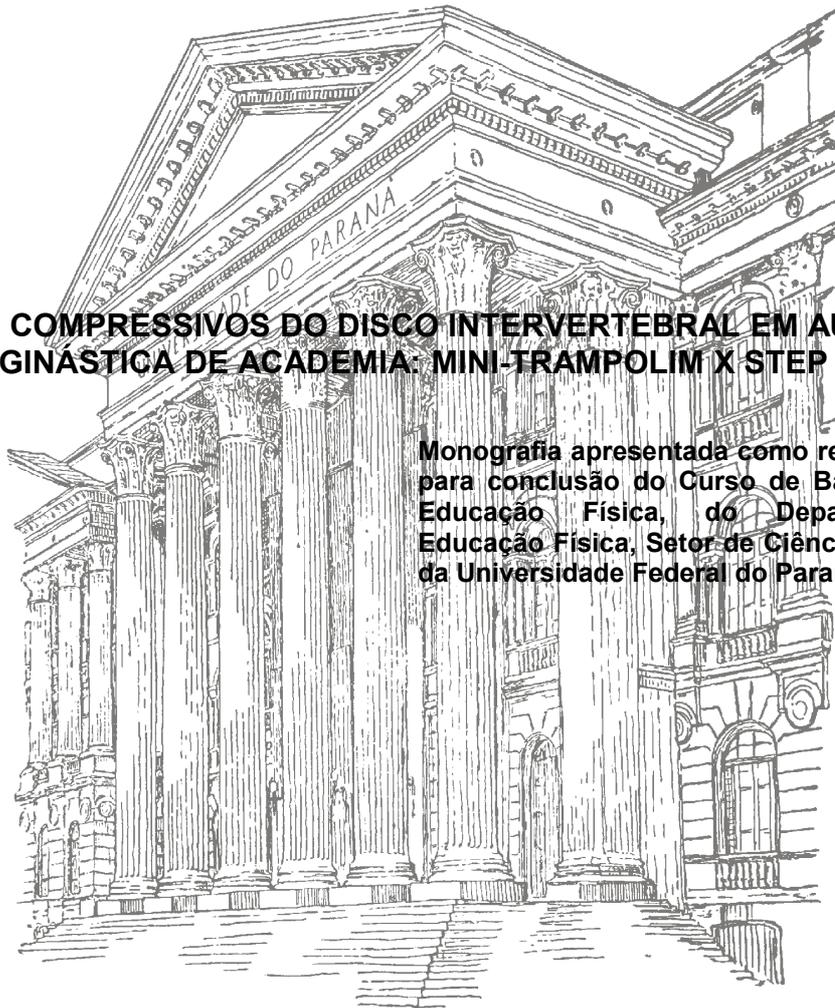


**ELISMÉIA APARECIDA BENETTI**

**EFEITOS COMPRESSIVOS DO DISCO INTERVERTEBRAL EM AULAS DE  
GINÁSTICA DE ACADEMIA: MINI-TRAMPOLIM X STEP**

**Monografia apresentada como requisito parcial  
para conclusão do Curso de Bacharelado em  
Educação Física, do Departamento de  
Educação Física, Setor de Ciências Biológicas,  
da Universidade Federal do Paraná.**



**CURITIBA**

**2006**



**ELISMÉIA APARECIDA BENETTI**

**EFEITOS COMPRESSIVOS DO DISCO INTERVERTEBRAL EM AULAS DE  
GINÁSTICA DE ACADEMIA: MINI-TRAMPOLIM X STEP**

**Monografia apresentada como requisito parcial  
para conclusão do Curso de Bacharelado  
Educação Física, do Departamento de  
Educação Física, Setor de Ciências Biológicas,  
da Universidade Federal do Paraná.**

**ORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ LUIZ FÉLIX RODACKI**

## DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado principalmente à minha família: minha mãe Maria Aparecida Benetti e meu pai Antonio Benetti, por serem eles os responsáveis pela minha formação humana, base de todos os meus objetivos de vida; minhas irmãs Eliana Benetti e Elisangela Benetti de Almeida e aos meus respectivos cunhados Valdeci Alves dos Santos e José Eurides de Almeida, por terem suportado as “crises existenciais”, as incertezas, os momentos de mau-humor e as ausências em momentos familiares; e à minha sobrinha Júlia Benetti de Almeida, que com o seu sorriso infantil faz a minha vida mais bela.

É dedicado também a todos os meus mais variados amigos (ainda que não citados individualmente), sejam eles responsáveis pelo incentivo em cursar Educação Física, por me apoiar principalmente nos momentos mais turbulentos, por me suportar durante quatro anos (tarefa que reconheço não ser tão simples), ou, ainda, por entender que em alguns momentos precisamos traçar prioridades. Aos amigos de longa data: Cláudio, Leidir, Rafael, Márcio e toda família Torquato; aos amigos conquistados dentro e fora das salas de aula do departamento de Educação Física, entre risadas e lágrimas: Elisa, Juliana, Cristiane, Vanessa Schwartz, Karin, Patrícia, Guilherme, Débora, Marlom, Cléber, Giliane, Denise, Shirley, Marília, Vanessinha e Gerusa e aos amigos até na hora de trabalhar: Luciana (eu sou sua fã n.º 1!), Anderson, Igor, Lúcio, Miriam e Valéria.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, que não desiste de mim mesmo quando não me esforço para caminhar ao seu lado. A todos os meus professores, de modo especial ao Prof. Dr. André Luiz Félix Rodacki e à Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Neiva Leite, exemplos de profissionalismo e dedicação e responsáveis pelo meu interesse em pesquisa; a todos os meus amigos e colegas do Núcleo de Qualidade de Vida e do Centro de Estudos do Comportamento Motor da UFPR, principalmente ao Cléver e ao Tiago (popularmente conhecidos como Bob e Casé); e aos voluntários do estudo, que colaboraram com preciosas horas no laboratório.

Lutar? Sempre! Vencer? Talvez! Desistir? JAMAIS!

Autor Desconhecido

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	vii
<b>RESUMO</b> .....	viii
<b>1.0 INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 OBJETIVO GERAL.....	2
1.1.1 Objetivo específico .....	2
1.2 HIPÓTESES.....	2
<b>2.0 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 RISCOS DE LESÃO EM AULAS DE GINÁSTICA DE ACADEMIA.....	4
2.2 STEP.....	4
2.3 MINI-TRAMPOLIM.....	5
2.4 A COLUNA VERTEBRAL.....	6
2.4.1 Discos intervertebrais .....	7
2.4.1.1 Propriedades mecânicas dos discos intervertebrais.....	8
2.5 EFEITO DE DIFERENTES ATIVIDADES SOBRE A COLUNA VERTEBRAL....	10
<b>3.0 METODOLOGIA</b> .....	11
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	11
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	11
3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	11
3.3.1 Estadiômetro .....	13
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	16
<b>4.0 RESULTADOS</b> .....	17
<b>5.0 DISCUSSÃO</b> .....	20
<b>6.0 CONCLUSÃO</b> .....	23
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	24
<b>ANEXOS</b> .....	27

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	-	REPOUSO NA POSIÇÃO DE FOWLER.....	12
FIGURA 2	-	DESIGN EXPERIMENTAL DO ESTUDO .....	13
FIGURA 3	-	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO ESTADIÔMETRO E SEUS CONTROLES POSTURAS.....	15
FIGURA 4	-	REDUÇÃO DE ESTATURA NAS ATIVIDADES DE STEP E MINI-TRAMPOLIM.....	17
FIGURA 5	-	RELAÇÃO ENTRE A REDUÇÃO DE ESTATURA E O TEMPO DURANTE A ATIVIDADE DE STEP.....	19
FIGURA 6	-	RELAÇÃO ENTRE A REDUÇÃO DE ESTATURA E O TEMPO DURANTE A ATIVIDADE DE MINI-TRAMPOLIM.....	19
FIGURA 7	-	PASSO BÁSICO NO STEP.....	28
FIGURA 8	-	ELEVAÇÃO DO JOELHO À FRENTE NO STEP.....	28
FIGURA 9	-	ELEVAÇÃO DO CALCANHAR PARA TRÁS NO STEP.....	29
FIGURA 10	-	ELEVAÇÃO DO JOELHO PRA DIAGONAL NO STEP.....	29
FIGURA 11	-	DESLOCAMENTO LATERAL NO STEP.....	30
FIGURA 12	-	TESOURA DUPLA NO INI-TRAMPOLIM.....	31
FIGURA 13	-	CORRIDA NO MINI-TRAMPOLIM.....	31
FIGURA 14	-	ELEVAÇÃO DO CALCANHAR PARA TRÁS NO MINI-TRAMPOLIM.....	32
FIGURA 15	-	ELEVAÇÃO DE JOELHO NO MINI-TRAMPOLIM.....	32
FIGURA 16	-	LATERAL NO MINI-TRAMPOLIM.....	33

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	REDUÇÃO MÉDIA DE ESTATURA AO FINAL DE 30 MINUTOS DE ATIVIDADE AERÓBIA NO STEP E NO MINI-TRAMPOLIM.....	17
TABELA 2 -	MÉDIA DE REDUÇÃO DE ESTATURA E DESVIO PADRÃO A CADA 10 MINUTOS NAS ATIVIDADES DE STEP E MINI-TRAMPOLIM.....	18

## RESUMO

### EFEITOS COMPRESSIVOS DO DISCO INTERVERTEBRAL EM ATIVIDADES DE GINÁSTICA DE ACADEMIA: MINI-TRAMPOLIM X STEP

Entre diversas atividades desenvolvidas para melhorar aspectos relacionados à saúde e à qualidade de vida encontra-se a ginástica de academia. Existem relatos de 13% de incidência de dores nas costas nos praticantes de Step e alguns estudos afirmam que o Mini-trampolim pode reduzir em até 80% o impacto sobre o sistema músculo-esquelético. No entanto, o efeito dessas atividades sobre a coluna vertebral é desconhecido. Este estudo teve como objetivo verificar o comportamento mecânico dos discos intervertebrais em aulas de Step e Mini-trampolim. Participaram do estudo 10 indivíduos saudáveis do sexo masculino ( $22,5 \pm 1,7$  anos;  $1,77 \pm 0,08$ m;  $69,5 \pm 8,86$ kg e  $22,16 \pm 1,17$ kg/m<sup>2</sup> de IMC) que foram submetidos a 30 minutos de atividade em cada equipamento, dentro da mesma cadência de execução e utilizando movimentos similares. A redução dos discos intervertebrais foi verificada através de medidas de pequena variação de estatura, realizadas em um estadiômetro especial. Antes de iniciar a atividade os indivíduos permaneceram 20 minutos em repouso na posição de *Fowler* para normalizar o efeito de variações circadianas na coluna. As variações de estatura foram quantificadas antes, após e a cada 10 minutos de ambas as atividades. Na atividade de Step os indivíduos apresentaram reduções de estatura de  $2,53 \pm 1,17$ ,  $3,27 \pm 1,2$  e  $4,17 \pm 1,73$  após 10, 20 e 30 minutos, respectivamente. Na Atividade com o Mini-trampolim as reduções foram de  $2,59 \pm 1,64$ ,  $3,29 \pm 1,80$ , e  $3,94 \pm 2,01$  em 10, 20 e 30 minutos, respectivamente. As perdas foram progressivas no decorrer de ambas as atividades, porém não foram encontradas diferenças significativas nas perdas de estatura entre elas. Foi verificado que em ambas as modalidades ocorre stress sobre a coluna vertebral e que a atividade de Mini-trampolim não apresenta uma menor perda absoluta de estatura se comparada ao Step. Porém, uma mesma duração das duas atividades pode gerar, dos discos intervertebrais, comportamento mecânico diferente ao longo do tempo.

