

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

REORGANIZAÇÃO POSTURAL EM ATLETAS DE BASQUETEBOL  
APÓS INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA UTILIZANDO A  
POSTURA “EM PÉ COM INCLINAÇÃO ANTERIOR” DO MÉTODO DE  
REEDUCAÇÃO POSTURAL GLOBAL (RPG)

*Bruno Luis Amoroso Borges*

Piracicaba – SP  
2004

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

REORGANIZAÇÃO POSTURAL EM ATLETAS DE BASQUETEBOL  
APÓS INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA UTILIZANDO A  
POSTURA “EM PÉ COM INCLINAÇÃO ANTERIOR” DO MÉTODO DE  
REEDUCAÇÃO POSTURAL GLOBAL (RPG)

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia na área de conhecimento de Intervenção fisioterapêutica no sistema neuromuscular, sob orientação da Profa. Dra. Rosana Macher Teodori.

*Bruno Luis Amoroso Borges*

Piracicaba – SP  
2004

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

REORGANIZAÇÃO POSTURAL EM ATLETAS DE BASQUETEBOL  
APÓS INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA UTILIZANDO A  
POSTURA “EM PÉ COM INCLINAÇÃO ANTERIOR” DO MÉTODO DE  
REEDUCAÇÃO POSTURAL GLOBAL (RPG)

*Bruno Luis Amoroso Borges*

---

Profa. Dra. Rosana Macher Teodori

---

Prof. Dr. Carlos Alberto Fornasari

---

Prof. Dr. Marco César Somazz

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus acima de tudo; à minha família: meus pais (Luiz e Regina) e meus irmãos (Daniel, Rogério, Rodolfo e Rafael); à minha esposa Tatiana pela força e pela compreensão; ao meu amigo Prof. Fábio das Neves pelo incentivo e por ser um grande parceiro em todos esses anos; à minha orientadora Profa. Dra. Rosana Macher Teodori pela paciência e sabedoria; ao Prof. Dr. Carlos Fornasari pelas aulas, pelo apoio dado; ao Prof. Dr. Marcos Somazz pelas dicas e o conhecimento; Profa. Dra. Telma Dagmar Oberg pela confiança e apoio; à Profa. Dra. Gislaine Cecília de Oliveira Cervenny; aos atletas de basquetebol que participaram do estudo; ao Prof. Evandro Gonzales Tarnhovi; aos alunos da Faculdade de Jaguariúna (FAJ) e alunos da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP).

## RESUMO

O método de Reeducação Postural Global (RPG) tem sido amplamente utilizado na Fisioterapia, mostrando resultados promissores e se constituindo num importante recurso para reabilitação. Porém, poucos são os relatos na literatura de resultados quantitativos obtidos a partir de critérios metodológicos que permitam a comprovação de sua eficácia. Este estudo ressalta a importância de se compreender os mecanismos fisiológicos e biomecânicos envolvidos em sua prática. Considerando que o método utiliza a inibição autogênica como base para o equilíbrio muscular, pode ser um importante recurso para prevenção/tratamento de lesões no esporte, podendo favorecer a melhora do desempenho de atletas, bem como de alterações posturais na população em geral. Este estudo teve por objetivo avaliar a influência da postura “em pé com inclinação anterior” do método de RPG sobre a postura e a flexibilidade em atletas de basquetebol, por meio da fotometria. Foram avaliados 14 atletas de basquetebol, divididos em dois grupos: 7 no grupo controle (GC) e 7 no grupo experimento (GE). Para o GE foi realizada a postura “em pé com inclinação anterior” do método RPG (2 sessões semanais durante 2,5 meses, totalizando 20 sessões). Os atletas do GC não foram submetidos à intervenção, mantendo a rotina normal de treinamentos, assim como o GE. Foram analisados os ângulos das articulações do quadril, do joelho, talocrural e o ângulo de inclinação pélvica, além das curvaturas da coluna vertebral (lordose cervical, cifose dorsal e lordose lombar), em *software CorelDraw*<sup>®</sup>. Também foi avaliada a flexibilidade dos voluntários em Banco de Wells. Para a análise estatística utilizou-se o teste t de *student* para todas as avaliações, o *signed rank test* para a flexibilidade, considerando o nível crítico de 5% e o teste de correlação de Pearson para flexibilidade e ângulo da articulação do quadril. No GC, os valores médios de todos os parâmetros avaliados não apresentaram diferenças estatisticamente significantes após o estudo. No GE, os valores médios da flexibilidade passaram de  $3,71 \pm 14$  cm para  $8,71 \pm 11,87$ cm ( $p=0,007$ ); o ângulo do quadril diminuiu de  $72,14 \pm 16,09^\circ$  para  $66,62 \pm 12,71^\circ$  ( $p=0,02$ ); o ângulo de inclinação pélvica diminuiu de  $25,52 \pm 3,97^\circ$  para  $18,29 \pm 1,51^\circ$  ( $p=0,02$ ); o ângulo da lordose cervical aumentou de  $28,90 \pm 9,60^\circ$  para  $39,91 \pm 9,08^\circ$  ( $p=0,03$ ). Os resultados demonstram que a postura aplicada foi eficaz para a melhora da flexibilidade, para a diminuição do ângulo da articulação do quadril e para o ângulo da inclinação pélvica, porém houve aumento da lordose cervical, mostrando que essa postura não é indicada para a correção desse segmento. Considera-se que durante a manutenção da postura em contração excêntrica há estimulação das aferências proprioceptivas, exteroceptivas, auditivas e vestibulares e esses estímulos poderiam contribuir para a formação de novas conexões corticais e favorecer a reorganização postural. A utilização desta postura pode ser um importante recurso complementar para a preparação de atletas de basquetebol, uma vez que promove alongamento efetivo da cadeia posterior, podendo favorecer a relação comprimento-tensão, bem como atuar no sentido de prevenção de lesões durante a prática desse esporte.

Palavras-chave: Fisioterapia, Reeducação Postural Global, Plasticidade Neuromuscular, Fotometria, Alongamento.

## ABSTRACT

The Postural Global Reeducation (PGR) method has been widely used in the Physiotherapy, showing favorable results in the practical clinic, considering an important resource for rehabilitation. However, there are few articles in the literature about this method that allow the evidence of the effectiveness. This study shows the importance in understand the physiological and biomechanical mechanisms. Considering that the method uses the autogenic inhibition as base for the muscular balance, it can be an important resource for prevention/treatment sports injuries, which could improve the athlete performance, as well as in posturals alterations in the population. This study it had for objective to evaluate the influence of the position "stand with anterior inclination " of the RPG method on the posture and flexibility in basketball athlete, by means of the photometry. Fourteen athletes of basketball had been evaluated, divided in two groups: 7 in the control group (CG) and 7 in the experimental group (EG). For EG the posture "stand with anterior inclination" of method RPG was applied (2 weekly sessions during 2,5 months, totalizing 20 sessions). The athletes of the CG had not been submitted to the intervention, keeping the normal routine of training, as well as EG. The angles of the joints of the hip, the knee, ankle and the pelvic inclination had been analyzed, and the bendings of the vertebral column (cervical lordosis, dorsal kifosis and lumbar lordosis), in CorelDraw® software. Also the flexibility of the volunteers in reaching test in stand position was evaluated. For the analysis statistics the test t of student was used for all analysis and the signed rank test for flexibility, considering the critical level of 5%. The test of Person's correlation for flexibility and angle of the joint of the hip was also used. In the average values in CG of all the evaluated parameters had not presented statistically significant differences after the study. In EG, the average values of flexibility they had passed  $3.71\pm 14\text{cm}$  to  $8.71\pm 11.87\text{cm}$  ( $p=0.007$ ); the angle of the hip decreased in  $72.14\pm 16.09^\circ$  for  $66.62\pm 12.71^\circ$  ( $p=0.02$ ); the angle of the pelvic inclination decreased in  $25.52\pm 3.97^\circ$  to  $18.29\pm 1.51^\circ$  ( $p=0.02$ ); the angle of cervical lordosis increased in  $28.90\pm 9.60^\circ$  to  $39.91\pm 9.08^\circ$  ( $p=0.03$ ). The results demonstrate the applied position was efficient for the improvement of flexibility, the reduction of the angle of the joint of the hip and for the angle of the pelvic inclination, however had increase the cervical lordosis, showing that this position is not indicated for the correction of this segment. It is known that during the posture in eccentric contraction there are proprioceptives, exteroceptives, auditory and vestibulars aferences stimulation. These could contribute in the formation of new connections and favor the postural reorganization. The use of the position "stand with anterior inclination" of method RPG can be an important complementary resource for the preparation of basketball athlete, because promotes effective stretching of the posterior chain, favoring the relation length-tension, as well as acting in the direction of prevention of injuries during the practical of this sport.

Key words: Physiotherapy, Postural Global Reeducation, Neuromuscular Plasticity, Photometry, Stretching.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>11</b>
2.1 Aspectos anatomofuncionais do músculo esquelético.....	11
2.2 Contração Muscular Excêntrica.....	13
2.3 Encurtamento muscular.....	14
2.4 Intervenção terapêutica utilizando o alongamento.....	15
2.5 Relação comprimento-tensão.....	17
2.6 Controle postural.....	18
2.7 Cinética.....	19
2.7.1 Articulação do quadril.....	19
2.7.3 Articulação talocrural.....	20
2.7.4 Pelve.....	20
2.7.5 Coluna vertebral.....	21
2.8 Plasticidade neuromuscular.....	22
2.9 Reeducação Postural Global (RPG) .....	24
2.10 Fotometria.....	25
2.12 O <i>software CorelDraw®</i> .....	26
<b>3 OBJETIVO.....</b>	<b>28</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
4.1 Sujeitos.....	29
4.2 Análise fotométrica.....	30
4.3 Descrição da postura.....	32
4.4 Avaliação da flexibilidade.....	33
4.5 Análise da articulação do quadril.....	34
4.7 Análise da articulação talocrural.....	36
4.8 Análise da inclinação pélvica.....	37
4.9 Análise das curvaturas da coluna vertebral.....	38
4.9.1 Análise da lordose cervical.....	38
4.9.2 Análise da cifose torácica.....	39
4.9.3 Análise da lordose lombar.....	40
4.10 Análise estatística.....	41
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>8 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>54</b>
Anexo 1.....	62
Anexo 2.....	62
Anexo 3.....	63

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Marcadores .....	31
Figura 2: Postura “em pé com inclinação anterior” .....	33
Figura 3: Voluntário sobre o Banco de Wells. ....	34
Figura 4: Análise do ângulo da articulação do quadril.....	35
Figura 5: Análise do joelho .....	36
Figura 6: Análise da articulação talocrural .....	37
Figura 7: Análise da inclinação pélvica. ....	38
Figura 8: Análise da lordose cervical.....	39
Figura 9: Análise da cifose dorsal. ....	40
Figura 10: Análise da lordose lombar.....	41
Figura 11: Medidas da média da flexibilidade. ....	42
Figura 12: Valores médios do ângulo do quadril .....	42
Figura 13: Valores médios do ângulo da articulação do joelho. ....	43
Figura 14: Valores médios do ângulo talocrural. ....	43
Figura 15: Valores médios do ângulo da inclinação pélvica.....	44
Figura 16: Valores médios do ângulo da lordose cervical. ....	44
Figura 17: Valores médios do ângulo da cifose torácica .....	45
Figura 18: Valores médios do ângulo da lordose lombar . ....	45
Figura 19: Correlação entre a flexibilidade e o ângulo do quadril.....	46



## 1 INTRODUÇÃO

Diversas formas de tratamento em Fisioterapia são constantemente estudadas para melhor compreensão das técnicas e seu aperfeiçoamento para aplicação clínica.

Na atualidade, a terapia manual tem sido muito utilizada em pacientes com algias ou desalinhamentos articulares, mostrando resultados satisfatórios para esses tipos de alterações.

A Reeducação Postural Global (RPG) é uma das formas de terapia manual que tem se difundido entre os fisioterapeutas. No entanto, durante a revisão da literatura relacionada ao tema, foram encontrados apenas alguns artigos científicos, o que comprova a escassez de pesquisas para esse tipo de intervenção fisioterapêutica.

Os efeitos da RPG são evidenciados pela prática com pacientes que referem rápida melhora da dor e da postura após o tratamento. Porém, esses resultados são verificados de forma empírica, o que impede o aperfeiçoamento e o desenvolvimento do método, tornando necessárias investigações que possibilitem sua fundamentação teórica.

Os fisioterapeutas envolvidos intensamente com a prática clínica não têm disponibilidade de tempo, acesso a recursos ou condições favoráveis que permitam investigar, com base científica, os resultados observados na clínica. Esses fatos reafirmam a importância deste estudo.

O alinhamento postural é importante para evitar dor e disfunção, bem como para a perfeita realização de atividades desportivas. O atleta de basquetebol permanece em determinadas posturas, tanto durante o ataque como na marcação, nas quais ocorre alternância de estabilizações nos membros superiores e inferiores,

como também nos pontos de apoio (MOREIRA *et al.*, 2004). Assim, o atleta necessita de um equilíbrio entre força e flexibilidade. A RPG poderia propiciar esse equilíbrio uma vez que, ao realizar determinada postura, o atleta realiza a contração excêntrica que promove o alongamento, melhorando assim a relação comprimento-tensão.

O alongamento é essencial na atividade esportiva e, para que haja amplitude de movimento normal, é necessário haver mobilidade e flexibilidade dos tecidos moles que circundam a articulação (KISNER; COLBY, 1992), favorecendo a execução de determinados movimentos e prevenindo possíveis lesões durante a atividade esportiva.

Apesar de evidências apontarem que o alongamento imediatamente antes do exercício não previne lesões, resultados de estudos em animais mostram que o alongamento contínuo comparado ao alongamento intermitente produz hipertrofia muscular, teoricamente reduzindo o risco de lesão (SHRIER; GOSSAL, 2000).

Outro fator de importância para a atividade esportiva é a capacidade do músculo de gerar força, ou seja, quanto maior for o comprimento de um músculo, maior será sua capacidade de produzir tensão até determinado limite e melhor será sua capacidade de contração e de rendimento (DURIGON, 1995; SOUCHARD, 2001).

