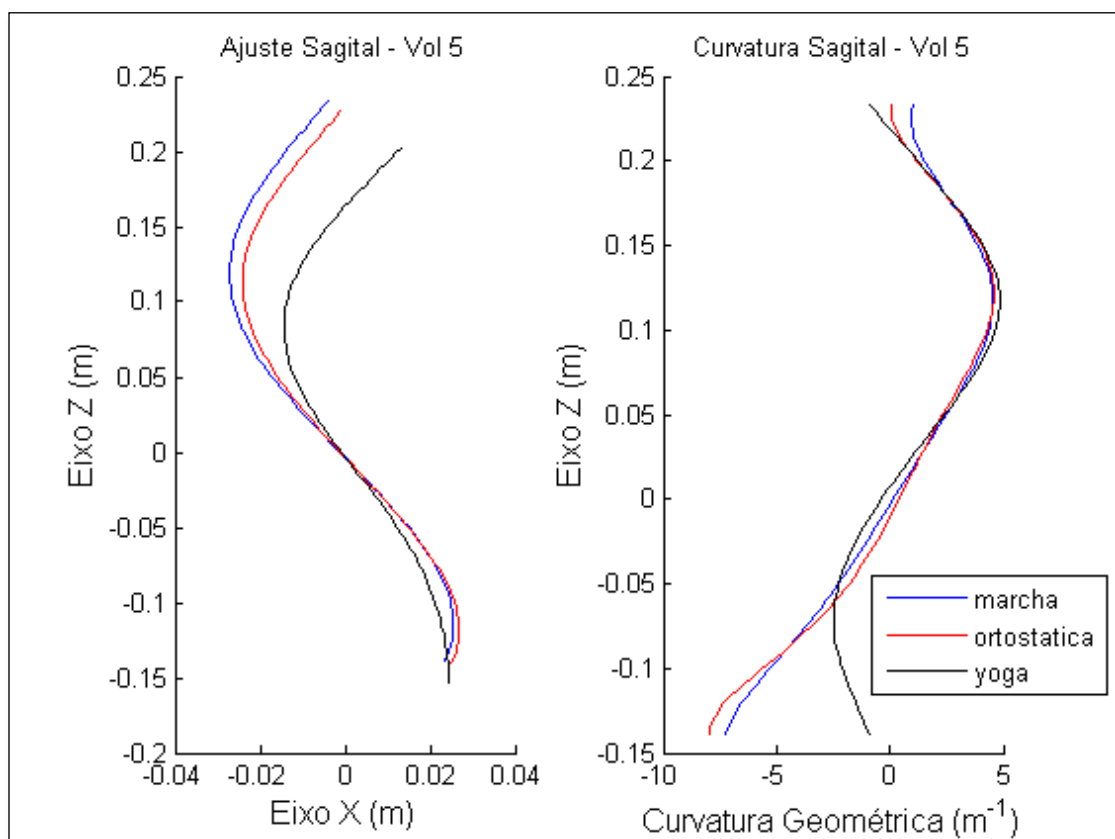
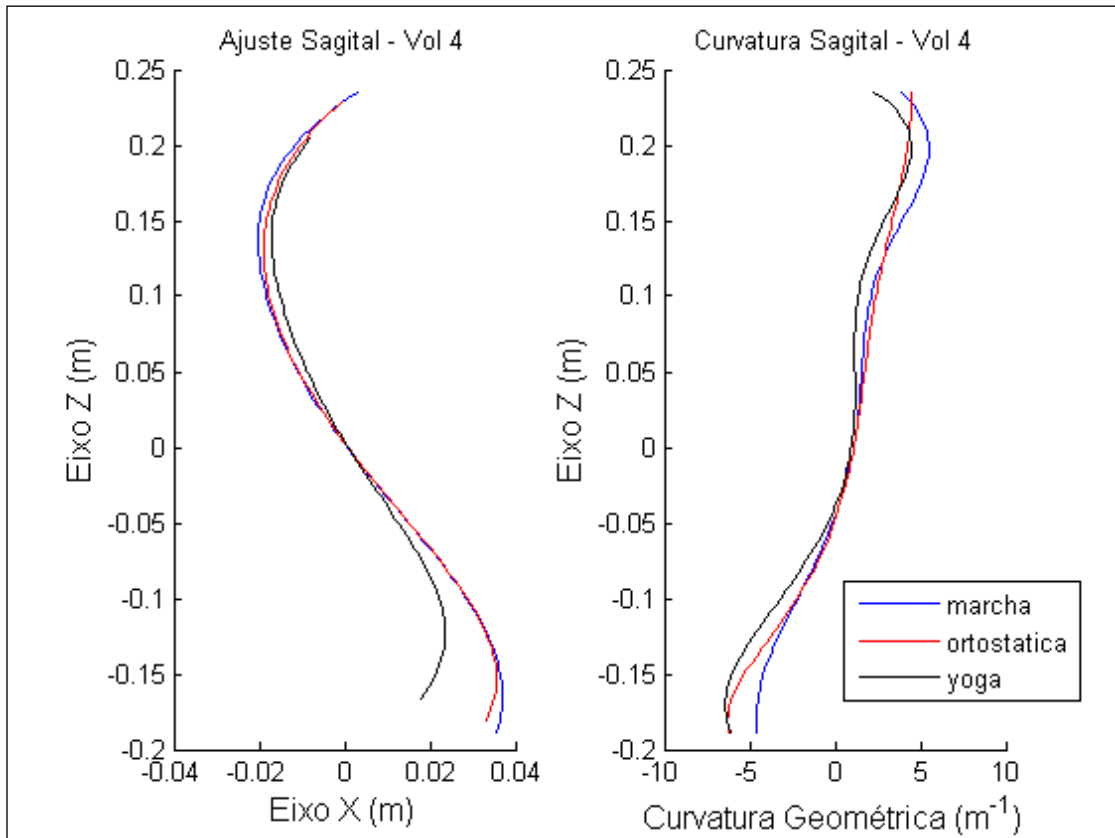
RG/ CPF _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo ANÁLISE CINEMÁTICA DA POSTURA VERTEBRAL, como sujeito. Fui devidamente informado e esclarecido pela equipe de pesquisa sobre as avaliações que serão realizadas, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