Palavras chaves: Coluna Vertebral, Step e Mini-trampolim.

## 1.0 INTRODUÇÃO

Combater o sedentarismo é um desafio constante para muitos profissionais da saúde, sobretudo em uma sociedade que investe cada vez mais em conforto e tecnologia e que minimiza os esforços físicos em suas atividades diárias. Realizar uma atividade física regular tem sido a maneira pela qual se busca reverter esse quadro.

Entre diversas atividades e métodos de treinamento criados, estudados e reorganizados na tentativa de promover um melhor condicionamento físico está a ginástica de academia. Os objetivos das modalidades que compõem esta perspectiva contemplam benefícios estéticos, bem-estar geral e diminuição dos níveis de sedentarismo e stress (COHEN e ABDALLA, 2003).

Aulas de ginástica de academia utilizam diferentes tipos de exercícios e de equipamentos sendo que dentre as mais procuradas estão as com caráter aeróbio – como o *Step* e o *Jump* (atividade em um Mini-trampolim acrobático) - que visam melhorar o sistema cardiovascular, proporcionar um alto gasto calórico, diminuir o percentual de gordura e a pressão arterial em repouso e ajudar em controles bioquímicos, como por exemplo, níveis de colesterol e insulina (POLLOCK e EVANS, 1998). Mas, além de maximizar os benefícios do exercício físico, é necessário que tais atividades apresentem um baixo risco de lesão sobre o sistema músculo esquelético ou estruturas anatômicas como a coluna vertebral.

Em diferentes programas de treinamento físico a coluna vertebral estará exposta a níveis de compressão correspondentes à magnitude das forças impostas (TYRRELL *et al.*, 1985; LEATT *et al.*, 1986; ALTHOFF *et al.*, 1992). As estruturas viscoelásticas, como o disco intervertebral, as cartilagens articulares e os meniscos são responsáveis por absorver as forças compressivas geradas pela transmissão das forças de reação do solo (impacto).

Dentre as atividades da ginástica o *Step* é uma das modalidades mais tradicionais. Apesar de sua popularidade, os relatos de incidência de dor nas costas entre os praticantes são relativamente altos (13%) (WILLIFORD *et al.*, 1998 apud COHEN e ABDALLA, 2003). Alguns fatores tais como intensidade e frequência de participação, duração da sessão, altura do *Step* e nível de impacto têm sido

apontados como causa para a incidência de dores lombares (COHEN e ABDALLA, 2003).

Uma das formas de reduzir os efeitos adversos das forças de impacto presentes no Step é a atividade sobre o Mini-trampolim. Schiehl e Loss (2003) afirmam que a redução de impacto sobre o sistema músculo-esquelético em uma superfície elástica (Mini-trampolim) pode chegar a 80% se comparada a exercícios realizados em uma superfície rígida (piso duro). No entanto, estudos com o Mini-trampolim relacionam essa absorção apenas à aplicação de força sobre o equipamento e não às forças geradas sobre as estruturas do corpo, sobretudo à região da coluna vertebral. Desta forma, estudos que tenham analisado os efeitos do Mini-trampolim sobre a coluna vertebral são escassos.

Conhecer o efeito de diversas atividades sobre os discos intervertebrais é um fator importante ao orientar e prescrever exercícios, na identificação de fatores que possam ocasionar lesões e em tratamentos terapêuticos. Sendo assim, este estudo tem como propósito avaliar, através de estadiometria, a compressão sobre a coluna vertebral em sessões de exercício aeróbio realizados em uma superfície elástica (Mini-trampolim) e comparar com sessões em uma superfície rígida (Step).

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar o comportamento mecânico dos discos intervertebrais, através de estadiometria, em atividades aeróbias.

### 1.1.1 Objetivo específico

- a) Comparar o comportamento mecânico dos discos intervertebrais durante exercícios realizados em uma superfície elástica (mini-trampolim) e em uma superfície rígida (step).

## 1.2 HIPÓTESES

- H<sub>1</sub> Os indivíduos apresentarão perdas progressivas na estatura no decorrer de ambas as atividades.

H<sub>2</sub> A perda absoluta de estatura será maior na atividade realizada em superfície rígida (step)

## 2.0 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 RISCOS DE LESÃO EM AULAS DE GINÁSTICA DE ACADEMIA

Percebe-se na literatura uma carência de estudos relacionados à ginástica de academia (RIBEIRO e MOTA, 2004). A proliferação de academias e a tendência crescente de popularizar a atividade física contribuem para o aparecimento de novas modalidades, mas trazem também uma indesejável conseqüência: o aumento das lesões (SERRÃO, 2002). Segundo Hamill e Knutzen (1999) 43% dos praticantes e 76% dos instrutores de aeróbica de alto impacto sofrem lesões.

Cohen e Abdalla (2003) sugeriram alguns fatores como causas potenciais de lesões em ginástica de academia. Os intrínsecos, que estão fora do controle dos participantes como idade, sexo, experiência e perícia, história de lesões prévias, diferença no potencial de risco entre instrutores e participantes e prática de outras atividades físicas; e os extrínsecos como tênis utilizado, solo, freqüência e intensidade de participação e uso de acessórios ou equipamentos tais como pesos e step.

Para ambos os fatores não existem estudos que demonstrem especificamente o que as diferentes práticas podem causar, sabe-se, por exemplo, que um piso duro (inflexível) e que uma maior exposição às aulas aumentam o risco e a freqüência de lesões enquanto que uma melhor perícia na execução dos exercícios bem como um nível elevado de qualificação dos instrutores pode diminuir a incidência de lesões.

Além disso, esportes em que o impacto ao solo ocorra de forma abrupta são propensos a lesões degenerativas do disco intervertebral (COHEN e ABDALLA, 2003).

### 2.2 STEP

Na década de 1980 aparece uma nova proposta de trabalho, a ginástica aeróbica, vinda dos Estados Unidos, como mais uma atividade alternativa advinda do método de Cooper, visando desenvolver a resistência aeróbica (ÁVILA *et al.*, 2003). Já o treinamento com Step, segundo Malta (1994), surge a partir de 1986 quando a professora de Educação Física Gim Miller sofre uma lesão no joelho por

causa do grande impacto nesta articulação, ocasionada nas aulas de ginástica aeróbica, e é aconselhada por fisioterapeutas a utilizar uma plataforma, para subir e descer, objetivando o fortalecimento muscular localizado. A partir de então são criadas modalidades de ginástica em grupo utilizando-se da plataforma e associando a ela outros implementos como halteres, caneleiras e bastões, objetivando a motivação e a variação do trabalho (ÁVILLA *et al.*, 2003).

Os estudos da área biomecânica relacionados à plataforma na maioria dos casos não relacionam a atividade à coluna vertebral. Wieczoreck *et al.* (1997) apontam que o treinamento de Step não apresenta altos níveis de sobrecarga sobre os membros inferiores, se comparado com o que ocorre na corrida - em que os valores atingem por volta de duas vezes e meia o peso corporal - e que a fase de descida apresenta valores significativamente maiores que a fase de subida, com a justificativa de que a fase de descida ocorre no sentido da força gravitacional.

Segundo Francis *et al.* (1992) uma altura do step maior que 20 cm é desconfortável e acelera o processo de fadiga, podendo levar o indivíduo a assumir uma postura com o tronco excessivamente à frente e/ou estendendo e flexionando os joelhos além do recomendado o que de certa forma condiz com os estudos de Rocha *et al.* (2004), que afirmaram que uma maior altura do step ou aumento da cadência de execução no passo básico, em indivíduos experientes na modalidade, não alteram a participação muscular, mas aumentam a intensidade da ativação da musculatura, o que representa um incremento na intensidade do exercício.

Para Juca (1993) o step pode causar lesões tanto diretas como indiretas, sendo as indiretas - causadas pelo excesso de movimentos repetitivos, de desenvolvimento gradual até tornarem-se crônicas - as mais comuns.

### 2.3 MINI-TRAMPOLIM

O mini-trampolim foi criado em 1938 por Ed Russell, com a intenção de popularizar a atividade com trampolim, que a princípio tinha caráter competitivo ou de recreação infantil. Em 1975 começam a ser comercializados os primeiros mini-trampolins circulares, visando treinamento físico (WITTIG, 2004), e em 1981 o instituto de Pesquisa Aeróbia do Dr. Kenneth Cooper declara que a atividade no mini-trampolim promove 25% a mais de ganho de força do que a corrida. Entre 1981

e 1983 ocorre uma “febre” pelo produto e a competição pela produção e comercialização acabam por gerar equipamentos sem qualidade, descredenciando a atividade. A partir de 1985 são produzidos vídeos e desenvolvidas diversas metodologias de trabalho, contribuindo para que atualmente as aulas que utilizam o mini-trampolim sejam destaque nas academias de ginástica brasileiras. Porém, ainda que não seja uma atividade recente, os estudos científicos com o equipamento são pouco explorados, principalmente no que se refere à coluna vertebral.

Schiehl e Loss (2003) estabeleceram uma relação de força entre um trampolim instrumentado com células de carga e uma plataforma de força, com o objetivo de determinar as taxas de aplicação de força sobre o mini-trampolim e compará-las ao piso duro, verificando que o mini-trampolim envolve níveis de impacto moderados e que reduziu em 80% a taxa de aplicação de força, se comparado aos resultados extrapolados para o piso duro.

Aldabe *et al.* (2003) avaliaram a execução de saltos em um mini-trampolim e em uma plataforma de força, em diferentes cadências, durante 5 minutos, com o objetivo de identificar a relação entre velocidade de execução e incremento de carga, relacionando essas informações com o consumo de oxigênio. Os resultados apontaram que o aumento da cadência resulta em incremento de carga, mas sem alterar o consumo de oxigênio.