Desta forma, considerando a proposta do método de RPG, a escassez de referências, a necessidade de comprovação científica dos efeitos do método e o reequilíbrio muscular que este pode promover, este estudo utilizou o recurso da fotografia para evidenciar e quantificar as modificações posturais decorrentes da aplicação do método.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O basquetebol é um esporte que exige movimentos específicos com características assimétricas. Os movimentos realizados são executados em situações de desequilíbrio, com rotações ou dissociações das cinturas escapular e pélvica, apenas com um ou ambos membros superiores e com apoio unipodal ou bipodal. Em cada gesto, existe uma interação global entre os membros superiores e inferiores, ocorrendo alternâncias de estabilizações e pontos de apoio, através da ação dos músculos dispostos em cadeias. Para o aprendizado deste esporte realizam-se exercícios extenuantes de posicionamento, visando manter uma base alargada no sentido antero-posterior, fazendo uma projeção anterior em maior velocidade durante o ataque. Na defesa – a marcação – há um alargamento da base no sentido lateral com rotação lateral dos membros inferiores e abdução da articulação do quadril (MOREIRA *et al.*, 2004).

### 2.1 Aspectos anatomofuncionais do músculo esquelético

Os músculos são compostos moleculares que convertem energia química, inicialmente derivada do alimento, em força. As propriedades do músculo incluem irritabilidade, a habilidade para responder a um estímulo; condutividade, a habilidade para propagar uma onda de excitação; contratilidade, a habilidade para modificar seu comprimento; e adaptabilidade, um crescimento e uma capacidade regenerativa limitados (ENOKA, 2000).

O músculo esquelético é o tecido mais abundante no corpo humano, constituindo cerca de 45% de sua estrutura. Propicia força e proteção ao esqueleto, distribuindo cargas e absorvendo choques (NORDIN; FRANKEL, 2003). Permite aos ossos se moverem nas articulações e são estruturas importantes para a manutenção

da postura do corpo contra a força de gravidade (KENDALL; McCREARY; PROVANCE, 1995).

Os músculos esqueléticos nos mamíferos são compostos de uma população heterogênea de fibras que diferem em características estruturais, mecânicas e bioquímicas. As fibras musculares são organizadas por feixes, os fascículos. Os miofilamentos compreendem as miofibrilas, que por sua vez se agrupam para formar as fibras musculares. A miofibrila contrátil é composta de unidades formadas pelos sarcômeros (SCOTT *et al.*, 2001; MURAMATSU *et al.*, 2001).

O sarcômero é constituído pela actina e miosina, que são as principais proteínas para a realização da contração muscular. A miosina é composta por seis subunidades: duas cadeias pesadas e quatro cadeias leves (JAKUBIEC-PUKA, 1992).

A teoria mais amplamente sustentada da contração muscular é a teoria do deslizamento de filamento, proposta Huxley em 1964 e revisada em 1974. De acordo com essa teoria, o encurtamento ativo do sarcômero é o resultado do movimento relativo dos filamentos de actina e miosina passando uns pelos outros, enquanto cada um mantém seu comprimento original. A força de contração é desenvolvida pelas cabeças de miosina, ou ligações cruzadas, na região de sobreposição entre a actina e miosina. Essas pontes cruzadas giram em torno das suas posições fixas na superfície do filamento da miosina, semelhante a remos de um barco. Este movimento das pontes cruzadas em contato com os filamentos de actina produz seu deslizamento para o centro do sarcômero (NORDIN; FRANKEL, 2003).

## 2.2 Contração Muscular Excêntrica

A contração excêntrica ocorre quando há aumento da tensão muscular, obtido através da ativação das fibras musculares extra-fusais e realização do movimento voluntário de alongamento, simultaneamente. Estudos demonstram que exercícios que utilizam esse tipo de contração podem causar lesão devido ao alto grau de tensão nas fibras musculares, provocando um aumento da concentração da proteína de degradação, a creatina quinase (SALVINI, 2000). Isso foi demonstrado em ratos após realizar tetanicamente a ativação das fibras musculares através do nervo motor enquanto a contração excêntrica era realizada (VIJAYAN *et al.*, 2001). Em humanos foi demonstrado, através da biópsia muscular, que a contração excêntrica sobre um *step* promoveu lesão muscular imediatamente após o exercício (NEWHAM *et al.*, 1983).

Ainda considerando o aspecto da propensão à lesão após contração excêntrica, relatou-se que há diminuição na dinâmica de força e na distribuição do material miofibrilar das fibras musculares. A alta tensão que é desenvolvida durante a contração excêntrica pode provocar lesão na estrutura contrátil responsável pela geração de força (FRIDÉN *et al.*, 1983). Fridén, Seger e Ekblom (1983) também observaram efeito protetor após contração excêntrica, ou seja, indivíduos submetidos a exercícios que utilizam essa contração perceberam que os sintomas de lesão no músculo desaparecem gradativamente quando o mesmo trabalho muscular é repetido sucessivamente.

Além disso, exercícios que utilizam esse tipo de contração são os que mais estimulam a adição de sarcômeros em série, promovendo hipertrofia muscular e remodelação do tecido conjuntivo (SALVINI, 2000), e que a utilização dessa contração é mais efetiva em relação ao exercício de contração concêntrica na

geração de força muscular (FRIDÉN, 1984; EVANS, 2002). Na contração excêntrica, embora o músculo esteja alongado macroscopicamente, o que ocorre microscopicamente é o seu encurtamento (LIPPERT, 2003).

### **2.3 Encurtamento muscular**

O encurtamento muscular é decorrente do alinhamento postural incorreto, da imobilização do músculo e do envelhecimento. Quando o músculo é imobilizado, ocorrerá uma diminuição nas proteínas e mitocôndrias, resultando em atrofia, fraqueza, (HALL; BRODY, 1996), diminuição do número de sarcômeros e aumento na deposição de tecido conjuntivo (WILLIAMS, 1988). Isso resultará no encurtamento muscular e limitação da mobilidade articular. Essa diminuição do número de sarcômeros em série e aumento na deposição de tecido conjuntivo, foi demonstrada em coelhos e ratos submetidos à imobilização com gesso em posição encurtada do músculo tríceps sural (WILLIAMS, 1988).

Outro fator que causa o encurtamento muscular é o envelhecimento. As principais mudanças estão na diminuição das áreas de secção transversa e no volume de tecido contrátil. As mudanças também ocorrem na função das fibras musculares, na unidade motora e na capacidade aeróbica do músculo esquelético, resultando na diminuição da produção de força e na função diminuída (WILLIAMS *et al.*, 2002).

O equilíbrio muscular e esquelético protege as estruturas de suporte do corpo contra lesão ou deformidade progressiva. O alinhamento postural incorreto é uma relação defeituosa entre as várias partes do corpo e produz maior tensão sobre as estruturas de suporte e equilíbrio menos eficiente do corpo sobre sua base de

sustentação. Quando os padrões posturais se tornam habituais podem resultar em defeitos posturais (KENDALL, McCREARY; PROVANCE, 1995).

#### **2.4 Intervenção terapêutica utilizando o alongamento**

O alongamento muscular é um recurso utilizado tanto em programas de reabilitação como em atividades esportivas. Além disso, é útil na prevenção de lesões e aumento da flexibilidade. Há relatos de que o mecanismo potencial para a redução do risco de lesão com o aumento da flexibilidade é a mudança nas propriedades viscoelásticas da unidade miotendínea (KUBO *et al.*, 2001).

As fibras musculares são incapazes de alongar-se ou estender-se por si. Para ocorrer o alongamento, uma força externa ao músculo deve ser aplicada. Segundo a teoria do filamento deslizante, a capacidade da célula muscular se alongar pode ser determinada por medidas microscópicas do comprimento do sarcômero, dos filamentos de miosina e actina. Quando um sarcômero é alongado ao máximo, até o ponto de ruptura, ele pode alcançar um comprimento de aproximadamente de 3,60  $\mu\text{m}$ , sendo que em repouso mede 2,30  $\mu\text{m}$ . Uma ruptura do sarcômero é indesejável. Deve-se alongar o sarcômero até um comprimento em que haja uma leve sobreposição dos filamentos com pelo menos uma ponte cruzada mantida entre os filamentos de actina e miosina, sendo esse comprimento de aproximadamente de 3,50  $\mu\text{m}$  (ALTER, 1999).

O alongamento provoca alívio da dor e melhora na performance esportiva (GUISARD; DUCHATEAU, 2003). Shirer e Gossal (2000) sugerem que o alongamento antes da atividade física não previne lesões agudas. Contudo, estudos em animais mostram que o alongamento contínuo, com imobilização em posição alongada num período de 48 horas, produz hipertrofia no músculo e que,

teoricamente, reduz o risco de lesão. Entretanto, pesquisas clínicas sobre o alongamento realizado por tempo prolongado continuam escassas, sendo necessários mais estudos antes que uma conclusão definitiva possa ser feita.

O alongamento resulta no aumento do tamanho do músculo e da porcentagem de proteínas contráteis. Porém, o mecanismo pelo qual eventos mecânicos estimulam o aumento da síntese do ácido ribonucléico e subsequente síntese protéica não são ainda compreendidos (EVANS, 2002).

São diversos os métodos e técnicas descritas com o intuito de promover o alongamento muscular: ativo, passivo e estático. O alongamento estático é o mais utilizado para se obter aumento da flexibilidade e relaxamento muscular. O alongamento estático utiliza exercícios que podem ser realizados de forma a alongar isoladamente um grupo muscular, ou de maneira global, permitindo o alongamento da musculatura de diversos segmentos simultaneamente (TEODORI *et al.*, 2003; PINFILDI *et al.*, 2004).

Sempre que um músculo é alongado o mecanismo do reflexo miotático ou de alongamento é iniciado. Ao alongar um grupo muscular, fibras musculares extrafusais e o fuso muscular são estirados. A consequente deformação dentro dos fusos musculares ativa as extremidades primária e secundária, o que resulta em potenciais de ação em seus neurônios sensoriais. Há uma transmissão do impulso em direção ao músculo alongado resultando em uma contração reflexa (ALTER, 1999).

Para a aplicação correta do alongamento estático, a força de estiramento é mantida por um certo período de tempo, o que inibe a resposta do reflexo de estiramento. Este reflexo aumentaria a tensão do músculo que está sendo alongado. Além disso, a tensão criada nos grupos musculares é de baixa intensidade,



permitindo conforto ao paciente e eficácia ao tratamento. A intensidade e duração do alongamento dependem da tolerância do paciente (KISNER; COLBY, 1992).

Enquanto o alongamento inesperado de um músculo pode desencadear vários impulsos – excitatórios e inibitórios – competindo entre si, a ação central dos impulsos pode também ser diversificada (ENOKA, 2000).

Para Souchard (2001) o método do RPG utiliza a técnica de contração-relaxamento em que promove uma inibição. No procedimento da contração-relaxamento, o indivíduo realiza uma contração isométrica do músculo retraído antes que seja passivamente alongado. A teoria que explica essa técnica é que após uma contração pré-alongamento do músculo retraído, o mesmo irá relaxar como resultado de uma **inibição autogênica** ou reflexo miotático inverso, antes que ele seja alongado. O órgão neurotendinoso de Golgi pode disparar e inibir a tensão no músculo de modo que esse possa ser mais facilmente alongado. Clinicamente, os terapeutas têm assumido que a contração antes do alongamento leva a um relaxamento reflexo acompanhado por uma diminuição na atividade eletromiográfica no músculo retraído (KISNER; COLBY, 1992; ALTER, 1999).

## 2.5 Relação comprimento-tensão

Gordon *et al.* (1966) destacaram as bases morfofuncionais da relação comprimento-tensão ao verificar que em fibras musculares isoladas, a força isométrica máxima é obtida quando o sarcômero atinge comprimento próximo à sua posição de repouso, sendo a força diminuída quando este se encontra encurtado. Observaram que a força isométrica atinge valores máximos quando há sobreposição ideal entre os filamentos de actina e miosina permitindo a quantidade adequada de

pontes entre esses filamentos. Desta forma, o músculo encurtado tem capacidade limitada para produzir pico de tensão, limitando a força e o desempenho dos atletas.

Kisner e Colby (1999) citam ainda que a diminuição da flexibilidade pode provocar dor nos sistemas muscular e ósseo e no tecido conjuntivo.

O método de RPG pode propiciar melhora da flexibilidade, minimizando os efeitos do encurtamento muscular (SOUCHARD, 2001).

## **2.6 Controle postural**

A realização de um determinado movimento é acompanhada da capacidade de manter a estabilidade postural. Devido à estrutura de elos rígidos no sistema musculoesquelético, todos os movimentos envolvem atividades posturais que são planejados para assegurar a estabilidade do sistema. Essa atividade pode ser ampla, envolvendo a ativação dos músculos do tronco, ou específica, como na ativação de um músculo antagonista. Para se manter a ativação postural não é necessário uma ativação voluntária do músculo pelo sistema nervoso, mas sim automática e específica para a tarefa, permitindo manter a estabilidade do sistema (PERRY, McILROY; MAKI, 2000).

A postura é uma resposta neuromecânica que se relaciona com a manutenção do equilíbrio. Ao permanecer em bipedestação, há uma oscilação ântero-posterior do corpo. Através dos receptores sensoriais há uma detecção de determinadas flutuações, gerando respostas compensatórias nos músculos adequados. Esses receptores executam importante função na regulação do controle postural (ENOKA, 2000).

O controle postural envolve o ajuste da posição do corpo no espaço fornecendo estabilidade e orientação. O termo postura é usado com freqüência para

descrever o alinhamento biomecânico do corpo e sua orientação em relação ao ambiente. O termo orientação postural é definido como a capacidade de manter uma relação adequada entre os segmentos do corpo e entre o corpo e o espaço, para uma determinada tarefa (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003).

O controle postural é dado através de comandos centrais aos neurônios motores inferiores. Aferências sensoriais atuam no sentido de ajustar essas eferências, que são mediadas pelas vias tecto-espinhais, retículo-espinhais mediais, vestibulo-espinhais e córtico-espinhais mediais. As aferências sensoriais são utilizadas em mecanismos do tipo *feed-back* e *feed-forward*. Isso envolve os sistemas: sômato-sensorial, visual e vestibular (LUNDY-EKMAN, 2000).

A postura vertical imóvel apresenta algumas características: o alinhamento do corpo pode minimizar o efeito das forças da gravidade, que têm uma tendência a deslocar o centro de gravidade; o tono muscular evita que o corpo entre em colapso em resposta à atração exercida pelas forças gravitacionais (KENDALL; McCREAY; PROVANCE, 1995). Durante a postura ortostática, o tono muscular contribui para a rigidez intrínseca dos músculos; para o tono muscular básico, que existe normalmente em todos os músculos por causa das contribuições neurais; e para o tono postural, que permite a ativação dos músculos antigravitacionais durante a postura imóvel (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003).