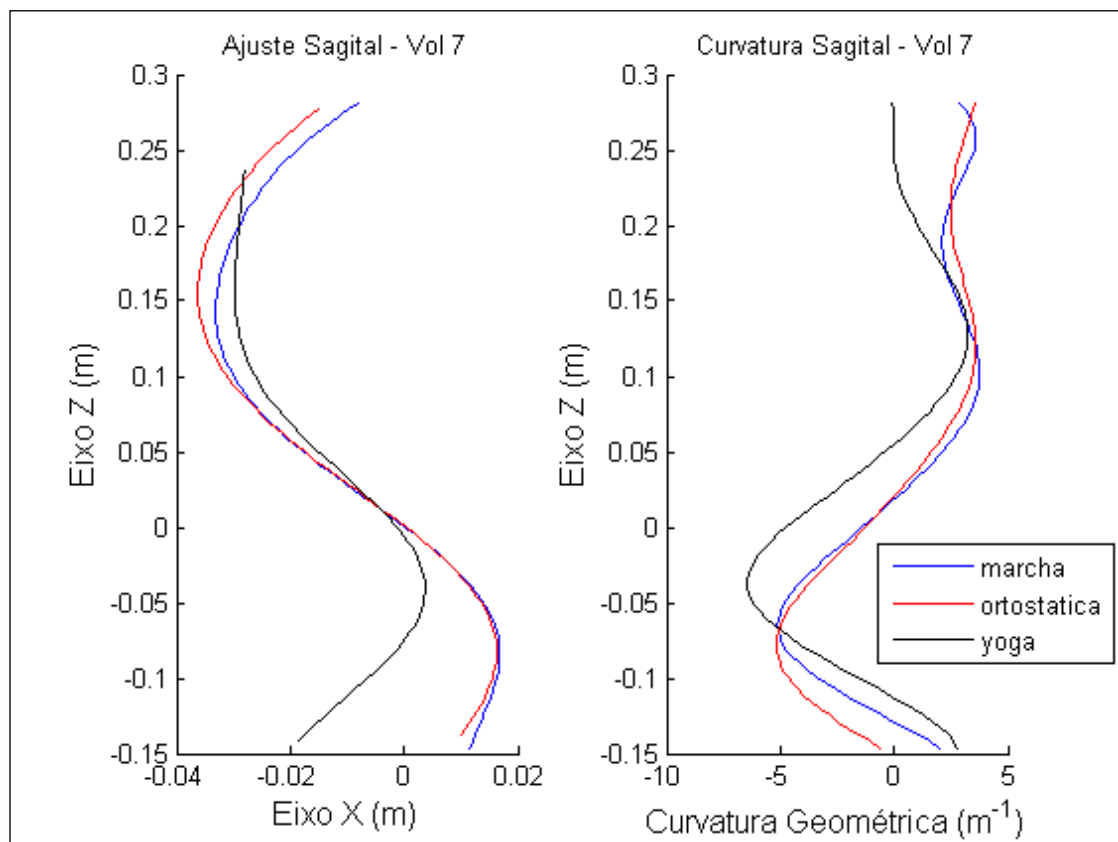
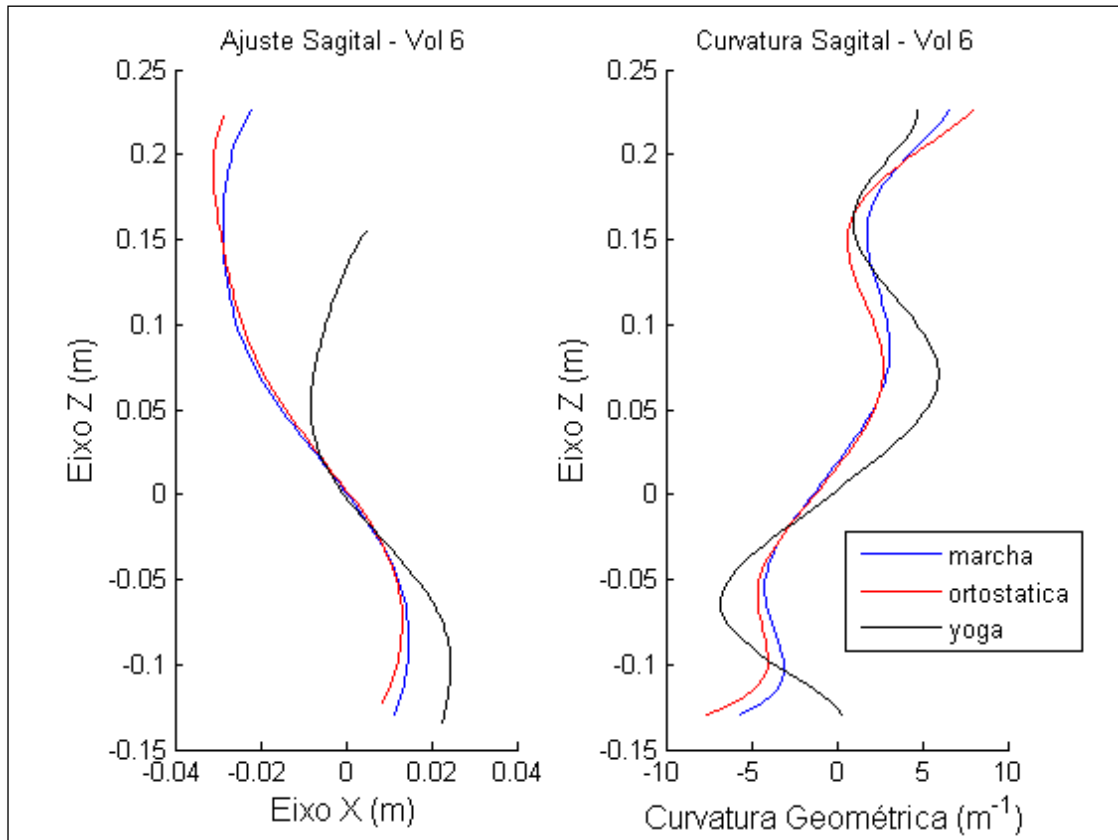
Goiânia, _____ de _____ de 20 _____.