## 2.4 A COLUNA VERTEBRAL

A coluna vertebral constitui a sustentação central do corpo humano, sendo responsável por várias funções como manter e estabilizar o eixo longitudinal do corpo, transmitir e minimizar cargas, proteger órgãos, medula espinhal e nervos e auxiliar em funções vitais do organismo (GRAY, 1985). Ela é composta por trinta e três vértebras, classificadas, segundo sua localização, em cervicais (C1-C7), torácicas (T1-T12), lombares (L1-L5), sacrais (S1-S5) e quatro coccígeas (RASCH, 1991; CAILLIET, 1979), separadas (nas regiões cervical torácica e lombar) por 23 corpos fibrocartilagosos chamados discos intervertebrais, que representam 25% do comprimento da coluna vertebral (RASCH, 1991).

A coluna tem como característica a flexibilidade, por ter vértebras móveis entre si. Já a estabilidade é conferida principalmente pelas estruturas ligamentares e

osteomusculares. Ela apresenta quatro curvaturas fisiológicas: lordose cervical, cifose torácica, lordose lombar e cifose sacral, que são importantes para a distribuição do peso, evitando sobrecarregar áreas específicas e dissipando forças compressivas, mas também porque aumentam a capacidade de absorção de energia e a flexibilidade (COHEN e ABDALLA, 2003).

A movimentação da coluna é um somatório de todos os pequenos movimentos dos corpos vertebrais (COHEN e ABDALLA, 2003). Enquanto que os discos intervertebrais possuem a capacidade de se deformar em resposta a cargas externas, permitindo a proteção da coluna, absorvendo e dissipando uniformemente as cargas mecânicas (CASSAR-PULLICINO, 1998 apud DEZAN, 2005).

#### 2.4.1 Discos intervertebrais

O disco intervertebral assume um papel importante no funcionamento da coluna vertebral (OLIVER e MIDDLETICH, 1998). Ele compõe a unidade funcional da coluna vertebral, constituída basicamente por duas vértebras adjacentes e um disco intervertebral interposto (NORDIN e WEINER, 2001) e com duas porções: a anterior, formada pelos corpos vertebrais, separados por um disco intervertebral, e pelos ligamentos longitudinais anterior e posterior, responsável por suportar 80% da magnitude das forças compressivas na qual a coluna está submetida na postura ortostática (ADAMS e DOLAN, 1995; COX 2002 apud DEZAN, 2005) e a porção posterior, constituída de pedículos e lâminas, e seus respectivos processos (GRAY, 1985), que mesmo não tendo estruturas especializadas em sustentar cargas mecânicas são responsáveis por suportar os outros 20% das forças compressivas na postura ortostática (podendo ser superior em unidades funcionais degeneradas) (ADAMS e DOLAN, 1995; COX 2002 apud DEZAN, 2005).

Observa-se um aumento na altura e diâmetro dos discos intervertebrais no sentido crânio caudal, sendo que, em média, os discos apresentam em altura 5 mm na região cervical, 7mm na região torácica e 10 mm na região lombar (GRABINER, 1991).

Os dois componentes básicos dos discos intervertebrais são o ânulo fibroso (parte externa) e o núcleo pulposo (parte interna). O ânulo fibroso é uma estrutura composta, consistindo em camadas concêntricas ou lamelas de fibras de colágeno

que envolvem o núcleo pulposo, que, por sua vez, é um gel semifluido, localizado na porção central do disco, que apresenta uma quantidade significativa de substâncias hidrofílicas (OLIVER e MIDDLEDITCH, 1998). Delgadas laminas terminais, formadas de cartilagem hialina, separam os discos de seus corpos vertebrais adjacentes (GRABINER, 1991).

Como é formado por camadas de tecido de colágeno e por fibrocartilagem, ancorado firmemente às vértebras adjacentes e tendo suas fibras dispostas de forma oblíqua, com sucessivas camadas perpendiculares que se sobrepõem umas sobre as outras, o ânulo fibroso garante a elasticidade do disco perante cargas de compressão (WEIDLE, 2004).

O núcleo pulposo é uma massa gelatinosa oval composto por 90% de água, sendo o restante formado por proteoglicanas e colágeno tipo II, garantindo ao núcleo um alto componente hidrofílico (WEIDLE, 2004). Ele exerce constantemente uma pressão osmótica negativa para absorver fluido. Acredita-se que o disco intervertebral pode absorver até nove vezes o seu volume de fluido. Devido ao estado hidrofílico do disco intervertebral, que sempre apresenta uma certa pressão osmótica no núcleo pulposo, proporciona-se ao disco um estado de pré-tensão que aumenta a capacidade deste em resistir às forças de compressão (DEZAN, 2005).

A troca de fluidos dos discos intervertebrais é realizada através das placas terminais (lâminas terminais) (WATKINS, 2001). Que têm a função de nutrição do disco: formando uma barreira permeável através da qual a água e nutrientes podem passar entre o núcleo pulposo e o osso esponjoso dos corpos vertebrais e a função de prevenir o abaulamento do núcleo para o interior do corpo vertebral (OLIVER e MIDDLEDITCH, 1998).

#### 2.4.1.1 Propriedades mecânicas dos discos intervertebrais

Durante as atividades do cotidiano e laborais a coluna vertebral está submetida a forças compressivas resultantes da ação da gravidade e de cargas internas e externas. Em resposta a esse processo, as unidades funcionais se comportam como uma única unidade de transmissão e dissipação de cargas, sendo esta forma considerada mais eficiente. Porém, a capacidade das unidades

funcionais em absorver e dissipar as cargas depende das propriedades mecânicas dos discos intervertebrais (DEZAN, 2004)

Os discos intervertebrais possuem a capacidade de se deformar visco-elasticamente ao serem submetidos a cargas compressivas, causando uma redução na sua altura e conseqüente diminuição no comprimento da coluna vertebral, esse índice de redução do comprimento vêm sendo usado como índice de stress sobre a coluna vertebral (EKLUND e CORLETT, 1984; RODACKI *et al.*, 2001; RODACKI *et al.*, 2003). Quando a força compressiva é maior que a pressão osmótica do disco a água é expelida do núcleo pulposo e o disco perde altura; quando a força compressiva é menor que a pressão osmótica a água é absorvida e o disco ganha altura.

À medida que o disco perde estatura a sobrecarga na articulação é aumentada. Estudos afirmam que uma redução de 1 a 3 mm no disco intervertebral pode aumentar de 20% para 70% a sobrecarga na articulação apofiseal. Com a diminuição da altura do disco ocorre também a redução do forâmen intervertebral e pode ocorrer um pinçamento do nervo espinhal, ou dos nervos dos ligamentos, pelo deslizamento de uma faceta articular em relação à outra. E, além disso, a redução da altura discal pode levar a uma lesão no tecido ósseo adjacente às facetas articulares, o que pode ocasionar o aparecimento de uma fissura (espondilolise) ou de uma fratura (espondilolistese).

Devido a esse processo de deformação do disco intervertebral, à ação da gravidade e a cargas compressivas (como o peso do próprio corpo), um indivíduo pode chegar a reduzir a sua estatura em 1 a 2% durante o dia, ou seja, a maioria dos indivíduos está em sua maior estatura quando acordam ao amanhecer (REILLY *et al.*, 1984; WATKINS, 2001).

Quando as cargas são removidas/reduzidas, os discos intervertebrais reabsorvem fluido e gradativamente retornam à sua altura inicial (KAPANDJI, 2000). Por essa razão estudos demonstram que em 20 minutos de repouso na posição deitada ocorre aproximadamente 70% da recuperação discal, sendo que em 15 a 20 minutos na posição de *Fowler* (decúbito dorsal com as coxas flexionadas aproximadamente 45° graus apoiadas sobre um suporte) pode ocorrer 100% de recuperação (RODACKI *et al.*, 2001).

## 2.5 EFEITO DE DIFERENTES ATIVIDADES SOBRE A COLUNA VERTEBRAL

Cargas verticais são aplicadas à coluna simplesmente através do peso do próprio corpo e, além disso, através do efeito compressivo da atividade muscular e de qualquer peso que se esteja sustentando. A compressão ou carga vertical sobre a coluna tende a acentuar a lordose (OLIVER e MIDDLETICH, 1998), já que as maiores cargas impostas sobre a coluna vertebral resultam na região lombar (THOMPSON e FLOYD, 1997 apud PROVENSÍ, 2003).

As lesões no disco intervertebral são causadas por combinação de stress e cargas, principalmente axiais e rotacionais. O disco intervertebral absorve o impacto, distribuindo a energia radialmente pelo ânulo fibroso; a torção pode produzir ruptura e extrusão do disco. Ainda, alterações morfológicas no disco, como degeneração e perda da visco-elasticidade, levam a alterações da cinemática da coluna. A movimentação anormal gera, então, o processo inflamatório e subsequente dor (COHEN e ABDALLA, 2003). Estima-se que o disco intervertebral esteja envolvido em 80 a 90% dos casos de dor na coluna vertebral.

Wittig (2004) investigou e comparou, através de reconstrução tridimensional por videogrametria, as adaptações da coluna vertebral durante a prática de ciclos de atividades de bicicleta ergométrica, step, pular corda, *jump-fit* (atividade sobre o mini-trampolim) e a marcha na esteira e concluiu que dentre as cinco atividades o *jump-fit* é o que provoca menos adaptações nas curvaturas da coluna vertebral comparado as demais atividades, enquanto que pular corda, seguido pelo step são as de maiores picos e variações de curvatura, principalmente nas regiões cervical e lombar. Em todas as atividades, os picos de curvatura ocorrem, em geral, nos momentos em que há maior aplicação de força, havendo uma compensação, principalmente da curvatura lombar, aparentemente para manter o equilíbrio e a estabilidade da coluna. Ainda segundo o estudo, movimentos de rotação de tronco e alternância de membros inferiores e/ou superiores influenciam no aparecimento dos picos de curvatura, sendo que os maiores picos e variações de curvatura, que ocorrem no plano frontal, para a região lombar, devem-se às atividades que alternam o posicionamento dos membros inferiores, estando um à frente do outro, em determinados momentos do ciclo.

### 3.0 METODOLOGIA

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O Estudo caracteriza-se como um estudo de metodologia experimental do tipo ex-post-facto.

#### 3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A amostra foi composta por 10 indivíduos saudáveis do sexo masculino ( $22,5 \pm 1,7$  anos;  $1,77 \pm 0,08$ m;  $69,5 \pm 8,86$ kg e  $22,16 \pm 1,17$  de IMC), que concordaram em participar do estudo de forma voluntária e que foram informados dos procedimentos de avaliação necessários. Os indivíduos não tinham experiência em aulas de ginástica de academia e relataram não apresentar dores nas costas, desvios posturais ou patologias conhecidas na coluna vertebral que pudessem afetar os resultados do estudo nos doze meses que precederam seu início.