## **2.7 Cinética**

### **2.7.1 Articulação do quadril**

A amplitude da articulação do quadril apresenta uma variação podendo atingir até 140° de flexão. Contudo, quando o joelho está em extensão, a flexão do quadril é menor que quando este está com o joelho flexionado (KAPANDJI, 2002). Segundo

Souchard (2001), esse movimento com extensão do joelho, a amplitude ideal é de 60° ou mais.

### **2.7.2 Articulação do joelho**

A articulação do joelho se move livremente em extensão assim como em flexão e é necessário um esforço constante para resistir nas duas direções. Estruturas ligamentares, músculos e tendões são forças de contenção para limitar a extensão em 0° (KENDALL; McCREARY; PROVANCE, 1995).

### **2.7.3 Articulação talocrural**

Para medir o ângulo dos movimentos de flexão plantar e dorsi-flexão da articulação talocrural, o ideal é avaliar entre a planta do pé e o eixo da perna, tomando como referência o centro da articulação talocrural: quando este ângulo for agudo se trata de uma flexão e varia de 20 a 30° e quando for um ângulo obtuso, afirma-se ser uma extensão e varia de 30 a 50° (KAPANDJI, 2002).

### **2.7.4 Pelve**

Forças musculares agindo na articulação sacro-ilíaca têm efeito estabilizante, auxiliando a atenuar o alto estresse de carga da pelve. A base do sacro inclina-se para frente e para baixo. O ângulo de inclinação é em torno de 30° ao plano transversal durante a posição em pé relaxada. A inclinação da pelve sobre o eixo transversal entre as articulações do quadril muda esse ângulo. Quando a pelve é inclinada para trás, o ângulo sacral diminui e a lordose lombar retifica-se, afetando a coluna torácica, a qual se estende levemente para ajustar o centro de gravidade. Ao inclinar a pelve para frente o ângulo sacral aumenta, acentuando a lordose lombar e

a cifose torácica. A inclinação pélvica para frente ou para trás influencia a atividade dos músculos posturais por afetarem as cargas estáticas da coluna (NORDIN; FRANKEL, 2003). Contudo, a medida obtida neste estudo não foi realizada dessa forma, tendo como base outros pontos de referências.

### **2.7.5 Coluna vertebral**

Em relação às medidas das curvaturas fisiológicas da coluna vertebral, o que se encontra na literatura são diversos valores adquiridos em diferentes estudos, portanto torna-se difícil determinar tais valores, uma vez que não há um padrão estabelecido (ARAUJO; FAUZI, 1988; BRADFORD *et al.*, 1994).

A coluna cervical apresenta uma curva côncava posterior denominada lordose cervical. Quanto maior a lordose cervical mais acentuada será a concavidade. Quando a concavidade for menor, o indivíduo tem tendência a uma cervical retilínea (KAPANDJI, 2002). Estudos utilizando marcadores de posição para análise em videografia em C<sub>1</sub> e C<sub>7</sub> com mensuração em radiografia, demonstraram um valor médio do ângulo na posição neutra da lordose cervical de 26,6° (DESCARREUX *et al.*, 2003).

A coluna torácica se curva levemente em direção posterior. Assim como as posições da cabeça e pescoço são afetadas pelas posições da coluna torácica, ela também é afetada pelas posições da coluna lombar e pelve. Com a pelve e coluna lombar em alinhamento ideal, a coluna torácica pode assumir a posição ideal. Posições habituais e repetitivas podem originar uma postura de cifose-lordose onde o indivíduo tende a compensar uma pela outra (KENDALL; McCREARY; PROVANCE, 1995). Apesar das variações normais da cifose permanecerem arbitrárias e imprecisas, estudos auxiliaram a compreensão da variação entre os

graus normais e anormais. Considera-se entre 20° e 40° os valores fisiológicos da cifose, podendo ser encontrado na literatura valores acima de 40° (BRADFORD *et al.*, 1994; BUMBIEDRO *et al.*, 2000).

Numa vista de perfil, pode-se constatar a característica da lordose lombar. Com a pelve em posição neutra, existe uma curvatura anterior fisiológica na coluna lombar, a lordose lombar (KENDALL; McCREARY; PROVANCE, 1995; KAPANDJI, 2002). Os valores encontrados na literatura para essa curvatura são bem variados.

Araujo e Fazzi (1998) relatam que, partindo de pontos de referências de L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub> e L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> o valor médio é de 42°. Mensurando da base de L<sub>3</sub> à base do sacro com os joelhos e quadris flexionados em 45°, os valores variam entre 40 e 95°. Utilizando-se o método de Cobb o valor normal fica entre 40 e 60°.

Um estudo da região lombossacra mostrou que o aumento da lordose aumenta proporcionalmente o deslocamento do corpo na direção anterior e muda o centro de gravidade anteriormente. A hiperlordose lombar está comumente associada com um ângulo lombossacro agudo e acentuação da inclinação pélvica, que pode ser devido a anomalias lombossacras, dos músculos abdominais, entre outras (ARAUJO; FAZZI, 1988).

## **2. 8 Plasticidade neuromuscular**

A avaliação postural, bem como a elaboração e aplicação de programas de cinesioterapia, faz parte da rotina do fisioterapeuta. Porém, poucos profissionais compreendem os mecanismos envolvidos na resposta muscular conseqüente à sua intervenção (SALVINI, 2000).

Plasticidade muscular é a propriedade de um músculo para deformar-se permanentemente quando é sobrecarregado além de sua amplitude elástica.

Conseqüentemente, não há tendência para recuo elástico ou recuperação. Uma resposta plástica do tecido envolve quantidades consideráveis de deformação com muito pouco aumento na força (ALTER, 1999).

Assim como o músculo, o sistema nervoso pode se adaptar a diferentes estímulos. Certas estruturas e circuitos neurais estão associados a diferentes tipos de aprendizado e memória, organizados por alguns sistemas encefálicos, como os núcleos da base, neocórtex, córtex pré-frontal e lobo medial temporal. Ao aprender novas informações, há alterações nas sinapses desses sistemas e as modificações ocorridas produzem a memória da experiência (KOLB; WHISHAW, 2002).

A maior compreensão dos mecanismos participantes dos potenciais elétricos dos neurônios e da transmissão sináptica levou a um entendimento da ocorrência das adaptações no encéfalo às alterações de seus *inputs*. (LUNDY-EKMAN, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2002)

A aprendizagem motora segue dois modelos: não-associativo e associativo (OLIVEIRA *et al.*, 2002) A aprendizagem não-associativa ou a **habituação** é uma das formas mais simples de neuroplasticidade. Os estudos de Sherrington demonstram que certos comportamentos reflexos cessam de ser produzidos após várias repetições do mesmo estímulo (KANDEL *et al.*, 2000; LENT, 2001). A habituação é um fenômeno natural entre os animais: todos se habitua a estímulos repetitivos inócuos e deixam de responder a eles. Isso ocorre também em técnicas e exercícios usados na Fisioterapia que visam diminuir a resposta neural a um estímulo. A aprendizagem associativa implica no estabelecimento de relações ou associações de idéias, por exemplo, a resposta condicionada. A reabilitação motora tem por objetivo fornecer um aprendizado ou reaprendizado motor. Durante os processos de aprendizagem, existem alterações na estrutura e funcionamento das

células neurais e de suas conexões, a neuroplasticidade, permitindo a adaptação a novas posturas e movimentos (LUNDY-EKMAN, 2000).

## **2.9 Reeducação Postural Global (RPG)**

A reeducação postural global foi criada durante anos por Philippe Emmanuel Souchard na década de 70, a partir de observações feitas por Françoise Mézières sobre as cadeias musculares. Souchard a denominou de “Método do Campo Fechado” (CITTONI, 1999; SOUCHARD, 2001).

As cadeias musculares descritas no método são: a inspiratória, a posterior, a ântero-interna da pelve, a anterior do braço e a ântero-interna do ombro (SOUCHARD, 2001).

Esse método utiliza o alongamento dos músculos da estática – os antigravitacionais (MARQUES *et al.* 1994; SOUCHARD, 2001). Segundo Salvini (2000) a RPG também utiliza a contração isométrica em posição excêntrica, que proporciona o aumento do número de sarcômeros em série. Souchard (2001) considera que a tração axial e a contração isométrica em posição excêntrica devem ser mantidas o maior tempo possível para promover a diminuição da atividade gama e do tono muscular, como também a inibição dos músculos que estão sendo alongados e da facilitação de seus antagonistas pela ação do reflexo miotático inverso ou inibição autogênica.

As posturas relacionadas ao alongamento das cadeias musculares foram denominadas da seguinte forma: “rã no chão com braços fechados ou abertos”; “em pé contra a parede”; “em pé no centro”; “rã no ar com braços fechados ou abertos”; “postura sentada”; e “postura em pé com inclinação anterior” (SOUCHARD; OLLIER, 2001).



É possível, em uma mesma postura, alongar várias cadeias musculares. As diferentes posturas são agrupadas em famílias, que possibilitam o alongamento de cadeias musculares específicas. Ao realizar um tratamento deve-se proceder a uma avaliação global para verificar as cadeias musculares mais comprometidas e eleger a melhor postura (MARQUES *et al.*, 1994; SOUCHARD; OLLIER, 2001).

Em todas as posturas é necessário que o indivíduo expire livremente a cada instante para que não ocorra o bloqueio torácico, havendo o rebaixamento do gradil costal no sentido da expiração. Assim, há o relaxamento dos músculos inspiratórios. Isso significa que se deve obter uma expiração cada vez mais profunda para que haja um relaxamento progressivo dos músculos inspiratórios (SOUCHARD, 1989).

## 2.10 Fotometria

As medidas de amplitude de movimento são muito utilizadas e necessitam ser precisas. Duas fontes comumente citadas para avaliar valores da amplitude de movimento incluem o manual da *American Academy of Orthopaedic Surgeons* e o guia para goniometria de Norkin e White. Andrade *et al.* (2003) apontam que medidas visuais não se mostraram confiáveis para avaliação da articulação do ulnar e punho.

A imagem fotográfica é uma representação bidimensional (2-D) de uma cena tridimensional (3-D). Isso significa que apenas objetos orientados em ângulos serão representados com precisão em imagens 2-D. É muito importante que a câmera esteja posicionada paralela ao objeto para minimizar os efeitos de distorções (KNUDSON; MORRISON, 2001).

Há muito tempo as medidas antropométricas do corpo humano têm sido desenvolvidas por várias razões, porém apenas na segunda guerra mundial as

medidas ganharam aperfeiçoamento na prática. Desde então, tais medidas têm sofrido constantes mudanças (BOLSTAD *et al.*, 2001).

A fotografia é um recurso que já é muito utilizado na avaliação da postura e mecânica corporal e que pode ser utilizada para medidas angulares e lineares da postura. Além disso, ela pode ser de grande valor para demonstrar a mudança de postura com o passar do tempo. Também permite registrar mudanças e a relação entre partes do corpo que são difíceis de medir de outra forma, como por exemplo, o goniômetro, propiciando melhor exatidão (WATSON, 1998).

### **2.11 O software CorelDraw®**

O desenvolvimento da tecnologia na prática clínica requer certa habilidade para analisar diferentes sistemas de trabalho. Um deles é relacionado ao enfoque mecânico do computador e os aspectos biomecânicos de acesso, equiparando a habilidade do terapeuta com o *software* para utilização em análise de dados de indivíduos. Outro ponto importante é relacionado à análise dos programas, incluindo as operações lógicas estruturadas e funções motoras, sensitivas, entre outras, enfocando os objetivos terapêuticos. Além disso, os programas e os dispositivos periféricos utilizados devem ser ajustados e adaptados para satisfazer as necessidades da evolução do paciente, visando também atingir o objetivo de tratamento (WATANABE; TSUKIMOTO; TSUKIMOTO, 2003).

O uso do *software CorelDraw®* permite realizar medidas angulares e lineares das fotografias, obtendo um valor real em computador sem ter a necessidade de anotações em papel, o que aumentaria a margem de erro (GUYOT *et al.*, 2003).

Ao ampliar a imagem no *software*, é possível a visualização nítida dos limites das estruturas a serem medidas. Isso traz uma vantagem na diminuição da margem

de erro decorrente da mensuração direta em um indivíduo utilizando instrumentos rígidos, tais como réguas ou transferidores (HOCHMAN *et al.*, 2002).

### 3 OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi investigar a influência da postura “em pé com inclinação anterior” do método RPG sobre a postura e flexibilidade de atletas de basquetebol, utilizando o recurso da fotometria.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Sujeitos

O estudo foi desenvolvido com base na Resolução 196/96, do CNS (BRASIL, 1996), com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (anexo 1).

Os voluntários foram convidados verbalmente a participar da pesquisa e receberam esclarecimento sobre os detalhes do desenvolvimento da mesma, assim como informações sobre possíveis riscos e benefícios que estão explicitados no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexos 2 e 3). Este estudo está vinculado a projeto-mãe, envolvendo outros parâmetros de análise.

Foram incluídos no estudo atletas de basquetebol masculino com idade entre 18 e 28 anos. Foram excluídos do estudo atletas que tivessem realizado trabalho prévio de alongamento pelo método de RPG. Os atletas foram convidados e selecionados de acordo com a disponibilidade das equipes e do Fisioterapeuta.

A partir disso, foram avaliados 14 atletas de basquetebol, posteriormente divididos em dois grupos: 7 no grupo controle (GC) e 7 no grupo experimento (GE).

Para o GE o critério de descontinuação foi faltar em três ou mais sessões de intervenção.

Os participantes do GE realizaram sessões individuais com frequência de duas vezes por semana e duração de 40 minutos ativos em postura “em pé com inclinação anterior” do método RPG, durante dois meses e meio, totalizando 20 sessões, mantendo a rotina de treinamento da equipe. A postura era aplicada por Fisioterapeuta, com formação do método de RPG. Deve-se ressaltar que este estudo é parte de projeto-mãe desenvolvido pelo grupo de pesquisa Plasticidade

Neuromuscular, onde se realizou análise fenotípica, bioquímica e morfométrica do músculo gastrocnêmio lateral dos mesmos voluntários.