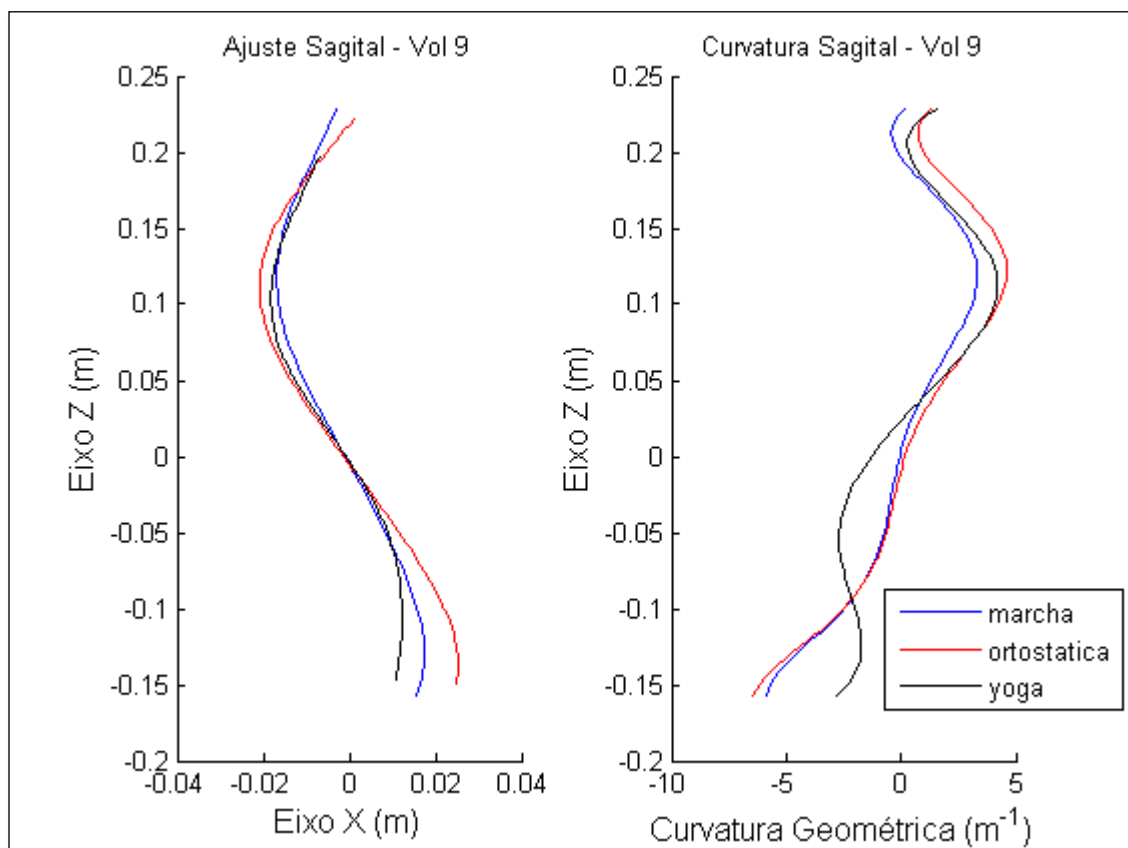
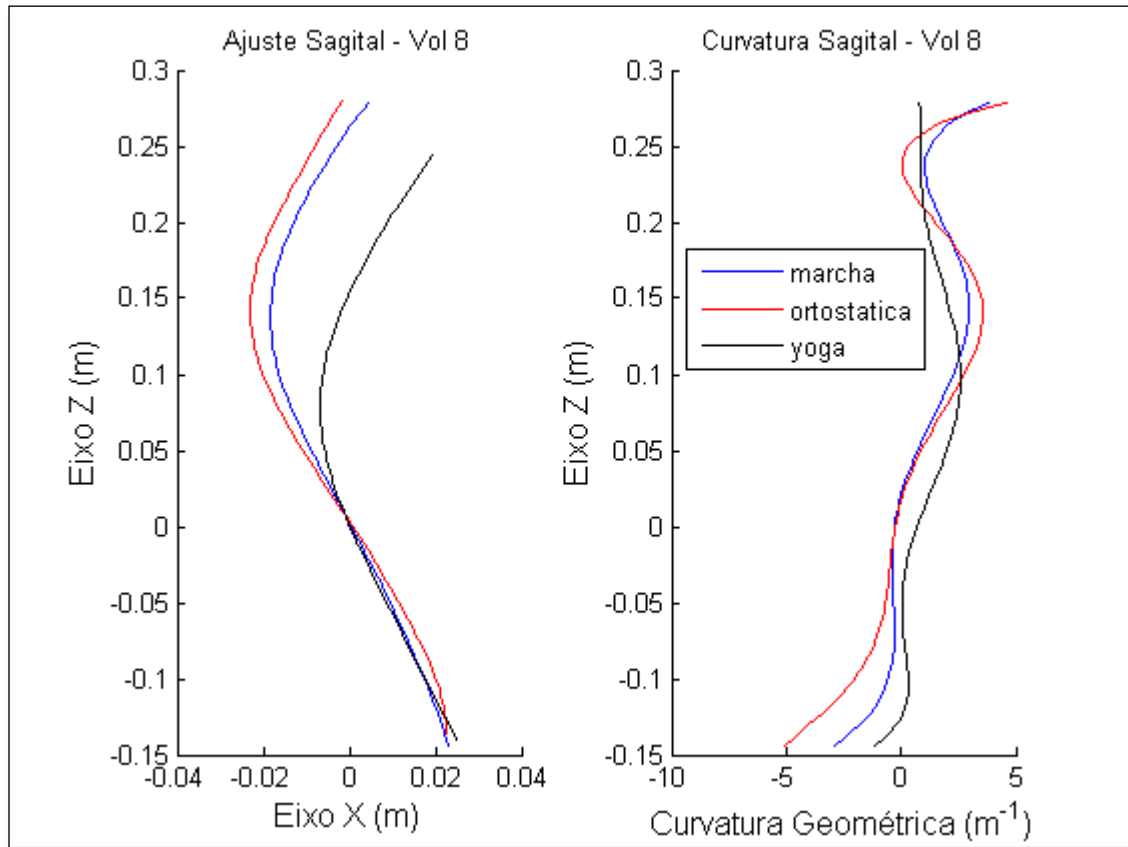
Assinatura do(a) voluntário(a): _____