#### 3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Para cada indivíduo foram realizadas três sessões de coleta de dados no Centro de Estudos do Comportamento Motor vinculado ao Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná. A primeira sessão teve como objetivo familiarizar e treinar os sujeitos com os procedimentos de medidas de pequenas variações na estatura utilizados no experimento, a fim de garantir a redução de erros de medida. Os sujeitos foram considerados como treinados no equipamento quando dez séries de medidas consecutivas foram tomadas, através do estadiômetro (instrumento descrito no próximo tópico), e apresentaram desvio padrão inferior a 0,5 mm (RODACKI *et al.*, 2001).

A segunda e terceira sessões foram destinadas aos procedimentos experimentais, realizadas em dias diferentes e com o mínimo de 48 horas de intervalo entre as duas. Todos os dados foram coletados no mesmo período do dia, entre as 09:00 e as 13:00 horas, sendo que os indivíduos ainda não haviam realizado nenhuma atividade física prévia que pudesse interferir nos resultados. Os

sujeitos tiveram a variação de estatura medida antes, após e a cada 10 minutos em cada uma das sessões.

No início da segunda e terceira sessões, os sujeitos permaneceram 20 minutos em repouso na posição de *Fowler* (em decúbito dorsal, com as coxas flexionadas aproximadamente 45° apoiadas sobre um suporte), a posição de *Fowler* pode ser visualizada na figura 1. Este procedimento tem sido utilizado em outros estudos com o objetivo de reduzir o efeito de variações circadianas na altura dos discos (REILLY *et al*, 1984) e de qualquer atividade física que possa ter sido imposta antes do experimento (FOWLER, LEES e REILLY, 1997). Após o período de repouso e antes da primeira medida, os avaliados permaneceram em pé durante 90 segundos a fim de evitar deformações dos tecidos moles dos membros inferiores durante as medidas de estatura (FOREMAN e LINGE, 1989).

FIGURA 1: REPOUSO NA POSIÇÃO DE FOWLER



Tendo realizado a medida inicial os indivíduos foram submetidos a uma das duas condições experimentais, ou seja, 30 minutos de atividade aeróbia no step (Reebok, 0,15m de altura, 0,9m de comprimento e 0,35m de largura) ou no mini-trampolim (Physicus, 0,96m de diâmetro e 0,20m de altura). As sessões experimentais foram divididas em três etapas de 10 minutos, com aproximadamente 2 minutos de intervalo nos quais foram realizadas as medidas de variação de

estatura. As etapas foram compostas por 5 exercícios executados durante 2 minutos cada. Os exercícios foram selecionados a partir das rotinas aplicadas em academias, considerando o grau de experiência do grupo e executados com uma cadência de 135 bpm, controlada por um metrônomo. Os movimentos foram escolhidos de forma que as atividades de step e mini-trampolim fossem bastante similares em relação aos exercícios executados e encontram-se descritos nos anexos I e II, respectivamente. A ordem de execução das condições experimentais foi controlada de forma que metade do grupo realizou primeiro os exercícios no Step e a outra metade a atividade no Mini-trampolim. A figura 2 demonstra o desenho do experimento.

FIGURA 2: *DESIGN* EXPERIMENTAL DO ESTUDO

SESSÃO	TIPO	DURAÇÃO (min)	ATIVIDADE
1	Adaptação	15'	Adaptação e treinamento no estadiômetro
		5'	Ajuste do equipamento
2 e 3	Experimental (Step ou Mini-trampolim)	20'	Repouso na posição de Fowler
		1'30"	Permanência na posição em pé
		2'	Medida inicial
		10'	Execução dos exercícios
		2'	Medida 1 de variação de estatura (10')
		10'	Execução dos exercícios
		2'	Medida 2 de variação de estatura (20')
		10'	Execução dos exercícios
		2'	Medida 3 de variação de estatura (30')

### 3.3.1 Estadiômetro

Um estadiômetro especial descrito por Rodacki *et al.* (2001) foi utilizado para verificar as variações na altura dos discos intervertebrais. O estadiômetro é um aparelho que permite verificar indiretamente variações na altura dos discos intervertebrais através de mensurações precisas da variação da estatura (EKLUND e CORLETT, 1984; ALTHOFF *et al.*, 1992; STOTHART e MCGILL, 2000; RODACKI *et al.*, 2001 e 2003).

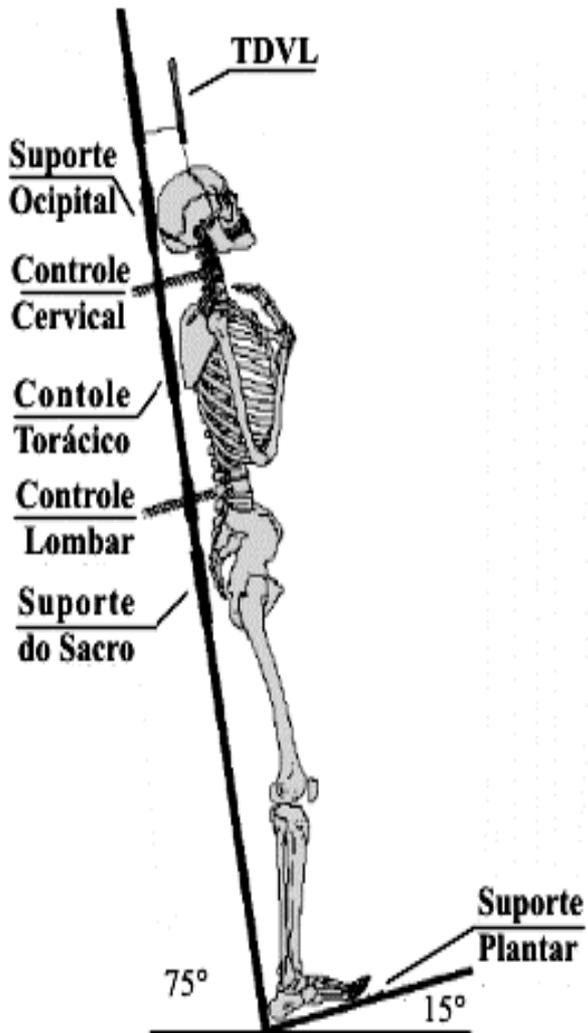
Segundo Dezan (2004), o estadiômetro consiste em uma armação metálica rígida, inclinada posteriormente em um ângulo de 15° em relação a vertical. O avaliado é posicionado dentro deste aparelho na posição em pé. Mantendo uma

postura estabilizada e com o peso corporal distribuído de forma similar entre os membros inferiores. Em seguida os contornos dos pés são demarcados sobre a superfície plantar do equipamento. Para prevenir ajustes posturais durante as medidas algumas hastes são encostadas sobre a superfície da pele, relativa a alguns pontos anatômicos da cabeça, da lordose cervical, da cifose torácica, da lordose lombar e da curvatura sacral, controlando, portanto, as curvaturas da coluna vertebral independentemente do perfil da coluna vertebral do sujeito. O controle da cabeça é feito por um dispositivo composto por um óculos (sem lentes) que possui dois emissores de raios laser (classe 2, comprimento de onda 630-680 nm e saída máxima  $< 1$  mW) acoplados em suas laterais. De peso desprezível, o óculos faz o controle horizontal e vertical da posição da cabeça pelo alinhamento da luz emitida pelos dois emissores laser sobre duas pequenas marcas de referência (2,0 mm) ajustáveis posicionadas na superfície de projeção do estadiômetro colocada aproximadamente 500-700 mm acima da cabeça dos sujeitos. O posicionamento e o reposicionamento da cabeça são garantidos ao posicionar os feixes de luz com as marcas de referência obtidas durante a primeira medida. O controle da posição da cabeça é efetuado através de um espelho (200x150 mm) colocado à frente dos sujeitos. Os óculos são fixados à cabeça por uma tira elástica, a fim de manter uma pressão relativamente constante e evitar pequenos deslocamentos que possam afetar as medidas. Após os ajustes posturais, a haste de medição de um transdutor digital de variação linear (Solartron DC 50, modelo RS646-511) foi posicionada por gravidade sobre o centro da superfície da cabeça. Este equipamento possui uma acuracidade linear de 0,05 mm sobre uma amplitude de medição de 50 mm. O ponto de contato da haste do transdutor foi demarcado sobre a superfície da cabeça para garantir maior precisão nas medidas.

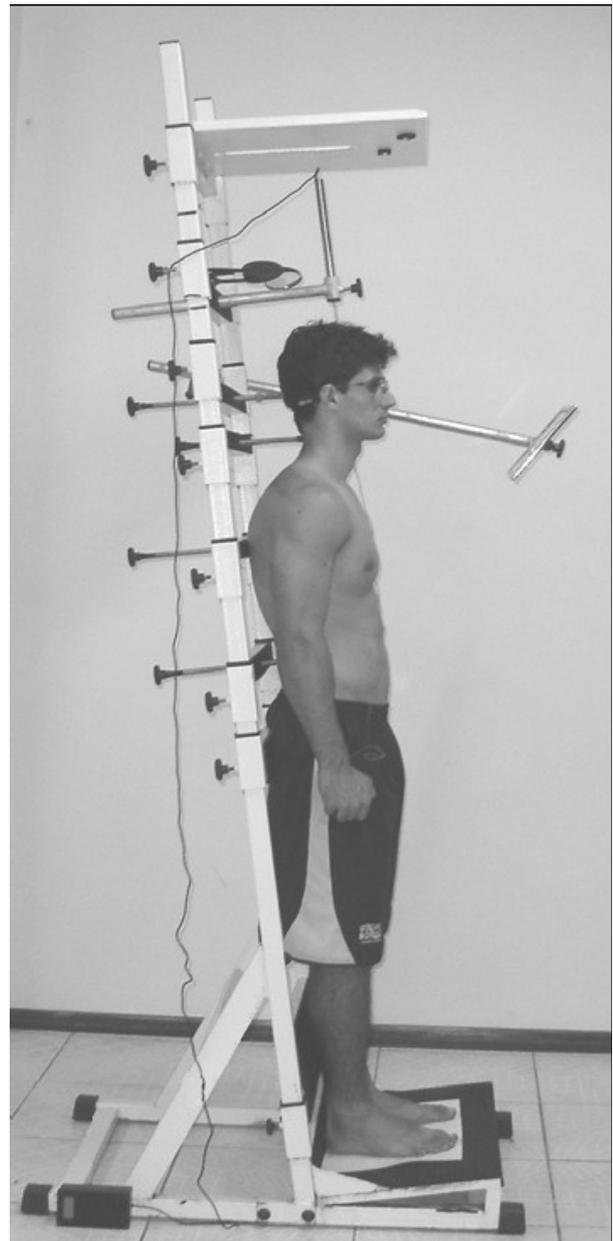
A figura 3 apresenta esquematicamente os controles posturais do equipamento e o posicionamento de um sujeito no estadiômetro.