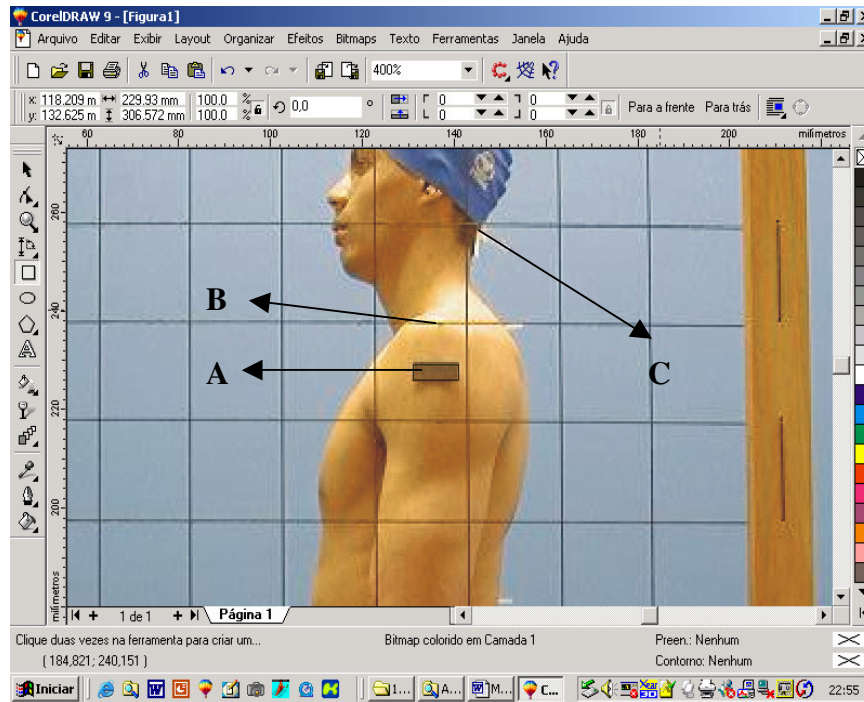
Os participantes do GC não foram submetidos à intervenção, mantendo sua rotina normal, inclusive de treinamento, durante o mesmo período de tempo do GE.

Os atletas eram vinculados a duas equipes distintas de basquetebol, sendo que o GC era de uma determinada equipe e o GE de outra. Os técnicos de ambas as equipes aplicaram o mesmo padrão de treinamento durante a fase experimental do projeto, para evitar possíveis diferenças nos resultados.

Optou-se pela “postura em pé com inclinação anterior”, visando o alongamento da cadeia muscular posterior e por ser uma postura em fechamento de ângulo da articulação do quadril e em cadeia cinética fechada.

#### **4.2 Análise fotométrica**

A intervenção fotométrica foi realizada no Laboratório de Recursos Terapêuticos do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da FACIS-UNIMEP. Foram utilizados marcadores de referência para identificar proeminências ósseas, marcadores perpendiculares e ajustadores de dimensão (Figura 1) no software Corel Draw®; touca de natação; apoiador para os membros superiores; simetrógrafo de fio; cunha de 30°; Banco de Wells; tripé para máquina fotográfica e câmera digital Photo PC 750Z, Megapixel Zoom Digital Câmera Epson®.



**Figura 1:** Marcadores: A) Ajustador de dimensão; B) marcador de referência; C) marcador perpendicular.

Foi solicitado que todos os indivíduos estivessem com traje de banho, posicionados 14 cm atrás do simetrógrafo de fio. A distância entre o tripé da câmera digital ao simetrógrafo foi de 180 cm e a altura ajustada à altura da cicatriz umbilical. A temperatura da sala foi mantida constante (26°C).

Os indivíduos dos dois grupos foram fotografados e avaliados utilizando o Banco de Wells e a fotometria, seguindo o mesmo protocolo para todos os atletas.

Após o término da intervenção no GE, os atletas de ambos grupos foram submetidos novamente à avaliação fotométrica utilizando os mesmos recursos e mesmo *layout*. As fotos foram inseridas no *software CorelDraw® 9* e analisadas individualmente. As medidas foram processadas em graus nos seguintes parâmetros: inclinação pélvica em vista lateral esquerda, curvaturas da coluna vertebral em vista lateral esquerda (lordose cervical, cifose dorsal e lordose lombar), ângulos das articulações do quadril, do joelho e talocrural sobre o Banco de Wells

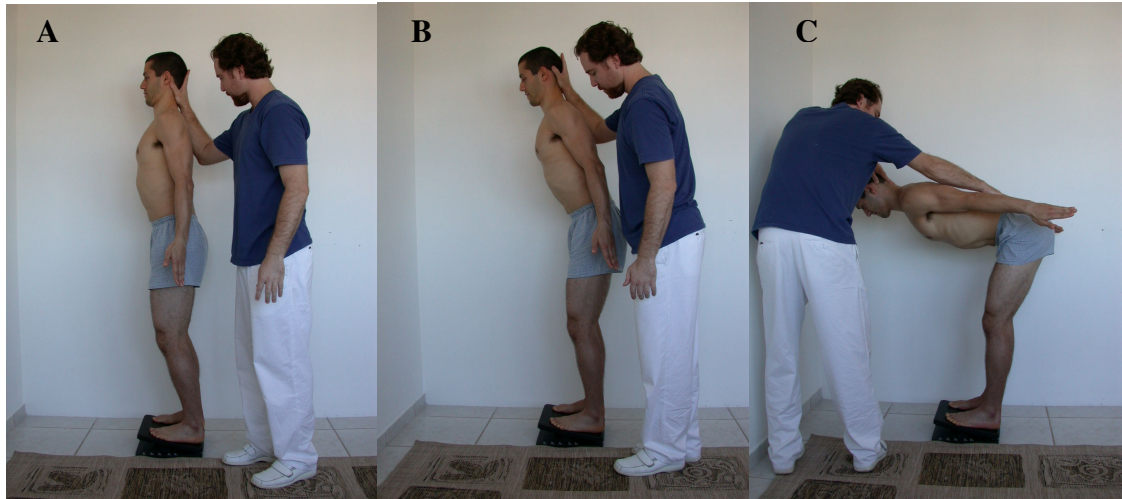
com os indivíduos em máximo estiramento dos grupos musculares da cadeia posterior e o joelho na posição ortostática.

O processamento das medidas foi realizado três vezes, em dias não consecutivos, obtendo-se a média aritmética das mesmas.

### **4.3 Descrição da postura**

Este estudo descreve a postura “em pé com inclinação anterior”, preconizada por Souchard (2001) da seguinte forma: inicia com o posicionamento exato dos membros inferiores – discreta flexão da articulação do quadril com rotação lateral, flexão dos joelhos com os pés posicionados em ângulo de 30°. Solicita-se ao indivíduo realizar esforço de crescimento axial, contração isotônica excêntrica de baixa intensidade contra a mão do Fisioterapeuta e a expiração profunda, com uma inspiração pelo nariz e expiração pela boca. O Fisioterapeuta realiza a flexão do tronco do voluntário evitando o aparecimento de compensações até atingir o alongamento da cadeia posterior (Figura 2). Os membros superiores são mantidos em rotação lateral com as articulações umeroulnar e dos dedos em extensão. A postura evolui com a extensão global dos membros inferiores, mantendo a rotação lateral do quadril e a posição dos pés. À medida que a manutenção da postura torna-se mais “fácil”, o terapeuta realiza a evolução, aumentando a inclinação do tronco e a extensão dos joelhos, visando aumentar o alongamento dos músculos em tensão. Com o passar das sessões, o terapeuta evolui utilizando a prancha de inclinação da articulação talocrural, que tem o intuito de aumentar o alongamento da cadeia posterior dos membros inferiores, principalmente do tríceps sural. Esta postura promove o alongamento da cadeia posterior: músculos próprios do dorso, glúteos, rotadores laterais do quadril, isquiotibiais, tríceps sural e plantares.

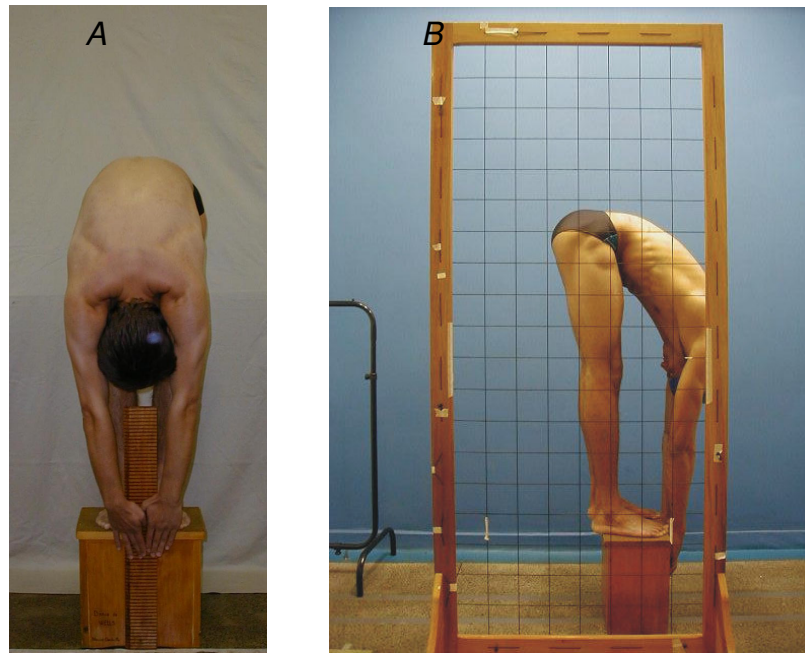




**Figura 2:** A) Posicionamento do voluntário para o início da postura “em pé com inclinação anterior” sobre a prancha. Observar o posicionamento do tronco e dos membros; B) Início da evolução da postura; C) Evolução da postura, flexão de tronco em crescimento axial.

#### 4.4 Avaliação da flexibilidade

Para avaliar a flexibilidade da cadeia muscular posterior foi utilizado o Banco de Wells. Trata-se de um dispositivo composto de uma caixa retangular de madeira com uma régua graduada em centímetros disposta no centro da caixa. O indivíduo se posicionava em pé sobre o Banco de Wells com os pés posicionados lateralmente à régua e era solicitado a realizar uma flexão do tronco com os joelhos em extensão e com os membros superiores acompanhando o movimento, como se as mãos tentassem tocar a ponta dos pés ou ultrapassá-los, orientando os dedos das mãos em direção à régua (Figura 3 A e B). Para avaliar a flexibilidade neste estudo, foi solicitado que o atleta realizasse três vezes o procedimento, sendo que na terceira tentativa foi anotado o valor, em centímetros, obtido na avaliação e na reavaliação.



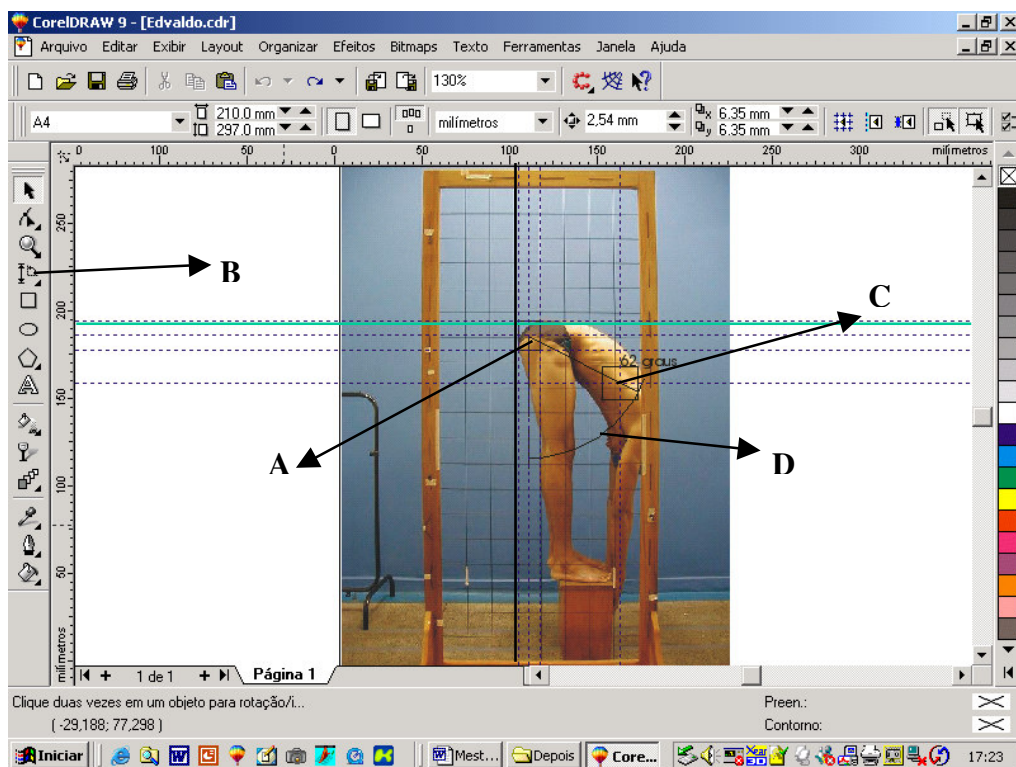
**Figura 3:** A) Voluntário sobre o Banco de Wells em vista anterior; B) Posicionamento do voluntário sobre o Banco de Wells em vista lateral direita para avaliação da flexibilidade.

#### 4.5 Análise da articulação do quadril

Para tomada fotográfica foi necessário ressaltar o trocânter maior com um marcador adesivo. O atleta permanecia em flexão do tronco com a articulação do joelho em extensão sobre o Banco de Wells. Durante a foto o mamilo necessitava estar em evidência, uma vez que é um ponto de referência. Neste estudo foi definida a vista lateral direita para verificação desse ângulo (Figura 4).