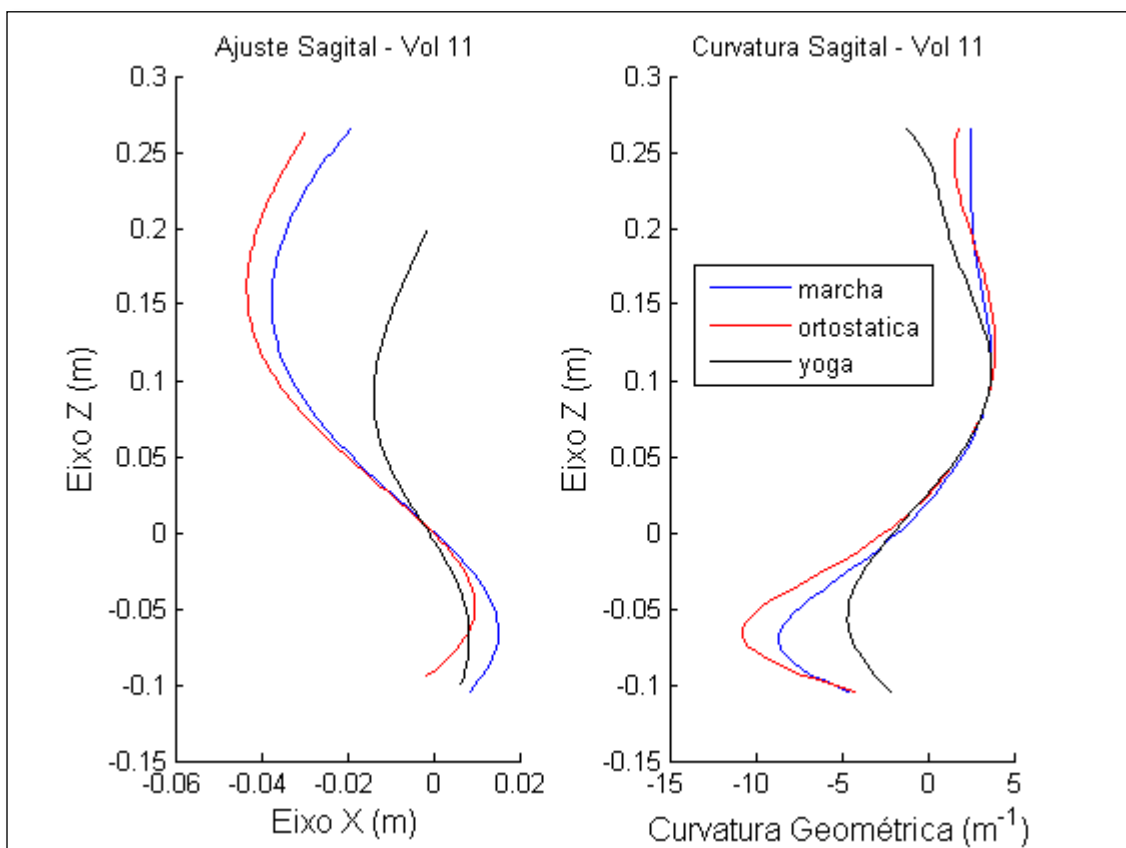
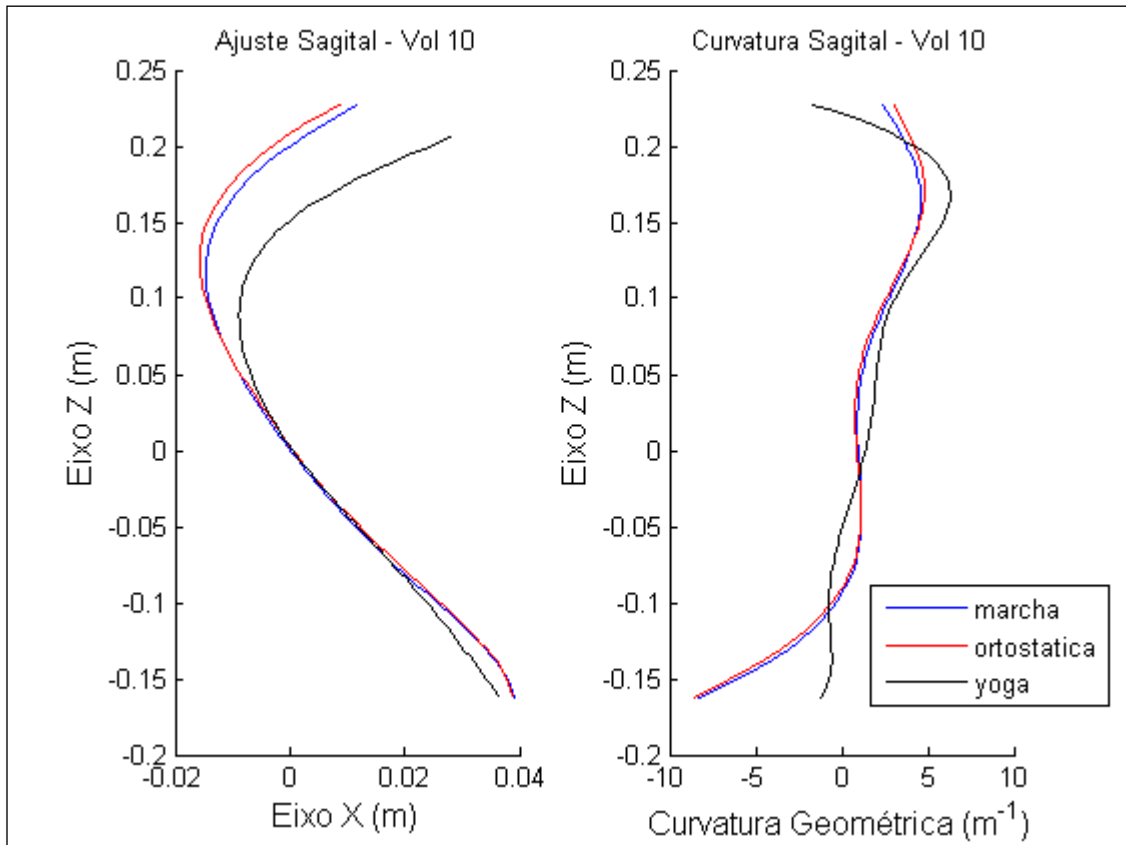
APÊNDICE B - AJUSTE SAGITAL E CURVATURA SAGITAL DOS VOLUTÁRIOS