**FIGURA 3: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO ESTADIÔMETRO E SEUS CONTROLES POSTURAIIS (A) E REPRESENTAÇÃO DO EQUIPAMENTO UTILIZADO E DA AVALIAÇÃO DE UM SUJEITO (B)**

A



B



TDVL: transdutor digital de variação linear de comprimento

FONTE: A Figuras 1A e 1B foram extraídas de Dezan (2005)

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a uma análise descritiva padrão (média e desvio-padrão). O teste de *Kolmogorov Smirnov* foi aplicado para verificar a distribuição normal das variáveis e permitir a utilização de testes paramétricos na análise. As variações de estatura das duas atividades, em 10', 20' e 30', foram comparadas com as medidas obtidas antes do início das atividades físicas por meio de uma análise de variância fatorial (ANOVA) para medidas repetidas. Para determinar onde ocorreram as diferenças apontadas pelo ANOVA foi aplicado o teste *Post Hoc* de *Tukey*.

Os testes estatísticos foram realizados no software *Statística*, versão 7.0. As variáveis foram testadas com um nível de significância de  $p < 0,05$ .

## 4.0 RESULTADOS

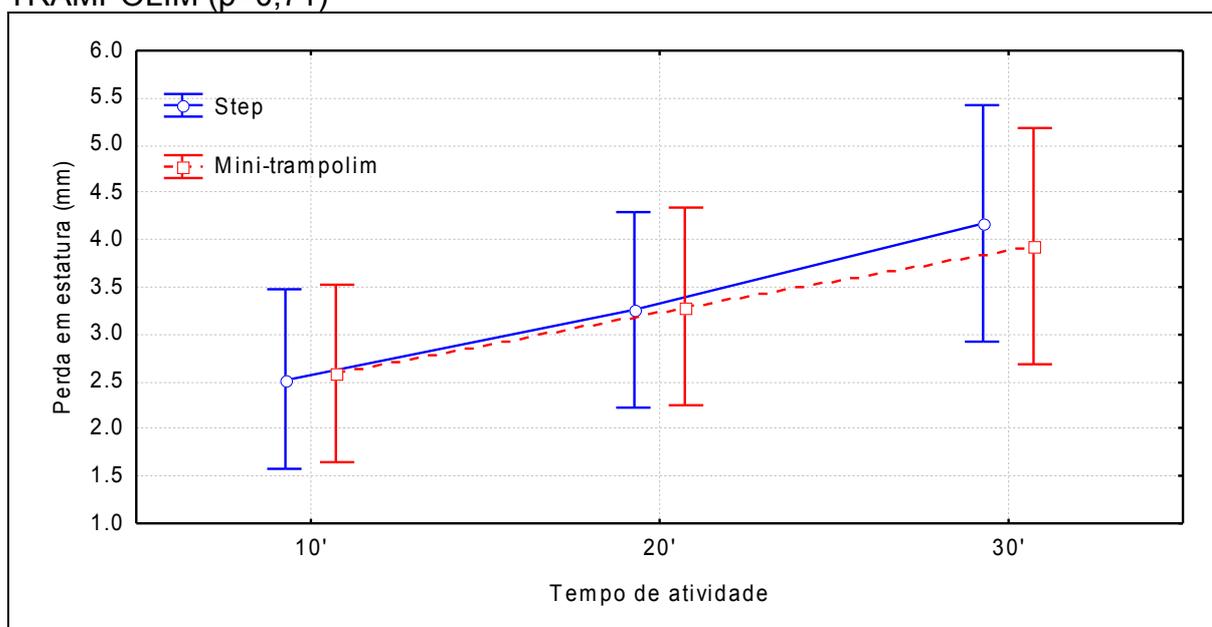
O grupo apresentou perdas na estatura tanto na atividade realizada no Step quanto na atividade realizada sobre o Mini-trampolim, sendo a perda final de  $4,17 \pm 1,73$  mm e  $3,94 \pm 2,01$  mm, respectivamente. A redução da estatura ao final das atividades de Step e Mini-trampolim e os valores máximos e mínimos de redução encontram-se na tabela 1.

TABELA 1: REDUÇÃO MÉDIA DE ESTATURA AO FINAL DE 30 MINUTOS DE ATIVIDADE AERÓBIA NO STEP E NO MINI-TRAMPOLIM

Redução na estatura (mm)	Step	Mini-trampolim
Média e desvio padrão	$4,17 \pm 1,73$	$3,94 \pm 2,01$
Máxima	6,38	7,54
Mínima	1,44	1,64

Apesar de a média final de perda no Step ter sido maior, a redução de estatura ao longo do experimento (10', 20' e 30') não apresentou diferenças significativas entre as duas tarefas executadas ( $p=0,71$ ). A redução de estatura de ambas as atividades pode ser visualizadas na Figura 4 e na Tabela 2.

FIGURA 4: REDUÇÃO DE ESTATURA NAS ATIVIDADES DE STEP E MINI-TRAMPOLIM ( $p=0,71$ )



Em ambas as atividades a redução de estatura foi progressiva, sendo que nos primeiros 10 minutos da atividade, os participantes perderam 60,7% para o Step e

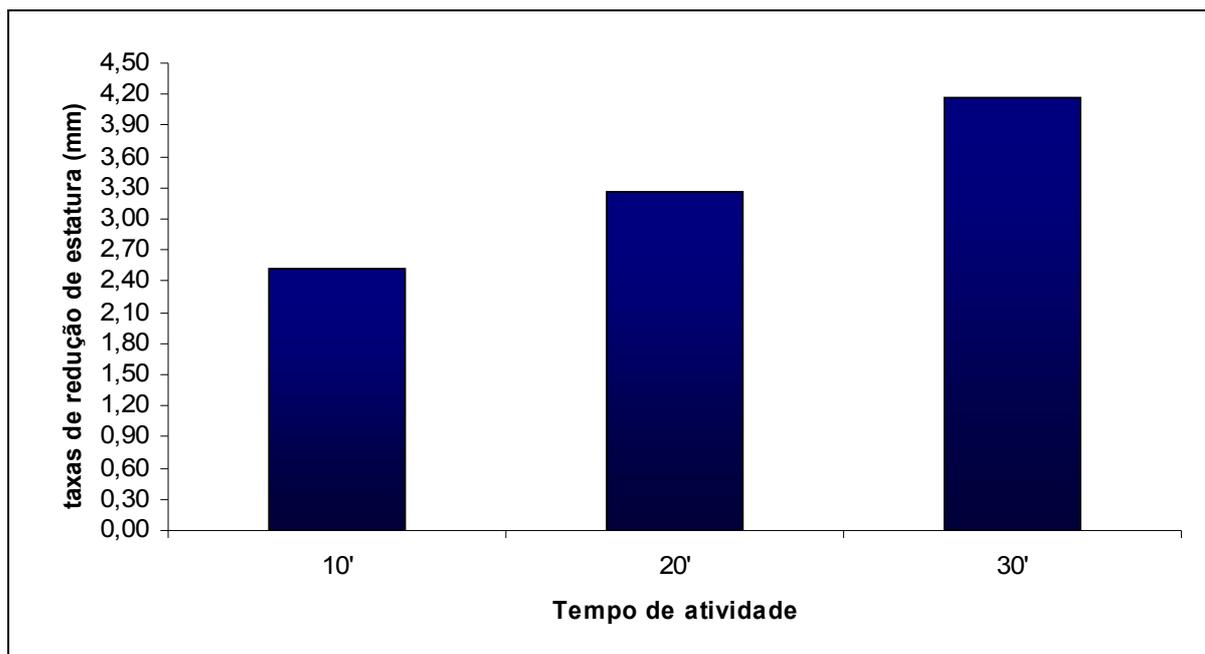
65,7% para o Mini-trampolim em relação à perda total. Os valores de perda em diferentes tempos de atividade e os respectivos percentuais são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2: MÉDIA DE REDUÇÃO DE ESTATURA E DESVIO PADRÃO A CADA 10 MINUTOS NAS ATIVIDADES DE STEP E MINI-TRAMPOLIM.

<b>Redução na estatura (mm)</b>	<b>10'</b>	<b>%</b>	<b>20'</b>	<b>%</b>	<b>30'</b>	<b>%</b>
Step	2,53 ±1,17	60,7	3,27 ±1,29	78,4	4,17 ± 1,73	100
Mini-trampolim	2,59 ±1,64	65,7	3,29 ±1,80	83,5	3,94 ± 2,01	100

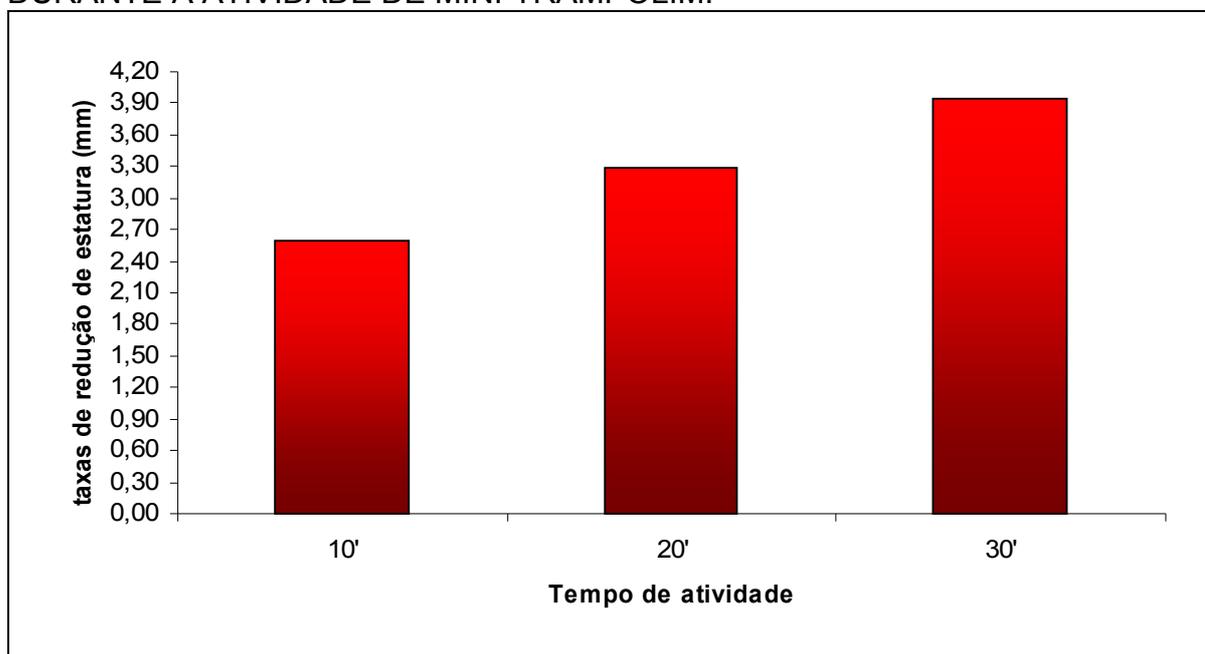
Ainda que, de forma geral, as atividades tenham apresentado similaridade para a redução de estatura, foram encontradas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) ao longo da execução dos exercícios (10', 20' e 30'). No exercício de Step, a redução da estatura após 30 minutos de atividade foi maior do que aquela tomada após 10 minutos de exercício ( $p = 0,0001$ ). A redução da estatura observada ao final do exercício também foi mais acentuada do que aquela detectada após 20 minutos ( $p = 0,02$ ). No entanto, a estatura permaneceu relativamente inalterada nas medidas efetuadas após 10 e 20 minutos ( $p = 0,09$ ). No exercício no Mini-trampolim, a comparação entre as medidas de variação da estatura tomadas após 10 e 20 minutos e após 20 e 30 minutos não apresentou diferenças significativas ( $p = 0,12$  e  $p = 0,19$ , respectivamente). Todavia, a redução de estatura após 30 minutos de atividade diferiu daquela observada após 10 minutos de atividade ( $p = 0,0003$ ). A relação entre a perda de estatura e o tempo de atividade nos exercícios de Step e Mini-trampolim encontram-se representados nas Figuras 5 e 6, respectivamente.