Traçou-se uma linha tangenciando superiormente o glúteo e outra linha que o tangenciava posteriormente; marcou-se com as linhas vertical e horizontal o trocânter maior; utilizando a ferramenta retângulo todas as linhas foram unidas, formando a figura geométrica retângulo que, no *software CorelDraw®*, indica o centro que se forma entre as linhas superior e posterior do glúteo e do trocânter maior. Utilizando a ferramenta retângulo, marcou-se o mamilo do atleta e a região perpendicular ao mamilo correspondente à linha que tangencia o dorso do indivíduo, obtendo-se o centro que se forma através dessas estruturas. Utilizando a ferramenta

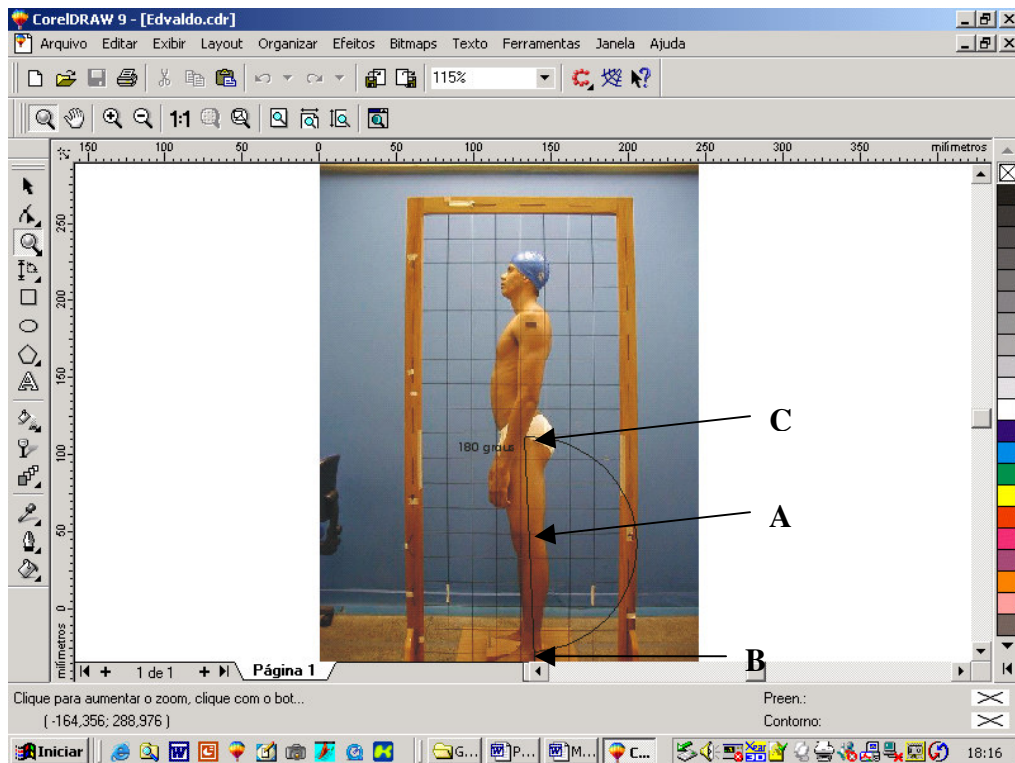
dimensão angular, uma das linhas angulares foi traçada perpendicularmente ao solo, tendo como vértice a marcação obtida pelo centro que se forma entre as linhas do glúteo superior, posterior e do trocânter maior. A outra linha é traçada até o centro obtido entre o mamilo e a região perpendicular ao mamilo, correspondente à linha que tangencia o dorso do atleta, obtendo-se assim o ângulo da articulação do quadril (Figura 4).



**Figura 4:** Análise do ângulo da articulação do quadril. A) Ferramenta angular; B) Centro da pelve; C) Centro do tronco; D) Ângulo obtido.

#### 4.6 Análise do joelho

A obtenção do ângulo da articulação do joelho foi feita em vista lateral esquerda. Considerando o côndilo femoral lateral como referência e vértice, utilizou-se a ferramenta dimensão angular traçando uma linha em direção ao trocânter maior e outra em direção ao maléolo lateral (Figura 5).



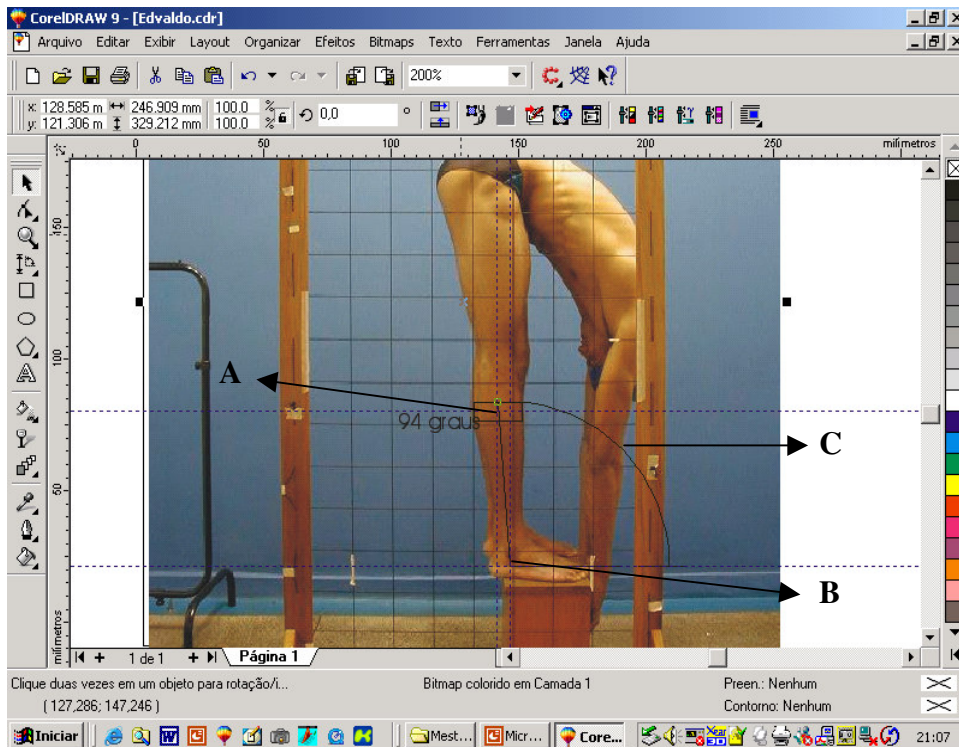
**Figura 5:** Análise do joelho. A) Vértice do ângulo: côndilo femoral lateral; B) Maléolo lateral; C) Trocânter maior.

#### 4.7 Análise da articulação talocrural

Para se obter a medida do ângulo da articulação talocrural posicionou-se o atleta em máxima flexão anterior sobre o Banco de Wells. O ápice do maléolo lateral foi marcado.

No *software CorelDraw®*, duas linhas foram traçadas: uma vertical e outra horizontal no maléolo lateral, para obtenção do vértice do ângulo. Utilizando-se a ferramenta dimensão angular, traçou-se uma linha, que sai do vértice obtido,

paralela ao solo e a outra linha foi traçada na linha média da perna no plano sagital encontrada pela ferramenta retângulo, obtendo-se o ângulo em questão (Figura 6).



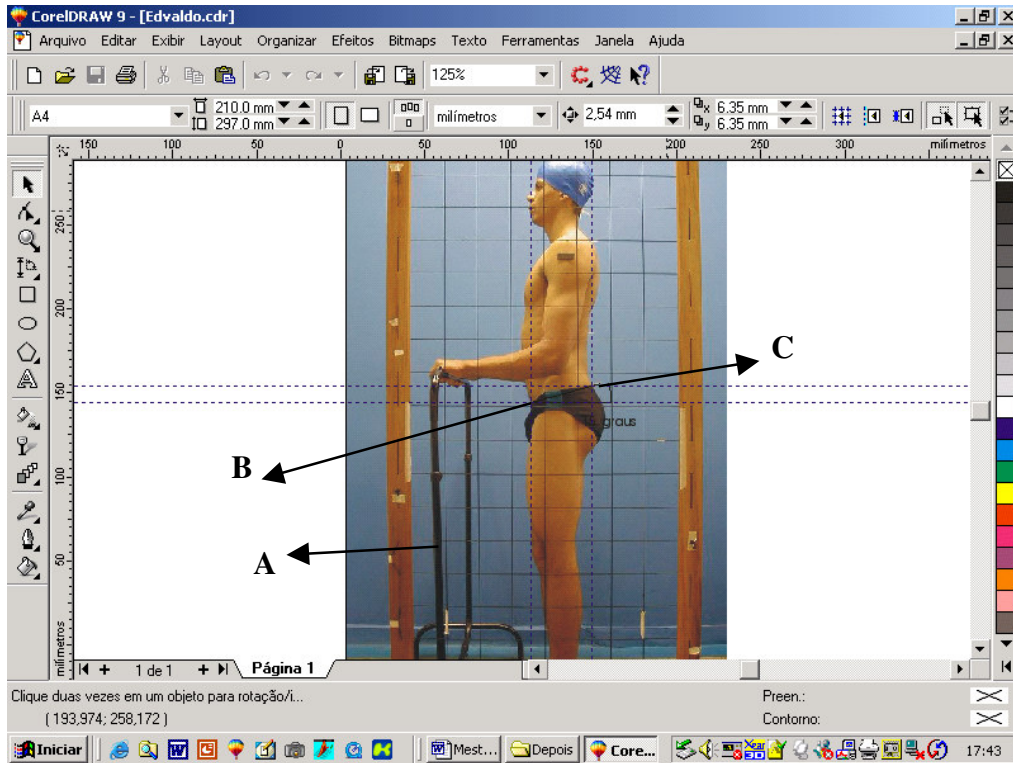
**Figura 6:** Análise da articulação talocrural. A) “Centro da perna”; B) Maléolo lateral (vértice); C) Ângulo obtido.

#### 4.8 Análise da inclinação pélvica

Para a análise da inclinação pélvica utilizou-se a vista lateral esquerda. Para que os membros superiores não viessem a interferir na imagem, utilizou-se um apoiador para os membros superiores que mantinham a articulação umeroulnar próximo a 90°. Procedeu-se a marcação da espinha ílica ântero-superior (EIAS) e da quinta vértebra lombar (L<sub>5</sub>) (Figura 7).

No *software CorelDraw®*, traçaram-se as linhas vertical e horizontal na EIAS, obtendo a intersecção das linhas, para obter-se o vértice do ângulo. Já no marcador de L<sub>5</sub>, também foram traçadas linhas horizontal e vertical, obtendo-se a intersecção dessas. Utilizando a ferramenta dimensão angular, a partir do vértice, traçou-se uma

linha paralela ao solo e outra linha em direção à intersecção das linhas obtidas em L<sub>5</sub>, obtendo-se o valor do ângulo (Figura 7).



**Figura 7:** Análise da inclinação pélvica: A) Suporte para os membros superiores; B) Vértice do ângulo: EIAS; C) Marcador perpendicular.

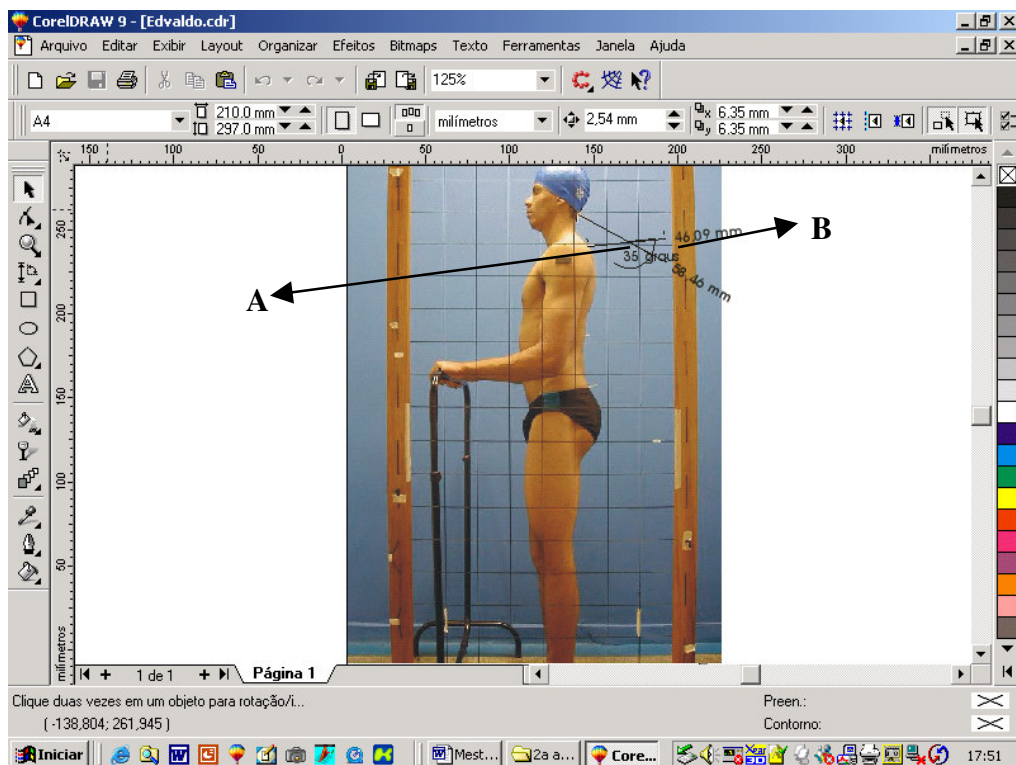
#### 4.9 Análise das curvaturas da coluna vertebral

Os atletas permaneceram em vista lateral esquerda e os membros superiores com flexão da articulação ulmeroulnar para que não interferissem na análise. Os marcadores utilizados no momento da coleta para esse parâmetro foram marcadores perpendiculares em direção ao processo espinhoso correspondente, para que fosse mais facilmente visível a posição das estruturas em análise.