ANEXO A - QUESTIONÁRIO ROLAND-MORRIS DE INCAPACIDADE

Questionário Roland-Morris de Incapacidade

(enviado pelo Dr. Fernando Dantas-BH)

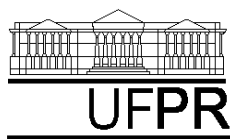
Quando suas costas doem você pode achar difícil fazer coisas que normalmente fazia. Esta lista contém frases de pessoas descrevendo a si mesmas quando sentem dor nas costas. Você pode achar entre estas frases que você lê algumas que descrevem você hoje. À medida que você lê estas frases, pense em você hoje. Marque a sentença que descreve você hoje. Se a frase não descreve o que você sente, ignore-a e leia a seguinte. Lembre-se, só marque a frase se você tiver certeza que ela descreve você hoje.

	1- Fico em casa a maior parte do tempo devido a minha coluna.
	2- Eu mudo de posição freqüentemente para tentar aliviar minha coluna.
	3- Eu ando mais lentamente do que o meu normal por causa de minha coluna.
	4- Por causa de minhas costas não estou fazendo nenhum dos trabalhos que fazia em minha casa.
	5- Por causa de minhas costas, eu uso um corrimão para subir escadas.
	6- Por causa de minhas costas, eu deito para descansar mais freqüentemente.
	7- Por causa de minhas costas, eu necessito de apoio para levantar-me de uma cadeira.
	8- Por causa de minhas costas, eu tento arranjar pessoas para fazerem coisas para mim.
	9- eu me visto mais lentamente do que o usual, Por causa de minhas costas.
	10- Eu fico de pé por períodos curtos, Por causa de minhas costas.
	11- Por causa de minhas costas, eu procuro não me curvar ou agachar.
	12- Eu acho difícil sair de uma cadeira, Por causa de minhas costas.
	13- Minhas costas doem a maior parte do tempo.
	14- Eu acho difícil me virar na cama Por causa de minhas costas.
	15- Meu apetite não é bom por causa de dor nas costas.
	16- Tenho problemas para causar meias devido a dor nas minhas costas.
	17- Só consigo andar distâncias curtas Por causa de minhas costas
	18- Durmo pior de barriga para cima.
	19- Devido a minha dor nas costas, preciso de ajuda para me vestir.
	20- Eu fico sentado a maior parte do dia Por causa de minhas costas
	21- Eu evito trabalhos pesados em casa Por causa de minhas costas
	22- Devido a minha dor nas costas fico mais irritado e de mau humor com as pessoas, do que normalmente.
	23- Por causa de minhas costas, subo escadas mais devagar do que o usual.
	24- Fico na cama a maior parte do tempo Por causa de minhas costas.