FIGURA 5: RELAÇÃO ENTRE A REDUÇÃO DE ESTATURA E O TEMPO, DURANTE A ATIVIDADE DE STEP.



$p=0,0001$  entre 10' e 30' e  $p=0,02$  entre 20' e 30'

FIGURA 6: RELAÇÃO ENTRE A REDUÇÃO DE ESTATURA E O TEMPO, DURANTE A ATIVIDADE DE MINI-TRAMPOLIM.



$p= 0,0003$  entre 10' e 30'

## 5.0 DISCUSSÃO

Os valores médios de IMC ( $22,16 \pm 1,17 \text{ Kg/m}^2$ ) e idade ( $22,5 \pm 1,7$  anos) indicam que a amostra foi bastante homogênea. A homogeneidade da amostra é fundamental, visto que indivíduos obesos apresentam uma sobrecarga natural sobre os discos intervertebrais (PROVENSI, 2003). Além disso, indivíduos mais velhos possuem diferentes magnitudes e taxas de perda de estatura (DEZAN, 2005).

Apesar da maioria dos estudos que relacionam a perda de estatura com a execução de tarefas físicas utilizarem-se do transporte ou da manipulação de cargas (PROVENSI, 2003; DEZAN *et al.*, 2003; RODACKI *et al.* 2003), o presente estudo buscou verificar tais perdas em atividades freqüentemente classificadas como dinâmicas e mais aplicadas ao contexto do risco de atividades físicas.

As perdas progressivas de estatura observadas em ambas as atividades indicaram que a carga aplicada sobre a coluna vertebral causou reduções similares àquelas observadas em outras atividades. Provavelmente, os mecanismos usados para justificar as variações de estatura também podem ser utilizados para os exercícios empregados.

A perda de estatura pode ser explicada pelas propriedades mecânicas dos discos intervertebrais, os quais sofrem deformações proporcionais às forças impostas (TYRRELL *et al.*, 1985; LEATT *et al.*, 1986; ALTHOFF *et al.*, 1992, DEZAN, 2004; DEZAN, 2005). No presente estudo, as perdas de estatura ocorreram predominantemente durante os primeiros 10 minutos de atividade, independente do tipo de exercício realizado. Em geral, as cargas aplicadas sobre os discos intervertebrais causam perdas exponenciais de estatura, em que as perdas abruptas observadas no início de seu período de aplicação são atribuídas às propriedades elásticas do ânulo fibroso dos discos intervertebrais. Após esse período, as perdas de estatura ocorrem de forma mais lenta e gradual, as quais têm sido associadas às deformações do ânulo fibroso e as perdas de fluído do núcleo pulposo (REILLY *et al.*, 1984, KAPANDJI, 2000; WATKINS, 2001; DEZAN *et al.*, 2003). Desta forma, o comportamento progressivo da variação da estatura permitiu que a hipótese  $H_1$  fosse aceita.

Os valores finais de perda de estatura encontrados em ambas as atividades são semelhantes aos reportados por Provensi (2003) em um grupo com um perfil

compatível com os participantes do presente estudo. Naquele estudo, os sujeitos realizaram uma atividade de caminhada durante 30 minutos, o que indica uma sobrecarga comparável entre essas atividades. Esses achados sugerem que o estresse aplicado sobre a coluna vertebral entre caminhada e exercícios no Mini-trampolim e no Step são relativamente próximos.

A similaridade na perda de estatura encontrada entre as atividades de Step e Mini-trampolim se opõe aos achados de Schiell e Loss (2003), que afirmaram que as forças de impacto aplicadas sobre o sistema músculo-esquelético são absorvidas em 80% - quando comparado com atividades realizadas em solo - se os exercícios forem realizados em um Mini-trampolim. Provavelmente, essas afirmações podem ser aplicadas para os membros inferiores. Todavia, em níveis mais superiores (coluna vertebral), o sistema músculo-esquelético tem a capacidade de diminuir as forças de impacto derivadas do solo (ou superfície de contato) de forma mais eficiente, o que ajuda a explicar a semelhança de sobrecarga nas atividades do presente estudo. Assim, a hipótese H<sub>2</sub> que propunha uma menor redução da estatura no Mini-trampolim em comparação ao Step foi rejeitada. Sugerem-se novos estudos para verificar se fatores musculares podem explicar melhor esses achados.

Com base nos resultados encontrados é possível afirmar que ainda que não utilizem o carregamento/transporte de cargas externas ao peso corporal, as atividades analisadas possuem um efeito compressivo sobre a coluna vertebral e podem ser fator de risco para lesões na coluna, como as dores lombares. Isto porque aumentos de carga (sobrecarga) estão diretamente relacionados com o aumento na ocorrência de lombalgias (BOVENZI *et al.*, 2002). Além disso, a duração de cada atividade está relacionada ao nível de stress ao qual a coluna está submetida.

Como a medida após 30 minutos de atividade foi diferente das medidas após 10 e 20 minutos no caso do Step e diferente da medida após 10 minutos no caso do Mini-trampolim, é possível destacar que após a perda ocorrida nos primeiros 10 minutos de ambas as tarefas, associada às deformações elásticas dos discos intervertebrais; o Step continua a ocasionar uma perda acentuada, tornando diferentes as medidas entre 20 e 30 minutos, o que não ocorre no Mini-trampolim. Estas diferenciações evidenciam que um mesmo tempo de duração pode ocasionar

manifestações distintas dos discos intervertebrais ao comparar as duas atividades, ainda que de forma absoluta elas tenham apresentado redução de estatura similar.

Se até 20 minutos as perdas ocorrem de forma semelhante quando comparadas as duas atividades e entre 20 e 30 minutos o Step apresenta uma acentuação da perda, pode ser que o Step apresente um maior risco de lesão, quando comparado ao Mini-trampolim, em relação à duração da atividade. Porém, são necessários outros estudos que comprovem especificamente essas evidências.

## 6.0 CONCLUSÃO

A redução de estatura é um comportamento freqüente à medida que os discos intervertebrais são expostos a determinadas cargas compressivas. O processo de perda deve ser controlado para que a sobrecarga das atividades físicas não induza perdas acentuadas que apresentem riscos elevados de lesão.

À medida que o disco perde estatura seu poder de absorção de cargas é reduzido e a sobrecarga recai sobre as facetas articulares, estruturas não especializadas em suportá-la. Em um disco não degenerado, por exemplo, o processo de perda pode ser benéfico ao estimular uma melhor resposta das unidades funcionais às cargas impostas pelas atividades diárias, mas, em indivíduos com degenerações discais uma redução na altura dessa estrutura pode ocasionar uma série de problemas, dentre eles a dor.

Conhecer o efeito de diferentes atividades é fundamental para extrair delas os seus máximos benefícios e aplicá-las a grupos com diferentes características. Neste estudo, foi possível verificar que as atividades aeróbias de Step e Mini-trampolim causaram perdas progressivas na estatura, justificadas pelo comportamento mecânico dos discos intervertebrais.

As atividades de Step e Mini-trampolim induziram perdas de estatura bastante semelhantes sobre os discos intervertebrais. Porém, uma mesma duração de ambas as atividades pode gerar, dos discos intervertebrais, comportamento mecânico diferente ao longo do tempo.

Como estratégia para minimizar os riscos relacionados às atividades sugere-se o uso de alternativas de recuperação dos discos intervertebrais durante as sessões de Step e Mini-trampolim como, por exemplo, a inserção de exercícios localizados na posição deitada, a alternância de atividades durante as sessões de atividade física ou até mesmo a interrupção do exercício após determinado tempo, principalmente em indivíduos com histórico de problemas na coluna vertebral.

A partir da pesquisa referencial desenvolvida para o estudo e dos resultados alcançados, consideram-se necessários novos estudos que possam analisar outros parâmetros da atividade, os efeitos delas sobre diferentes grupos e, principalmente, o processo de recuperação de estatura após a exposição às atividades.

## REFÊRENCIAS

- ALDABE, D. *et al.* Aspectos biomecânicos e fisiológicos do *Jumpfit*®. In: **X CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA**, Ouro Preto, Anais. Belo Horizonte: Imprensa Universitária UFMG, v. 1, p. 311-314, 2003.
- ALTHOFF, I. *et al.* An improved method of stature measurement for quantitative determination of spinal loading: application to sitting posture and whole body vibration. **Spine**. v. 17, n. 6, p. 682-693, 1992.
- ÁVILA, C. A. V.; SOUSA, C. A.; NASCIMENTO, F. E. Análise da pressão plantar em diferentes alturas no movimento básico do Step Training. **Revista Brasileira de Biomecânica**, n. 4, p. 45-48, 2003.
- BOVENZI M. Low back pain disorders and exposure to whole-body vibration in the workplace. **Seminars in Perinatology**, v. 25, n. 4, p. 231-241, 1994.
- CAILLIET, R. **Tecidos moles: Dor e incapacidade**. São Paulo: Manole, 1979.
- COHEN. M.; ABDALLA, R. J. **Lesões nos esportes: diagnóstico – prevenção – tratamento**. Rio de Janeiro: Revinter, 2003.
- DEZAN, V. H. **Comparação dos efeitos compressivos do disco intervertebral nas condições de levantamento de peso nas posições sentada e em pé**. 2004. 45 f. Monografia (Especialização em Ergonomia) – UFPR; Curitiba.
- DEZAN, V. H. **Análise do comportamento mecânico dos discos intervertebrais em diferentes faixas etárias**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia mecânica) – UFPR; Curitiba.
- DUNLOP, R.B.; ADAMS, M.A.; HUTON, W.C. Disc space narrowing and the lumbar facet joints. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. V 66, n.5, p. 706-710, 1984.
- EKLUND, J. A. E.; CORLETT, E. N. Shrinkage as a measure of the effect of load on the spine. **Spine**. v. 9, n. 2, p. 189-194, 1984.
- FOREMAN, T.; LINGE, K. The importance of heel compression in the measurement of diurnal stature variation. **Applied Ergonomics**, V. 4, P. 299-300, 1989.
- FOWLER, N. E.; LEES, A.; REILLY, T. Changes in stature following plyometric drop-jump and pendulum exercises. **Ergonomics**. v. 40, p. 1279-1286, 1997.
- FRANCIS, P. *et al.* Effects of Choreography, Step Height, Fatigue and gender on Metabolic Cost of Step Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, n. 24, v.5, abstract 69. 1992.
- GRABINER, M. D. A coluna vertebral. In: RASCH, F. **Cinesiologia e anatomia aplicada**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1991

GRAY, H. **Anatomy of the human body**. United States of America: Lippincott Williams & Wilkins, 1985.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo: Manole, 1999.