##### 4.9.1 Análise da lordose cervical

Para a verificação da lordose cervical foram fixados os marcadores na base do osso occipital e na primeira vértebra torácica (T<sub>1</sub>). No *software CorelDraw®*,

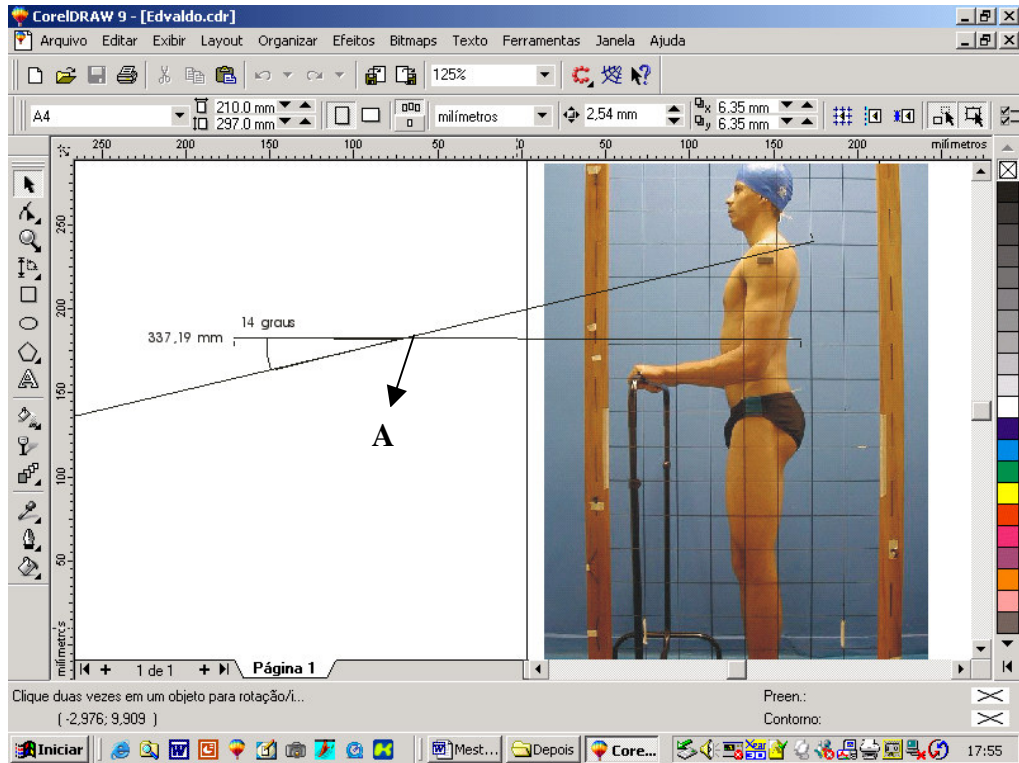
traçou-se uma linha a partir do marcador da base do osso occipital e outra a partir da marcação em T<sub>12</sub> em direção posterior, utilizando a ferramenta dimensão inclinada. Da intersecção formada por essas linhas, obteve-se o ângulo formado por elas, utilizando a ferramenta dimensão angular (Figura 8).



**Figura 8:** Análise da lordose cervical. A) Linha obtida pela ferramenta linear; B) Ângulo obtido pela intersecção das linhas.

#### 4.9.2 Análise da cifose torácica

Para verificação da cifose torácica, foram colocados os marcadores em T<sub>1</sub> e T<sub>12</sub>. No *software CorelDraw®*, traçou-se uma linha a partir do marcador em T<sub>1</sub> e outra em T<sub>12</sub> em direção anterior, utilizando a ferramenta dimensão inclinada. Da intersecção formada por estas duas linhas, obteve-se a angulação através da ferramenta dimensão angular (Figura 9).

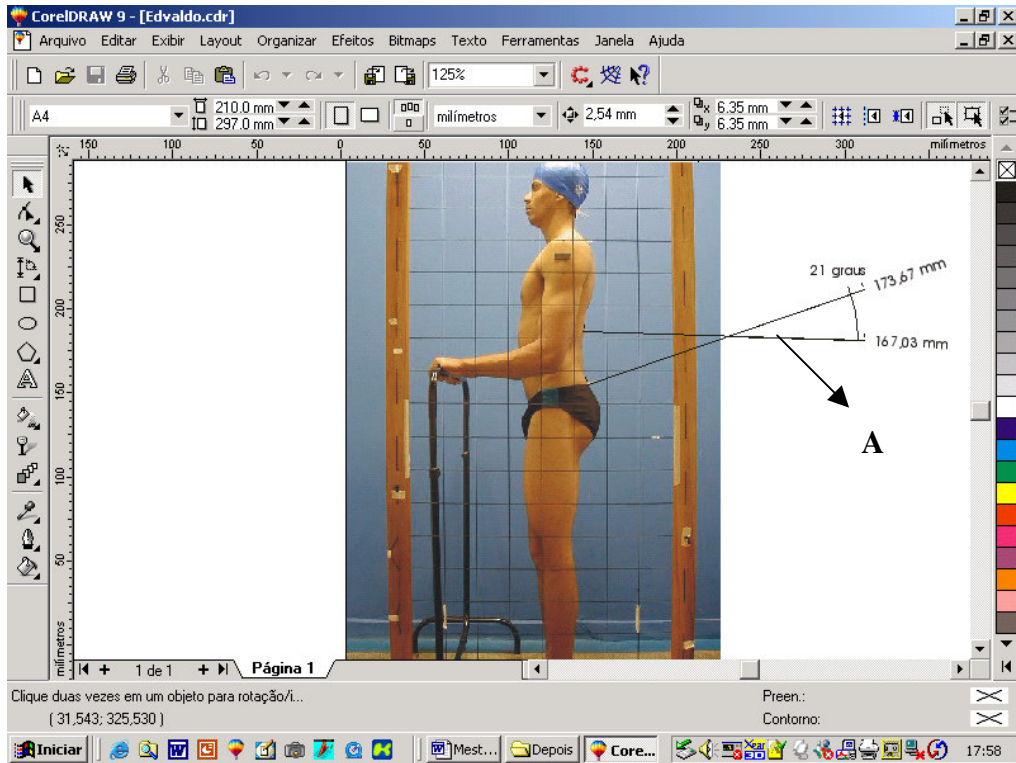


**Figura 9:** Análise da cifose dorsal. A) Intersecção formando o ângulo obtido.

#### 4.9.3 Análise da lordose lombar

Para a verificação da lordose lombar, utilizou-se os marcadores em  $T_{12}$  e  $S_1$ , sendo traçada uma linha a partir do marcador em  $T_{12}$  e outra em  $S_1$  em direção posterior, utilizando-se a ferramenta dimensão inclinada. Da intersecção formada por estas duas linhas, obteve-se a angulação através da ferramenta dimensão angular (Figura 10).





**Figura 10:** Análise da lordose lombar. A) Intersecção formando o ângulo obtido.

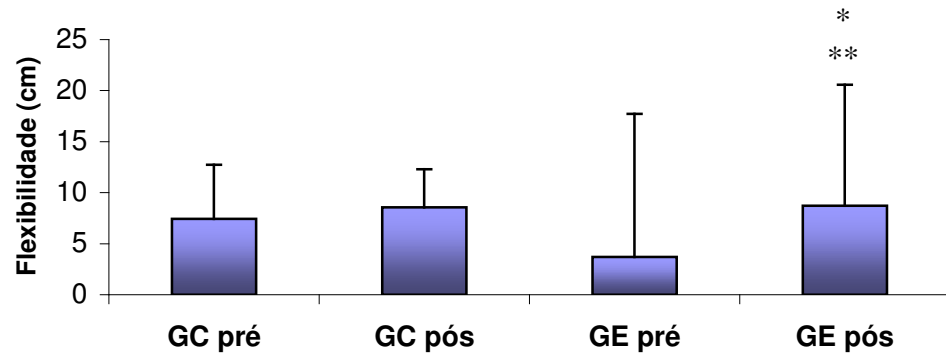
#### 4.10 Análise estatística

Para a análise estatística aplicou-se em todas as medidas a hipótese unilateral para verificar a significância para o GE com  $p \leq 0,05$ . Neste estudo, a análise foi realizada no *software Static Graphic plus 5.1*.

Em todas as medidas contruiu-se uma variável de diferença entre as médias obtidas pré e pós tratamento, tanto no GC como no GE. Em seguida, foi aplicado o teste t de *student* para as amostras independentes ou não pareadas. Além disso, na avaliação da flexibilidade também foi realizado o teste t de *student* para o GC e GE pré e pós. Porém, não foi verificada a análise das variâncias. Foi feito o *signed rank test* para as amostras independentes ou não pareadas entre o GC e GE. Foi utilizado também o teste de correlação de Pearson para comparar a flexibilidade com o ângulo da articulação do quadril (VIEIRA, 2004).

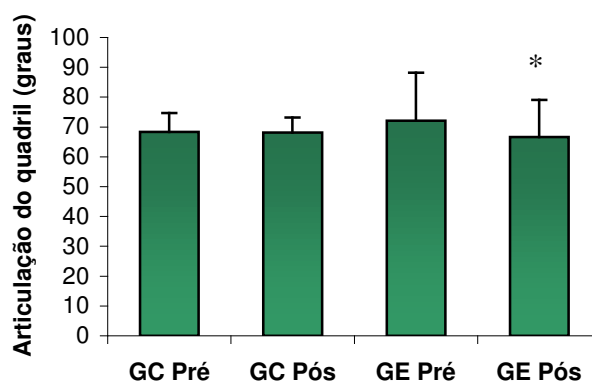
## 5 RESULTADOS

Os resultados obtidos da avaliação da flexibilidade (Figura 11) mostraram uma média para o GC pré de  $7,43 \pm 5,29\text{cm}$ ; GC pós  $8,57 \pm 3,74\text{cm}$ ; GE pré  $3,71 \pm 14\text{cm}$ ; GE pós  $8,71 \pm 11,87\text{cm}$ .



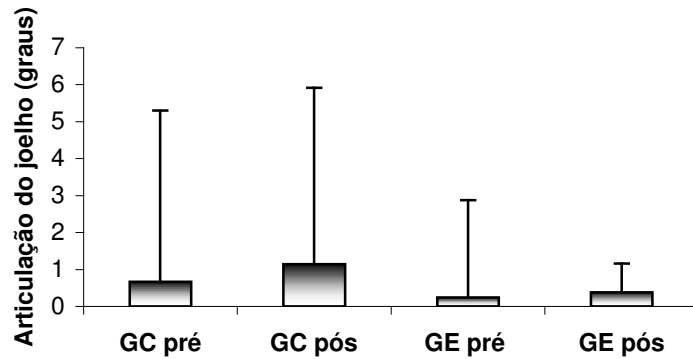
**Figura 11:** Medidas da média da flexibilidade. (\*) difere significativamente do respectivo pré ( $p=0,007$ ). (\*\*) difere significativamente da diferença das médias do GC ( $p=0,017$ ;  $n=7$ ).

As médias dos resultados obtidos após a mensuração do ângulo coxo-femoral (Figura 12) foram: GC pré  $68,29 \pm 5,38^\circ$ , GC pós  $68,14 \pm 5,08^\circ$ ; GE pré  $72,14 \pm 16,09^\circ$ ; e GE pós  $66,62 \pm 12,47^\circ$ .



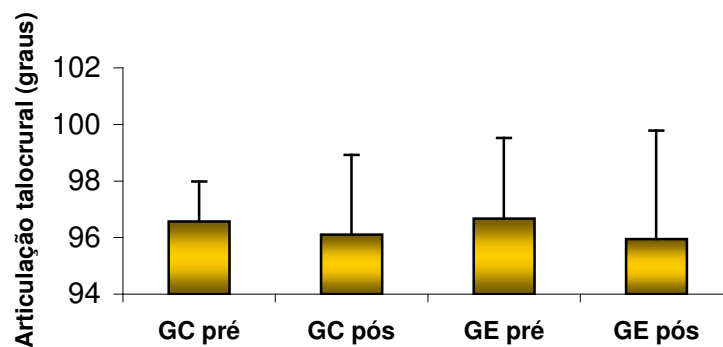
**Figura 12:** Valores médios do ângulo do quadril nos GC e GE. (\*) difere significativamente do respectivo pré ( $p= 0,02$ ;  $n=7$ ).

As médias dos resultados obtidos da articulação do joelho foram: GC pré  $0,67 \pm 4,63^\circ$ , GC pós  $1,14 \pm 4,78^\circ$ ; GE pré  $0,24 \pm 2,64^\circ$ ; e GE pós  $0,38 \pm 0,78^\circ$  (Figura 13).



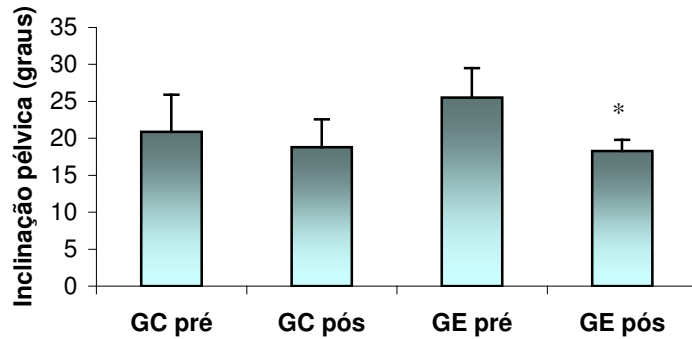
**Figura 13:** Valores médios do ângulo da articulação do joelho (n=7).

As médias dos resultados obtidos da articulação talocrural foram: GC pré  $96,57 \pm 1,41^\circ$ , GC pós  $96,10 \pm 2,82^\circ$ ; GE pré  $96,67 \pm 2,85^\circ$ ; e GE pós  $95,95 \pm 3,83^\circ$  (Figura 14).



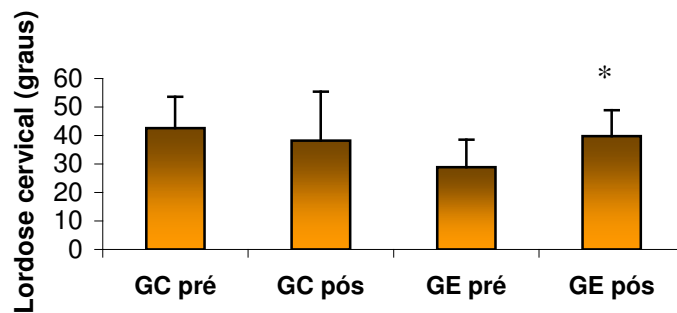
**Figura 14:** Valores médios do ângulo talocrural para os GC e GE (n=7).

Os valores médios de inclinação pélvica (Figura 15) foram: GC pré  $20,86 \pm 5,05^\circ$ , GC pós  $18,81 \pm 3,74^\circ$ ; GE pré  $25,52 \pm 3,97^\circ$ ; e GE pós  $18,29 \pm 1,51^\circ$ .



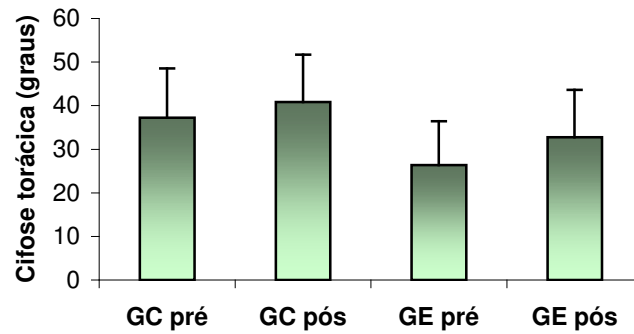
**Figura 15:** Valores médios do ângulo da inclinação pélvica. (\*) difere significativamente do respectivo pré ( $p=0,02$ ;  $n=7$ ).