O resultado é o número de itens marcados, i.e, de um mínimo de 0 a um máximo de 24

*Apenas tradução-Para trabalhos e uso oficial, verificar a validação no Brasil.

ANEXO B - QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA SF - 36



DEPARTAMENTO DE TERAPIA OCUPACIONAL - UFPR
 DISCIPLINA DE TERAPIA OCUPACIONAL APLICADA À
 NEUROLOGIA CLÍNICA-ESCOLA DE TERAPIA
 OCUPACIONAL - UFPR
 ESCALA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA

NOME:	IDADE:	SEXO
DIAGNÓSTICO:		
SEQUELAS:		

Versão Brasileira do Questionário de Qualidade de Vida -SF-36

Função exercida no trabalho: _____ Há quanto
 tempo exerce essa função: _____

Instruções: Esta pesquisa questiona você sobre sua saúde. Estas informações nos manterão informados de como você se sente e quão bem você é capaz de fazer atividades de vida diária. Responda cada questão marcando a resposta como indicado. Caso você esteja inseguro em como responder, por favor, tente responder o melhor que puder.

1- Em geral você diria que sua saúde é:

Excelente	Muito Boa	Bo	Rui	Muito Ruim
1	2	3	4	5

2- Comparada á um ano atrás, como você classificaria sua idade em geral, agora?

Muito Melhor	Um Pouco	Quase a	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3- Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido à sua saúde, você teria dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso, quando?

Atividades	Sim, dificulta muit	Sim, dificulta um pouc	Não, não dificulta de
a) Atividades Rigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em	1	2	3
b) Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de	1	2	3
c) Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d) Subir vários lances de escada	1	2	3

e) Subir um lance de escada	1	2	3
f) Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g) Andar mais de 1 quilômetro	1	2	3
h) Andar vários quarteirões	1	2	3
i) Andar um quarteirão	1	2	3
j) Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou com alguma atividade regular, como consequência de sua saúde física?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a outras atividades.	1	2
d) Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex. necessitou de um esforço extra).	1	2

5- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como se sentir deprimido ou ansioso)?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Não realizou ou fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz.	1	2

6- Durante as últimas 4 semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação à família, amigos ou em grupo?

De forma nenhuma	Ligeiramente	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

7- Quanta dor no corpo você teve durante as últimas 4 semanas?

Nenhuma	Muito leve	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
1	2	3	4	5	6

8- Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com seu trabalho normal (incluindo o trabalho dentro de casa)?

De maneira	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

9- Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor, marque uma resposta que mais se aproxime com a maneira como você se sente, em relação às últimas 4 semanas.

	Todo Tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a) Quanto tempo você tem se sentindo cheio de vigor, de vontade, de força?	1	2	3	4	5	6
b) Quanto tempo você tem se sentido	1	2	3	4	5	6
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranquilo?	1	2	3	4	5	6
e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido	1	2	3	4	5	6
h) Quanto tempo você tem se sentido	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10- Durante as últimas 4 semanas, quanto de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)?

Todo Tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena	Nenhuma parte do tempo
1	2	3	4	5

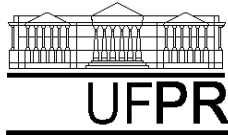
11- O quanto verdadeiro ou falso é cada uma das afirmações para você?

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes	Definitivamente falso
a) Eu costumo adoecer um pouco mais facilmente que	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer	1	2	3	4	5
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d) Minha saúde é	1	2	3	4	5

PONTUAÇÃO: ____ /100

Ass. Terapeuta Ocupacional: _____ Data: __/__/__.