JUCA, M. **Aeróbica & Step**: bases fisiológicas e metodologia. Rio de Janeiro: Sprint, 1993.

KAPANDJI, A.I. **Fisiologia articular: Tronco e Coluna vertebral**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

LEATT, P.; REILLY, T.; TROUP, G. D. Spinal loading during wight-training and running. **British Journal Sports Medicine**. V. 20, n. 3, p. 119-124, 1986.

MALTA, P. **Step aeróbico e localizado**. Rio de Janeiro: Sprint, 1994.

NORDIN, M.; WEINER, S. S. **Basis Biomechanics of the Musculoskeletal System**. Baltimore: Lippincott Williamns and Wilkings, 2001.

OLIVER, J.; MIDDLETICH, A. **Anatomia funcional da coluna vertebral**. Rio de Janeiro: Revinter, 1998

POLLOCK, M. L.; EVANS, W. J. Resistance training for health and disease: introduction. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30 n.12, p. 10-11, 1998.

PROVENSI, C. L. **Comportamento mecânico dos discos intervertebrais de sujeitos obesos e não obesos**. 2003. 45 f. Monografia de graduação – UFPR; Curitiba.

RASCH, P. J. **Cinesiologia e anatomia aplicada**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1991.

REILLY, T.; TYRRELL, A. TROUP, J. Circadian variation in human stature. **Chronobiology International**. v 1, p. 121-126, 1984.

RIBEIRO, J. K.; MOTA, C. B. Comportamento da força de reação do solo durante a realização da marcha na ginástica de academia. **Revista Brasileira de Biomecânica**. n. 12, p. 49-55, 2004.

ROCHA R. S.; CORREIA, P. P.; FRANCO, S.; VELOSO, A. Análise da participação muscular no passo básico do Step: efeito da velocidade da música e da altura da plataforma. **Revista brasileira de biomecânica** n. 8, p. 5-12, 2004.

RODACKI, C.; FOWLER, N.; RODACKI, A.; BIRCH, K. Measurement variability in determining stature in sitting and standing postures. **Ergonomics**. v. 44, n. 12, p. 1076-1085, 2001.

RODAKCI, C.; FOWLER, N.; RODACKI, A.; BIRCH, K. Stature loss and recovery in pregnant women with and without low back pain. **Arch Phys Med Rehabil.** v. 84, p. 507-512, 2003

SCHIEHLL, P. E.; LOSS, J.F. Impacto no *jumpfit*® In: **X CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA**, Ouro Preto. Anais. Belo Horizonte: Imprensa Universitária UFMG, v. 1, p. 307-310, 2003.

SERRÃO, J. C. Biomecânica: compromisso com o rendimento e com a saúde. In: **Esporte e atividade física, interação entre rendimento e qualidade de vida**. São Paulo: Manole, 2002.

STOTHART, J.; MCGILL, S. Stadiometry: on measurement technique to reduce variability in spine shrinkage measurement. **Clinical Biomechanics.** V. 15, p. 546-548, 2000.

TYRRELL A. R.; REILLY, T.; TROUP, J. D. circadian variation in stature and the effects of spinal loading. **Spine.** v. 10, n.2, p 159-164, 1985.

WATKINS, J. **Estrutura e função do sistema músculo-esquelético**. Porto Alegre: Artmed, 2001

WEIDLE, C. M. **O comportamento da coluna vertebral sobre tração mecânica**. 2004. 88 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – UFPR; Curitiba.

WITTIG, D. S. **As adaptações das curvaturas da coluna vertebral às atividades físicas praticadas**. 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado em Biodinâmica do Movimento Humano) – UNICAMP; Campinas.

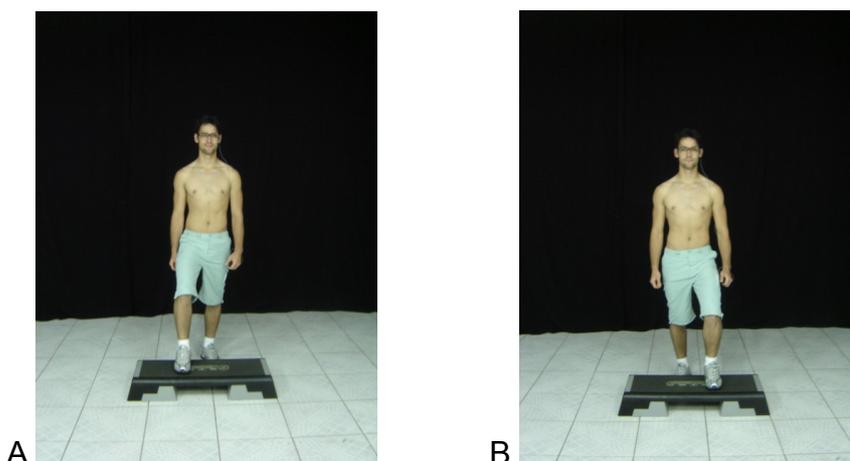
WIECZOREK, S. A.; DUARTE, M.; AMADIO, A. C. Avaliação da força de reação do solo no movimento básico de Step. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA**, Campinas. Anais. Campinas: UNICAMP, v. 7, p. 109-114, 1997.

## **ANEXOS**

## ANEXO I: EXERCÍCIOS EXECUTADOS NO STEP

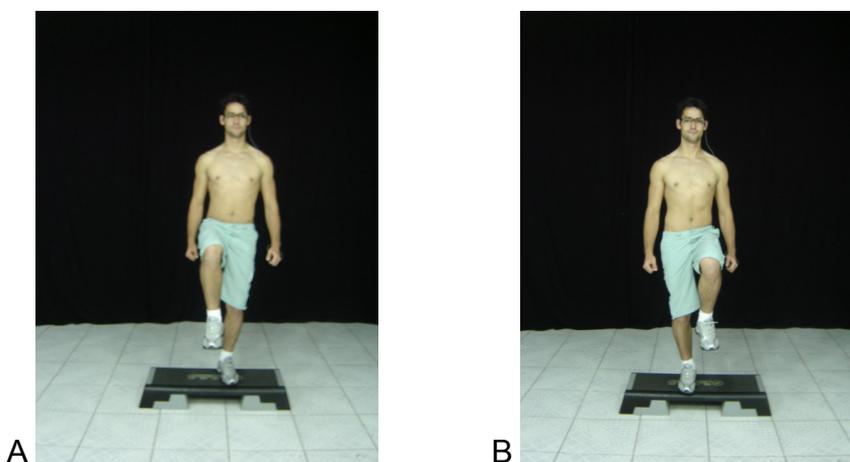
Exercício 1: Subir e descer (passo básico): Pisar com um dos pés sobre a plataforma, pisar com o outro pé, pisar de volta no chão com o pé que primeiro tocou o step e voltar o outro pé para reiniciar o movimento.

FIGURA 7: PASSO BÁSICO NO STEP (A) INÍCIO COM O PÉ DIREITO (B) INÍCIO COM O PÉ ESQUERDO



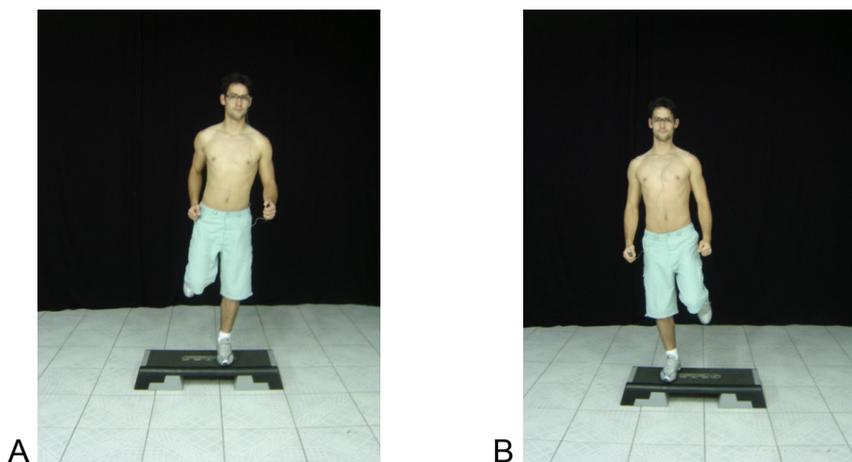
Exercício 2: Subida com elevação de joelho à frente: Subir com um dos pés no step, elevar o joelho contrário à frente até a altura do quadril (90°), pisar no chão com a perna que elevou o joelho, descer o primeiro pé e reiniciar o movimento com a perna contrária.

FIGURA 8: ELEVAÇÃO DE JOELHO À FRENTE NO STEP (A) ELEVAÇÃO DO JOELHO DIREITO (B) ELEVAÇÃO DO JOELHO ESQUERDO



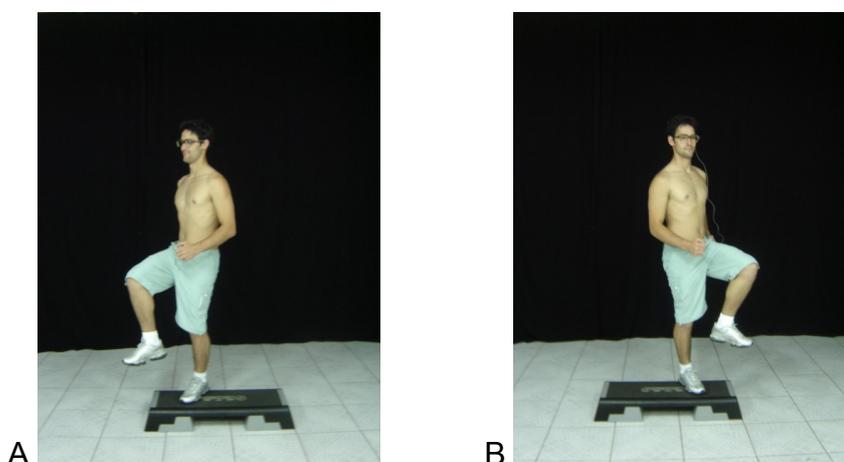
Exercício 3: Elevação do calcanhar para trás: Subir com um dos pés no step, flexionar a perna contrária em direção ao glúteo, pisar no chão com essa mesma perna e retornar o pé inicial ao solo para inverter o pé de início.