As médias dos resultados obtidos para o ângulo da lordose cervical (Figura 16) foram: GC pré  $42,57 \pm 11,05^\circ$ , GC pós  $38,24 \pm 17,12^\circ$ ; GE pré  $28,90 \pm 9,60^\circ$ ; e GE pós  $39,81 \pm 9,08^\circ$ .



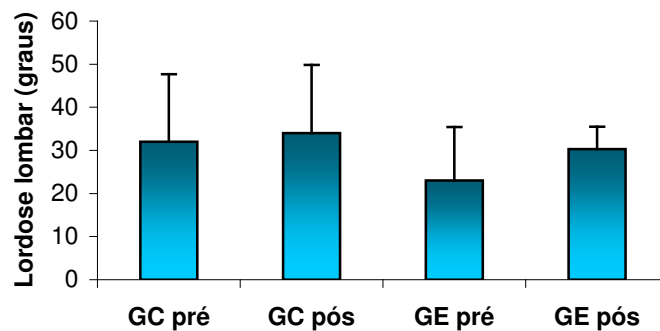
**Figura 16:** Valores médios do ângulo da lordose cervical. (\*) difere significativamente do respectivo pré ( $p=0,03$ ;  $n=7$ ).

Os valores médios do ângulo da cifose torácica (Figura 17) foram: GC pré  $37,24 \pm 11,28^\circ$ , GC pós  $40,81 \pm 10,88^\circ$ ; GE pré  $26,33 \pm 10,10^\circ$ ; e GE pós  $32,76 \pm 10,88^\circ$ .



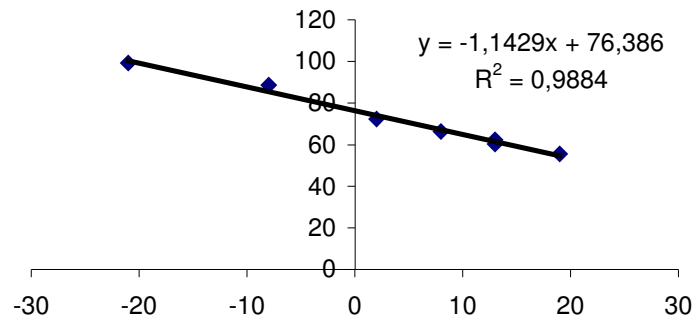
**Figura 17:** Valores médios do ângulo da cifose torácica (n=7).

Na avaliação da lordose lombar (Figura 18), as médias dos resultados obtidos foram: GC pré  $32 \pm 15,67^\circ$ , GC pós  $34 \pm 15,81^\circ$ ; GE pré  $23 \pm 12,43^\circ$ ; e GE pós  $30,33 \pm 5,15^\circ$ .



**Figura 18:** Valores médios do ângulo da lordose lombar (n=7).

Observou-se forte correlação entre os valores do ângulo do quadril e a flexibilidade no GE, como demonstrado na figura 19.



**Figura 19:** Correlação entre a flexibilidade e o ângulo do quadril no Grupo Experimento (GE), (n=7).

## 6 DISCUSSÃO

Sabe-se que o alongamento é útil na prevenção de lesões e aumento da flexibilidade, promovendo mudanças nas propriedades viscoelásticas da unidade miotendínea. Além disso, o alongamento provoca um alívio na dor e conseqüente melhora na performance esportiva (KUBO *et al.*, 2000; SHRIER; GOSSAL, 2000; GUISSARD; DUCHATEAU, 2003).

Ao aumentar a flexibilidade, também há aumento na amplitude de movimento, como demonstrado neste trabalho pela diminuição do ângulo do quadril. Observou-se que quanto maior for a flexibilidade, menor será o ângulo desta articulação, o que foi confirmado no GE.

Seria possível que, com o alongamento da cadeia muscular posterior na postura adotada, o ângulo da articulação talocrural fosse reduzido. No entanto, os resultados demonstram que não houve diferença significativa após intervenção, o que pode ser explicado pelo fato de os voluntários já apresentarem o ângulo dessa articulação próximo ao que é considerado normal, segundo Kapandji (2002).

Analisando a inclinação pélvica notou-se uma diferença significativa no GE pós-intervenção. Em ambos grupos havia, inicialmente, uma tendência à anteversão pélvica. Após o treinamento nos GC e GE e o tratamento no GE, houve uma diminuição do ângulo de inclinação pélvica, fazendo com que a pelve fosse em direção à retroversão. Os resultados do GE antes da intervenção indicam que ocorria uma maior tensão nos músculos paravertebrais, tracionando a pelve em direção a anteversão. A postura “em pé com inclinação anterior” promoveu o alongamento da cadeia posterior (os músculos próprios do dorso – incluindo os músculos paravertebrais), o que possibilitou o alinhamento da pelve. Entretanto, na

Nordin e Frankel (2003) encontraram um valor normal de 30°, utilizando metodologia distinta daquela considerada.

Não houve diferença significativa da articulação do joelho, pois ambos grupos (GC e GE) já apresentavam valores próximos ao que é considerado normal, segundo Kendall, McCreary e Provance (1995).

O aumento do ângulo da lordose cervical observado no GE após a intervenção demonstra que a postura “em pé com inclinação anterior” não é a mais indicada para a correção da lordose cervical. Provavelmente esta postura tenha provocado a contração isotônica concêntrica nos músculos extensores cervicais. Isso é um problema que surge pela característica desta postura e o terapeuta deve estar atento para evitar que os indivíduos realizem a contração isotônica concêntrica. Estudos adicionais são necessários para comparação com outras posturas do método RPG.

Apesar da postura aplicada ter o objetivo de alinhamento das regiões torácica e lombar (SOUCHARD, 2001), em ambos grupos não foram encontrados resultados estatisticamente significantes, visto que os atletas já apresentavam os valores considerados normais para a cifose torácica (BRADFORD *et al.*, 1994) e lordose lombar (ARAUJO; FAZZI, 1998).

Neste estudo, a forte correlação entre o aumento da flexibilidade e a diminuição do ângulo do quadril demonstra que, quanto maior for a flexibilidade, menor será o ângulo da articulação do quadril em flexão com extensão do joelho. Ao aplicar a postura do método observou-se um alongamento eficaz principalmente dos músculos paravertebrais e isquiotibiais, facilitando assim a diminuição do ângulo dessa articulação pelo aumento da flexibilidade. Portanto, estas medidas podem ser



consideradas como dados objetivos para avaliação quantitativa da evolução do paciente.

A RPG é um método de intervenção cinesioterapêutica que preconiza uma abordagem global voltada à prevenção e reabilitação, mostrando resultados promissores, porém, baseados em observações empíricas. Uma revisão criteriosa da literatura nos últimos 10 anos revelou escassez de estudos desenvolvidos com base em critérios científicos.

Neste estudo, considerando que a postura em contração excêntrica da cadeia posterior foi mantida por tempo prolongado, acredita-se que o provável mecanismo responsável pelo alongamento muscular envolva: a) inicialmente, o disparo das terminações nervosas do fuso neuromuscular, que retroalimentam os motoneurônios inferiores para a contração das fibras extrafusais; b) como se trata de contração excêntrica de baixa intensidade, a manutenção da postura por tempo prolongado poderia desencadear o mecanismo de habituação (LUNDY-EKMAN, 2000) desses motoneurônios, diminuindo seu disparo; c) à medida que a postura evolui e a carga externa sobre os músculos em contração aumenta, o disparo dos fusos neuromusculares aumenta proporcionalmente, havendo, depois de alguns segundos, nova habituação dos motoneurônios, e assim sucessivamente; d) após alguns minutos de aplicação dessa postura, os órgãos neurotendinosos de Golgi, sensíveis à força de contração, disparam, inibindo a tensão (KISNER; COLBY, 1992; ALTER, 1999) dos músculos da cadeia posterior, o que caracteriza um súbito relaxamento desses músculos.

Desta forma, considera-se que o alongamento é obtido a partir de uma contração isotônica excêntrica de baixa intensidade e não contração isométrica em posição excêntrica, como citado por Souhard (2001), uma vez que a postura

empregada tem caráter dinâmico, evidenciado pela forma de evolução do alongamento dentro da postura.

A literatura relata o importante papel da contração isotônica excêntrica em estimular a adição de sarcômeros em série (SALVINI, 2000), além de sua efetividade na geração de força em relação à contração concêntrica (FRIDÉN, 1984; EVANS, 2002). O aumento da flexibilidade e a diminuição do ângulo do quadril relatados neste estudo demonstram que os músculos da cadeia posterior foram alongados. O aumento significativo da flexibilidade no GE sugere que o alongamento obtido possa favorecer a capacidade dos músculos para gerar força, conforme as observações de Gordon *et al.* (1966), de que a força isométrica máxima é obtida quando o sarcômero atinge comprimento próximo à sua posição de repouso - quando há sobreposição ideal entre os filamentos de actina e miosina permitindo a quantidade adequada de pontes entres esses filamentos - e diminui quando este se encontra encurtado. Como os atletas de basquetebol se utilizam dos músculos da cadeia posterior, especialmente os músculos posteriores da perna (gastrocnêmios e sóleo) para realizar a impulsão, o alongamento de tais músculos e conseqüente relação comprimento-tensão poderia favorecer seu desempenho esportivo.

Além disso, atribui-se à contração excêntrica a possibilidade de produzir hipertrofia muscular, aumento da porcentagem de proteínas contráteis e redução do risco de lesão (SHRIER; GOSSAL, 2000; KUBO *et al.*, 2001). Uma análise morfométrica de músculos da cadeia posterior dos sujeitos submetidos à intervenção poderia apontar se a postura “em pé com inclinação anterior” aplicada duas vezes por semana é capaz de promover hipertrofia.

Quanto à possibilidade de lesões a partir da utilização da contração excêntrica, devido ao alto grau de tensão nas fibras musculares (SALVINI, 2000),

cabe salientar que não houve relato da presença de qualquer sinal que pudesse ser relacionado à lesão durante ou após a realização do estudo, o que pode ser devido à forma de aplicação da postura, que respeita o limite individual dos sujeitos para a evolução do tratamento, além de ter sido realizado com intervalo de, no mínimo, dois dias entre cada sessão de intervenção.

É importante considerar também que durante a manutenção da postura em contração excêntrica há estimulação das aferências proprioceptivas (ativação dos fusos neuromusculares, órgãos neurotendinosos de Golgi e receptores articulares), exteroceptivas (ativação dos mecanorreceptores da pele), auditivas (pelo comando verbal que ativa as conexões reflexas da via auditiva com os núcleos motores do tronco encefálico) e vestibulares (devido ao posicionamento da cabeça durante a evolução da postura aplicada, que gera ativação dos receptores labirínticos para o ajuste postural). Todos esses estímulos poderiam contribuir para a formação de novas conexões corticais (LUNDY-EKMAN, 2000) e talvez favorecer a reorganização cortical dos indivíduos. Por outro lado, para discutir mais profundamente sobre a reorganização postural, seria necessário realizar novas avaliações da postura em diferentes tempos após o término da intervenção, o que se apresenta com uma das limitações deste estudo, pois ao final do campeonato de basquetebol, houve remanejamento das equipes e o contato com a maioria dos atletas que participaram do estudo foi interrompido.

A avaliação fotométrica utilizando o *software CorelDraw®* se mostrou efetiva para quantificar o ângulo da inclinação pélvica, das curvaturas da coluna vertebral, além das articulações do quadril, do joelho e talocrural, reafirmando a importância da informática na área de Fisioterapia para a realização de avaliação postural com maior exatidão (GUYOT *et al.*, 2003).

Este estudo sugere a necessidade de investigações que possam fornecer dados qualitativos e quantitativos sobre a influência da postura utilizada, como: área de secção transversa das fibras, o que poderia sinalizar seu efeito sobre o trofismo muscular; número de sarcômeros em série, o que poderia demonstrar se houve adição de sarcômeros; investigação da presença de possíveis lesões musculares a partir da contração excêntrica promovida pela postura adotada; e avaliação da força muscular após intervenção.

## 7 CONCLUSÕES

- A postura “em pé com inclinação anterior” foi eficaz para o aumento da flexibilidade e conseqüente diminuição do ângulo do quadril.
- O Banco de Wells e a fotometria são recursos de avaliação que permitiram quantificar as modificações nos ângulos articulares e curvaturas da coluna vertebral após a intervenção.
- A correlação do Banco de Wells com a mensuração do ângulo do quadril demonstra que o Fisioterapeuta pode avaliar a flexibilidade da cadeia posterior utilizando um destes recursos, sendo que a análise do Banco de Wells é mais rápida e apresenta menor probabilidade de erro.
- A postura promoveu o alinhamento pélvico e o alongamento da cadeia muscular posterior.
- A aplicação da postura “em pé com inclinação anterior” pode ser um importante recurso complementar para a preparação de atletas de basquetebol, uma vez que promove o alongamento efetivo da cadeia posterior, podendo favorecer a relação comprimento-tensão, bem como atuar no sentido de prevenção de lesões durante a prática desse esporte.

## 8 BIBLIOGRAFIA

ALTER, M.J. **Ciência da Flexibilidade**. 2ª edição. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

ANDRADE, J.A. *et al.* Estudo comparativo entre os métodos de estimativa visual e goniometria para avaliação das amplitudes de movimento da articulação do ombro. **Acta Fisiátrica**, v. 10 n. 01, abril, 2003.

ARAUJO, F.R.C.; FAZZI, A. Valor do ângulo da lordose lombar e do ângulo lombossacaro na criança. **Revista Brasileira de Ortopedia**, V. 23, n.9 setembro, 1998.

BOLSTAD, G.; BENUM, B.; ROKNE, A. Anthropometry of Norwegian light industry and office workers. **Applied Ergonomics**, 32: 239-246, 2001.

BRADFORD, D.S.; *et al.* **Escoliose de Moe e Outras Deformidades da Coluna**. 2ª ed. São Paulo: Santos Livraria Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução N°196/96 sobre pesquisa envolvendo seres humanos, 24 p. Brasília, 1996.