ANEXO C - CÁLCULO DOS ESCORES DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA



DEPARTAMENTO DE TERAPIA OCUPACIONAL - UFPR
 DISCIPLINA DE TERAPIA OCUPACIONAL APLICADA À
 NEUROLOGIA CLÍNICA-ESCOLA DE TERAPIA
 OCUPACIONAL - UFPR
 ESCALA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA

CÁLCULO DOS ESCORES DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA

Fase 1: Ponderação dos dados:

Questão		Pontuação
01	Se a resposta for	Pontuação
	1	5,0
	2	4,4
	3	3,4
	4	2,0
	5	1,0
02	Manter o mesmo valor	
03	Soma de todos os valores	
04	Soma de todos os valores	
05	Soma de todos os valores	
06	Se a resposta for	Pontuação
	1	5
	2	4
	3	3
	4	2
	5	1
07	Se a resposta for	Pontuação
	1	6,0
	2	5,4
	3	4,2
	4	3,1
	5	2,0
	6	1,0

08	<p>A resposta da questão 8 depende da nota da questão 7</p> <p>Se 7 = 1 e se 8 = 1, o valor da questão é (6)</p> <p>Se 7 = 2 à 6 e se 8 = 1, o valor da questão é (5)</p> <p>Se 7 = 2 à 6 e se 8 = 2, o valor da questão é (4)</p> <p>Se 7 = 2 à 6 e se 8 = 3, o valor da questão é (3)</p> <p>Se 7 = 2 à 6 e se 8 = 4, o valor da questão é (2)</p> <p>Se 7 = 2 à 6 e se 8 = 3, o valor da questão é (1)</p> <p>Se a questão 7 não for respondida, o escore da questão 8 passa a ser o seguinte:</p> <p>Se a resposta for (1), a pontuação será (6)</p> <p>Se a resposta for (2), a pontuação será (4,75)</p> <p>Se a resposta for (3), a pontuação será (3,5)</p> <p>Se a resposta for (4), a pontuação será (2,25)</p> <p>Se a resposta for (5), a pontuação será (1,0)</p>
----	--

Fase 2: Cálculo do Raw Scale

Nesta fase você irá transformar o valor das questões anteriores em notas de **8 domínios** que variam de 0 (zero) a 100 (cem), onde 0 = pior e 100 = melhor para cada domínio. É chamado de *Raw Scale* porque o valor final não apresenta nenhuma unidade de medida.

Domínio:

- Capacidade funcional
- Limitação por aspectos físicos
- Dor
- Estado geral de saúde
- Vitalidade
- Aspectos sociais
- Aspectos emocionais
- Saúde mental

Para isso você deverá aplicar a seguinte fórmula para o cálculo de cada domínio:

Domínio:

$$\frac{\text{Valor obtido nas questões correspondentes} - \text{Limite inferior} \times 100}{\text{Variação (Score Range)}}$$

Na fórmula, os valores de limite inferior e variação (Score Range) são fixos e estão estipulados na tabela abaixo:

Domínio	Pontuação das questões correspondidas	Limite inferior	Variação
---------	---------------------------------------	-----------------	----------

Capacidade funcional	03	10	20
Limitação por aspectos físicos	04	4	4
Dor	07 + 08	2	10
Estado geral de saúde	01 + 11	5	20
Vitalidade	09 (somente os itens a + e + g + i)	4	20
Aspectos sociais	06 + 10	2	8
Limitação por aspectos emocionais	05	3	3
Saúde mental	09 (somente os itens b + c + d + f + h)	5	25

Exemplos de cálculos:

- Capacidade funcional: (ver tabela)

Domínio: $\frac{\text{Valor obtido nas questões correspondentes} - \text{limite inferior} \times 100}{\text{Variação (Score Range)}}$

$$\text{Capacidade funcional: } \frac{21 - 10}{20} \times 100 = 55$$

O valor para o domínio capacidade funcional é 55, em uma escala que varia de 0 a 100, onde o zero é o pior estado e cem é o melhor.

- Dor (ver tabela)
 - Verificar a pontuação obtida nas questões 07 e 08; por exemplo: 5,4 e 4, portanto somando-se as duas, teremos: 9,4

- Aplicar fórmula:

Domínio: $\frac{\text{Valor obtido nas questões correspondentes} - \text{limite inferior} \times 100}{\text{Variação (Score Range)}}$

$$\text{Dor: } \frac{9,4 - 2}{10} \times 100 = 74$$

O valor obtido para o domínio dor é 74, numa escala que varia de 0 a 100, onde zero é o pior estado e cem é o melhor.

Assim, você deverá fazer o cálculo para os outros domínios, obtendo oito notas no final, que serão mantidas separadamente, não se podendo soma-las e fazer uma média.

Obs.: A questão número 02 não faz parte do cálculo de nenhum domínio, sendo utilizada somente para se avaliar o quanto o indivíduo está melhor ou pior comparado a um ano atrás. Se algum item não for respondido, você poderá considerar a questão se esta tiver sido respondida em 50% dos seus itens.