FIGURA 9: ELEVAÇÃO DO CALCANHAR PARA TRÁS NO STEP (A) ELEVAÇÃO DO CALCANHAR DIREITO (B) ELEVAÇÃO DO CALCANHAR ESQUERDO



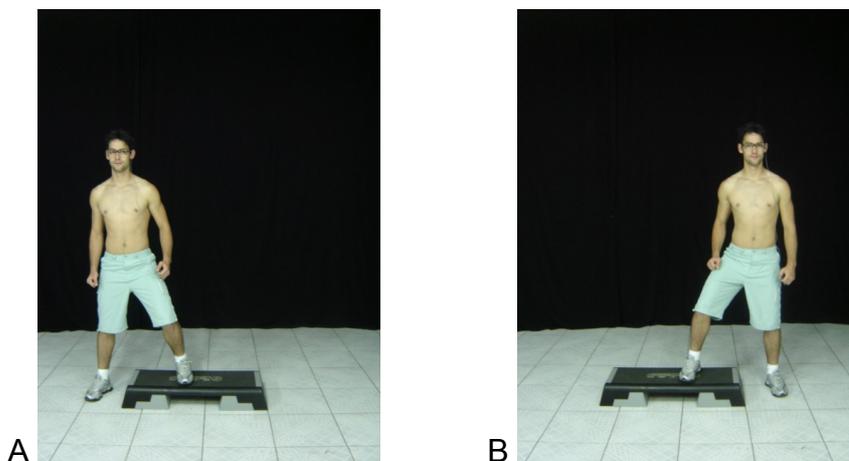
Exercício 4: Elevação de joelho para a diagonal: Pisar no step com o pé direito no sentido diagonal da plataforma e elevar o joelho esquerdo também nesse sentido, voltar o pé esquerdo no chão, voltar o pé direito e repetir o movimento em direção ao lado esquerdo com elevação do joelho direito.

FIGURA 10: ELEVAÇÃO DO JOELHO PARA DIAGONAL NO STEP (A) ELEVAÇÃO DO JOELHO DIREITO (B) ELEVAÇÃO DO JOELHO ESQUERDO



Exercício 5: Deslocamento lateral (atravessar o Step): Subir com o pé direito na plataforma seguido pelo pé esquerdo, descer pela lateral com o pé direito seguido pelo esquerdo, voltar ao centro do step com o pé esquerdo seguido pelo direito, descer pela lateral esquerda da plataforma com o pé esquerdo seguido pelo direito, retornar ao centro com o pé direito e reiniciar o exercício descendo novamente para a lateral direita.

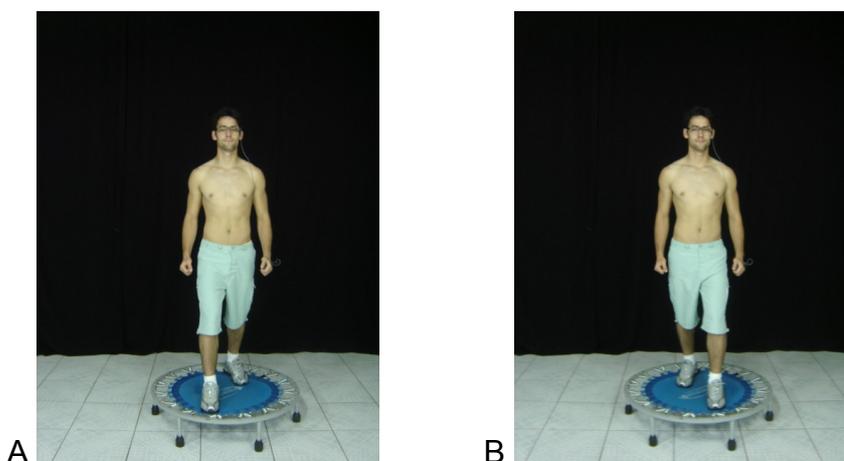
FIGURA 11: DESLOCAMENTO LATERAL NO STEP (A) DESLOCAMENTO PARA A DIREITA (B) DESLOCAMENTO PARA A ESQUERDA



## ANEXO II: EXERCÍCIOS EXECUTADOS NO MINI-TRAMPOLIM

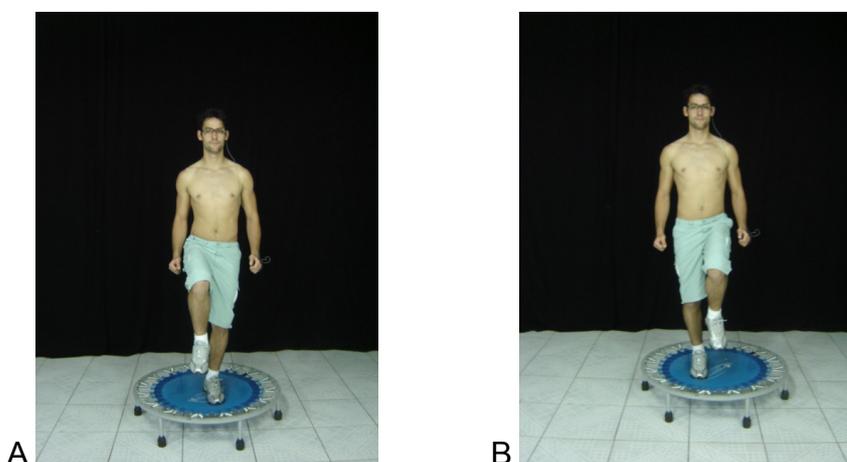
Exercício 1: Tesoura dupla: Alternância de pernas para frente e para trás com um pequeno saltito e ação dupla das pernas contra a superfície elástica, com flexão de quadril e joelho.

FIGURA 12: TESOURA DUPLA NO MINI-TRAMPOLIM (A) INÍCIO COM O PÉ DIREITO (B) INÍCIO COM O PÉ ESQUERDO



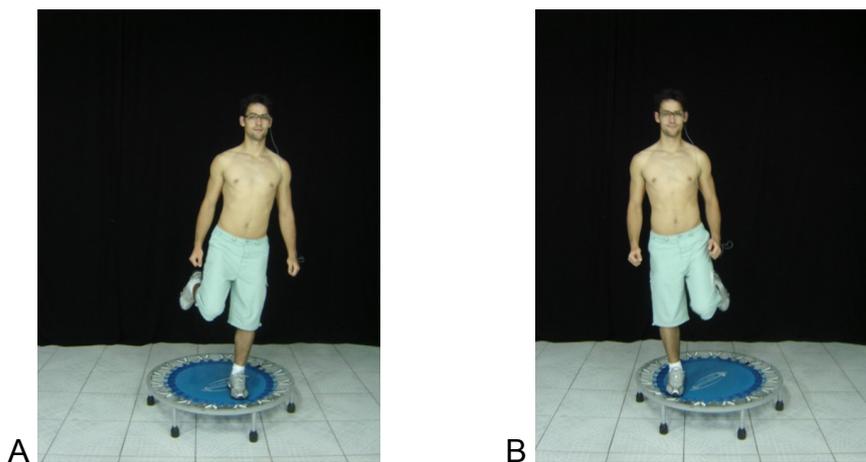
Exercício 2: Corrida: Elevação de um joelho até a linha do quadril (90°), enquanto que a outra perna permanece em contato com a superfície elástica, retornar a perna inicial ao Mini-trampolim e reiniciar o movimento com a outra perna.

FIGURA 13: CORRIDA NO MINI-TRAMPOLIM (A) INÍCIO COM O PÉ DIREITO (B) INÍCIO COM O PÉ ESQUERDO



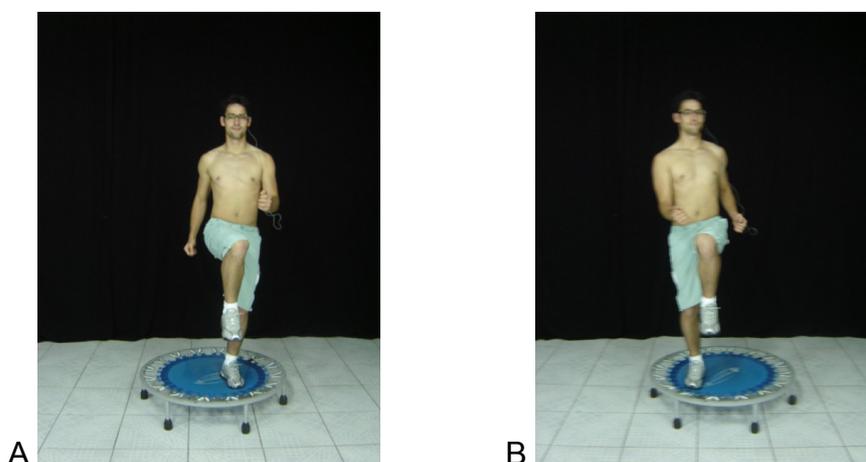
Exercício 3: Elevação do calcanhar para trás: Elevar o calcanhar para trás, em direção ao glúteo, a perna de apoio permanece com o joelho destravado e faz pressão sobre a superfície elástica, a repetição do movimento é feita alternando-se as pernas.

FIGURA 14: ELEVAÇÃO DO CALCANHAR PARA TRÁS NO MINI-TRAMPOLIM (A) INÍCIO COM O PÉ DIREITO (B) INÍCIO COM O PÉ ESQUERDO



Exercício 4: Elevação de joelho: Elevar o joelho na parte frontal do corpo, o movimento é realizado com transferência do peso corporal para a perna de apoio (que deverá estar deslocada na lateral do corpo) e subsequente elevação do joelho contrário no sentido diagonal até a altura da cintura, o joelho que sofreu elevação retorna à posição inicial e o movimento é executado para o outro lado.

FIGURA 15: ELEVAÇÃO DE JOELHO NO MINI-TRAMPOLIM (A) ELEVAÇÃO DO JOELHO DIREITO (B) ELEVAÇÃO DO JOELHO ESQUERDO



Exercício 5: Lateral duplo: Com os pés unidos, realizar saltitos duplos em direção às laterais do mini-trampolim, possibilitando a ação das pernas contra a superfície elástica e flexionando quadril, joelho e tornozelos no momento do contato com esta superfície.

FIGURA 16: LATERAL NO MINI-TRAMPOLIM (A) DESLOCAMENTO PARA A DIREITA (B) DESLOCAMENTO PARA A ESQUERDA