BUMBIEDRO, S.A.; GARCÍA, M.A.H.; MONTERO, E.O.; CASTRO, M.V.S.G. **Fundamentos de fisioterapia**. Madrid: Editorial Sintesis, 2000.

CITTONI, JM. Méthode Mézières. **Encyclopedia Médica Chirurgica, Kinésithérapie-Médecine Physique-Réadaptation**, 26-085-A-10 8p, 1999.

DESCARREAU, M.; BLOUIN, J.S.; TEASDALE, N. A non-invasive technique for measurement of cervical vertebral angle: report of a preliminary study. **European Spine Journal**, 12: 314-319, 2003.

DURIGON, O. F. S. Alongamento muscular – parte II: a interação mecânica. **Revista de Fisioterapia Universidade São Paulo**, v. 2, n. 2, 72-78, 1995.

ENOKA, R.M. **Bases Neuromecânicas da Cinesiologia**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Ed. Manole, 2000.

EVANS, W.J. Effects of exercise on senescent muscle. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 403S, p. S211-220, 2002.

FRIDÉN, J. Changes in human skeletal muscle induced by long-term eccentric exercise. **Cell Tissue Research**, 236: 365-372, 1984.

\_\_\_\_\_; SEGER, J.; EKBLÖM, B. Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. **Journal Sports of Medicine**, v. 4, p 170-176, 1983.

\_\_\_\_\_; SEGER, J.; SJÖSTRÖM, M.; EKBLÖM, B. Adaptive response in human skeletal muscle subjected to prolonged eccentric training. **Journal Sports of Medicine**, v. 4, p 177-183, 1983.

GORDON, A.M.; HUXLEY, A.F.; JULIAN, F.J. The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibers. **Journal of Physiology**, v. 184, p. 170-192, 1966.

GUISSARD, N; DUCHATEAU, J. Effect of static stretch training on neural and mechanical properties of the human plantar-flexor muscles. **Muscle and Nerve**, 248-255, Feb. 2003.

GUYOT, L.; *et al.* Comparison between direct clinical photogrammetric measurements in patients with 22q11 microdeletion. **Journal of Oral Maxillofacial Surgery**, v. 32, n. 3, p. 246-52, Jun. 2003.

HALL, C,M; BRODY, T.B. **Exercícios Terapêuticos: Na Busca da Função**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1996.

HOCHMAN, B., CASTILHO, H.T., FERREIRA, L.M. Padronização fotográfica e morfométrica na fotogrametria computadorizada do nariz. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v 17, n 4, p 258-276, jul/ago. 2002

JAKUBIEC-PUKA, A. Changes in myosin and actin filaments in fast skeletal muscle after denervation and self-reinnervation. **Comparative Biochemistry and Physiology**. Vol 102 A, n. 1, pp 93-98, 1992.

KANDEL, E.R; SHWARTZ, J.H.; JESSEL, T.M. **Fundamentos da Neurociência e do Comportamento**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2000.



KAPANDJI, I.A. **Physiologie Articulare**. 5è edition. Paris: Maloine, 2002.

KENDALL, F.P.; McCREARY, E.K.; PROVANCE, P.G. **Músculos Provas e Funções**. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo: Ed. Manole, 1995.

KISNER, C.; COLBY, L. A. **Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas**. São Paulo: Ed. Manole, 1992.

KNUDSON, D.V.; MORRISON, C.S. **Análise Qualitativa do Movimento Humano**. São Paulo: Ed. Manole, 2001.

KOLB, B; WHISHAW, I.Q. **Neurociência do Comportamento**. 1<sup>a</sup> ed. São Paulo: Ed. Manole, 2002.

KUBO, K; KANEHISA, H, KAWAKAMI, Y; FUKUNAGA, T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. **Journal of Applied Physiologie**, 90: 520-527, 2001.

LENT, R. **Cem Bilhões de Neurônios: Conceitos Fundamentais de Neurociência**. São Paulo: Editora Atheneu, 2001.

LUNDY-EKMAN, L. **Neurociência – Fundamentos Para a Reabilitação**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2000.

MARQUES, A.P., MENDONÇA, L.L.F.; COSSERMELLI, W. Alongamento muscular em pacientes com fibromialgia a partir de um trabalho de reeducação postural global (RPG). **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 34, n. 5, pp. 232-234, 1994.

MOREIRA, P.H.C.; *et al.* Avaliação postural da seleção brasileira masculina de basquete. **Revista Fisioterapia Brasil**, vol. 5, n° 3, p. 202-208, maio 2004.

MURAMATSU, T.; *et al.* Mechanical properties of tendon and aponeurosis of human gastrocnemius muscle in vivo. **Journal of Applied Physiology**. 90: 1671-1678, 2001.

NEWHAM, D.J.; *et al.* Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. **Journal of the Neurological Sciences**, v. 61, p. 109-122, 1983.

NORDIN, M.; FRANKEL, V. **Biomecânica Básica do Sistema Musculoesquelético**. 3<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 2003.

OLIVEIRA, C.E.N.; SALINA, M.E.; ANNUNCIATO, N.F. Neuroplasticidade: fundamentos para a reabilitação do paciente neurológico adulto. **Fisioterapia em Movimento**, Champagnat, v. 14, n.2, p. 11-20, out/mar, 2001/2002.

PERRY, S.D.; MCILROY, W.E.; MAKI, B.E. The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable, multi-directional perturbation. **Brain Research**. 877: 401-406, 2000.

PINFILDI, C.E.; PRADO, R.P.; LIEBANO, R.E. Efeito do alongamento estático após diatermia de ondas curtas versus alongamento estático nos músculos isquiotibiais em mulheres sedentárias. **Revista Fisioterapia Brasil**, v 5, n° 2, p. 119-124, mar 2004.

SALVINI, T.F. Plasticidade e adaptação postural dos músculos esqueléticos. In: Marques, A.P. **Cadeias Musculares: Um Programa Para Ensinar Avaliação Fisioterapêutica Global**. São Paulo: Ed. Manole, 2000.

SCOTT, W.; STEVENS, J.; BINDER-MACLEOD, S. A. Human skeletal muscle fiber type classifications. **Physical Therapy**, v. 81 n. 11, November, 2001.

SHRIER, I; GOSSAL, K. Myths and truths of stretching: individualized recommendations for healthy muscles. **The Physician and Sports Medicine**. v. 28 n. 8 August, 2000.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M.H. **Controle Motor – Teoria e Aplicações Práticas**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Ed. Manole, 2003.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ANATOMIA. **Terminologia Anatômica Internacional**. 1<sup>a</sup> edição. São Paulo: Manole, 2001.

SOUCHARD, P.E. **Reeducação Postural Global (Método do Campo Fechado)**. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo: Cone Editora, 2001.

\_\_\_\_\_. **Respiração**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Summus editorial, 1989.

\_\_\_\_\_; OLLIER, M. **As Escolioses – Seu Tratamento Fisioterapêutico e Ortopédico**. São Paulo: É Realizações Ltda., 2001.

TEODORI, R.M.; *et al.* Alongamento da musculatura inspiratória por intermédio da reeducação postural global (RPG). **Revista Brasileira de Fisioterapia**. Vol. 7, No 1, 25-30, 2003.

VIEIRA, S. **Bioestatística: Tópicos Avançados**. 2<sup>a</sup> edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

VIJAYAN, K; *et al.* Fiber-type susceptibility to eccentric contraction-induced damage of hindlimb-unloaded rat AL muscles. **Journal of Applied Physiology**. 90: 770-776, 2001.

WATANABE, M.K.F.; TSUKIMOTO, D.R.; TSUKIMOTO, G.R. Terapia ocupacional e o uso do computador como recurso terapêutico. **Acta Fisiátrica**, v. 10 n. 01, abril, 2003.

WATSON, A.W.S. Procedure for the production of high quality photographs suitable for recording and evaluation of posture. **Revista Fisioterapia Universidade de São Paulo**, v.5, n.1, p. 20-6, jan/jun.,1998.

WILLIAMS, G.N.; HIGGINS, M.J.; LEWEK, M.D. Aging skeletal muscle: physiologic changes and the effects of training. **Physical Therapy**, v. 82 n. 1, January, 2002.

WILLIAMS, P. Effect of intermittent stretch on immobilized muscle. **Annals of the Rheumatic Diseases**, v. 47, pp. 1014-1016, 1988.

**Comitê de Ética em Pesquisa**

Anexo 1



Piracicaba, 15 de abril de 2003

Para: Prof<sup>a</sup> Rosana Macher Teodori

De: Coordenação do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP-UNIMEP

***Ref.: Aprovação do protocolo de pesquisa nº 77/02 e indicação de formas de acompanhamento do mesmo pelo CEP-UNIMEP***

Vimos através desta informar que o Comitê de Ética em Pesquisa da UNIMEP, após análise, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº 77/02, com o título **“Análise fenotípica e morfométrica do músculo gastrocnêmio em atletas de basquetebol submetidos a intervenção pelo método de reeducação postural global (RPG)”** sob sua responsabilidade.

O CEP-UNIMEP, conforme as resoluções do Conselho Nacional de Saúde é responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos promovidas nesta Universidade.

Portanto, conforme a Resolução do CNS 196/96, é atribuição do CEP “acompanhar o desenvolvimento dos projetos através de relatórios anuais dos pesquisadores” (VII.13.d). Por isso o/a pesquisador/a responsável deverá encaminhar para o CEP-UNIMEP um relatório anual de seu projeto, até 30 dias após completar 12 meses de atividade, acompanhado de uma declaração de identidade de conteúdo do mesmo com o relatório encaminhado à agência de fomento correspondente.

Agradecemos a atenção e colocamo-nos à disposição para outros esclarecimentos.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Gabriele Cornelli', written in a cursive style.

**Gabriele Cornelli**  
COORDENADOR

Anexo 2

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**  
**GRUPO EXPERIMENTO**

**DECLARO** estar ciente de que o objetivo desta pesquisa é investigar a influência do método de RPG sobre o músculo esquelético a partir de biópsia muscular, considerando que o músculo esquelético pode se adaptar a diferentes atividades e que o sucesso no esporte pode estar relacionado ao tipo de fibra muscular que o indivíduo apresenta.

Também estou ciente de que o método de Reeducação Postural Global (RPG) é um recurso terapêutico utilizado amplamente na prática clínica e diversas condições clínicas têm sido melhoradas a partir dele, não havendo investigações sobre os mecanismos funcionais deste método.

Concordo em ser submetido à biópsia muscular no início da pesquisa e ao seu término, de acordo com as informações prestadas neste documento. Tenho clareza dos riscos que os procedimentos desta pesquisa podem ocasionar, como fadiga muscular local, câimbra ou inflamação e que esta é a única forma de avaliação que permite atingir os objetivos do trabalho. Todas as orientações e esclarecimentos necessários sobre o procedimento me serão fornecidos antes, durante e após o mesmo.

Também concordo em ser submetido à intervenção terapêutica pelo método de Reeducação Postural Global, por um período de 2 meses, com frequência de duas sessões semanais, na cidade de Maringá-PR. Estou certo de que terei acompanhamento e assistência necessária para qualquer eventual necessidade referente a esses procedimentos e de que não arcarei com nenhum custo, não necessitando assim de ressarcimento de despesas. Na eventualidade de ocorrer algum dano à minha saúde decorrente dos procedimentos da pesquisa e durante a realização da mesma, receberei indenização necessária para a reparação dos danos.

Os resultados desta pesquisa deverão ser mantidos em sigilo, não devendo outras pessoas ter acesso aos meus resultados sem minha autorização por escrito. Por outro lado, autorizo a utilização de tais dados para publicação científica, desde que seja resguardada a minha privacidade. Também tenho ciência de que, se necessário, poderei retirar o meu consentimento e deixar de fazer parte do processo em qualquer fase da pesquisa, sem penalização ou prejuízo.

Piracicaba, de de

Voluntário: \_\_\_\_\_

RG - Voluntário: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**Responsáveis:**

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rosana Macher Teodori  
Orientadora

Evandro Gonzalez Tarnhovi  
Mestrando

Prof. Dr. Marcelo de Castro César  
Médico colaborador

Prof. Dr. Gerson Eduardo Rocha Campos  
Prof. Colaborador

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
GRUPO CONTROLE**

**DECLARO** estar ciente de que o objetivo desta pesquisa é investigar a influência do método de RPG sobre o músculo esquelético a partir de biópsia muscular, considerando que o músculo esquelético pode se adaptar a diferentes atividades e que o sucesso no esporte pode estar relacionado ao tipo de fibra muscular que o indivíduo apresenta.

Também estou ciente de que o método de Reeducação Postural Global (RPG) é um recurso terapêutico utilizado amplamente na prática clínica e diversas condições clínicas têm sido melhoradas a partir dele, não havendo investigações sobre os mecanismos funcionais deste método.

Concordo em ser submetido à biópsia muscular no início da pesquisa e ao seu término, de acordo com as informações prestadas neste documento. Tenho clareza dos riscos que os procedimentos desta pesquisa podem ocasionar, como fadiga muscular local, câimbra ou inflamação e que esta é a única forma de avaliação que permite atingir os objetivos do trabalho. Todas as orientações e esclarecimentos necessários sobre o procedimento me serão fornecidos antes, durante e após o mesmo.

Estou certo de que terei acompanhamento e assistência necessária para qualquer eventual necessidade referente a esses procedimentos e de que não arcarei com nenhum custo, não necessitando assim de ressarcimento de despesas. Na eventualidade de ocorrer algum dano à minha saúde decorrente dos procedimentos da pesquisa e durante a realização da mesma, receberei indenização necessária para a reparação dos danos.

Os resultados desta pesquisa deverão ser mantidos em sigilo, não devendo outras pessoas ter acesso aos meus resultados sem minha autorização por escrito. Por outro lado, autorizo a utilização de tais dados para publicação científica, desde que seja resguardada a minha privacidade.

Também tenho ciência de que, se necessário, poderei retirar o meu consentimento e deixar de fazer parte do processo em qualquer fase da pesquisa, sem penalização ou prejuízo.

Piracicaba,                    de                    de

Voluntário: \_\_\_\_\_

RG - Voluntário: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**Responsáveis:**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosana Macher Teodori  
Orientadora

Evandro Gonzalez Tarnhovi  
Mestrando

Prof. Dr. Marcelo de Castro César  
Médico colaborador

Prof. Dr. Gerson Eduardo Rocha Campos  
Prof. Colaborador

SUMÁRIO



