

## TREINAMENTO PLIOMÉTRICO EM 5 SEMANAS MELHORA DESEMPENHO FÍSICO DE ESTUDANTES DE EDUCAÇÃO FÍSICA: UM ESTUDO PILOTO

Isaias Soares da Silva<sup>1</sup>, Marco Antônio Timóteo Rodrigues<sup>1</sup>, Rogério da Silva Bittencourt<sup>1</sup>, Wilian dos Santos Bento<sup>1</sup>, João Batista Ferreira Junior<sup>1</sup>, Frederico Souzalima Caldoncelli Franco<sup>1</sup>

**Resumo:** Este estudo investigou o impacto de 5 semanas de treinamento pliométrico em membros superiores e inferiores sobre o desempenho físico em estudantes de Educação Física. Foram recrutados 16 estudantes do sexo masculino de 18 a 23 anos divididos em 2 grupos (Controle e Treino). O grupo Treino foi submetido ao treinamento pliométrico de membros superiores e inferiores por 5 semanas com 3 sessões/semana de 30-40 minutos/sessão, composta de 10 exercícios de braço e perna (10-20 repetições/exercício). Antes e imediatamente após o programa de treinamento pliométrico, os indivíduos foram avaliados por parâmetros antropométricos (peso, estatura, índice de massa corporal e percentual de gordura), nível de flexibilidade e desempenho físico (forças de toque e de ataque, salto vertical, sprint de 20 m e agilidade). Dados de flexibilidade e desempenho físico foram avaliados por análise de covariância (ANCOVA), além da correlação de Pearson entre as variáveis de desempenho físico após 5 semanas de treinamento. O grupo Treino exibiu maior ganho de desempenho no salto vertical quando comparado ao grupo Controle ( $p < 0,05$ ). Todavia, não foi observada diferença significativa entre os grupos Treino e Controle nos ganhos de força de toque e de ataque, no desempenho do teste de sprint de 20 m, no teste de agilidade e de flexibilidade ( $p > 0,05$ ). Houve correlação positiva entre os testes de forças de toque e de ataque com o salto vertical ( $p < 0,001$ ,  $r = 0,633$ ; e  $p < 0,001$ ,  $r = 0,639$ ; respectivamente), como também correlação dos testes salto vertical com os testes de velocidade ( $p < 0,001$ ,  $r = -0,768$ ) e agilidade ( $p < 0,002$ ,  $r = -0,537$ ) após o treinamento. Conclui-se que 5 semanas de treinamento pliométrico de membros superiores e inferiores exibiram melhora no desempenho do salto vertical de estudantes de Educação Física, bem como observou-se correlação entre os parâmetros neuromusculares anaeróbicos de membros inferiores e superiores após o período de treinamento.

**Palavras-chave:** Performance; Força explosiva; Salto vertical; Velocidade; Agilidade.

Afiliação

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais Campus Rio Pomba

## PLIOMETRIC TRAINING IN 5 WEEKS IMPROVES PHYSICAL PERFORMANCE OF PHYSICAL EDUCATION STUDENTS: A PILOT STUDY

**Abstract:** This study investigated the impact of 5 weeks of plyometric training on upper and lower limbs on physical performance parameters in Physical Education students. Sixteen male college students aged 18 to 23 years were divided into 2 groups (Control and Training). The Training group was submitted to 5 weeks of plyometric training for upper and lower limbs, with 3 sessions per week for 30-40 minutes per session. Training sessions consisted of 10 arm and leg exercises (10-20 repetitions per exercise). Anthropometric parameters (weight, height, body mass index and body fat percentage), level of flexibility and physical performance (touch and attack strength, vertical jump, 20m sprint, agility) were assessed before and immediately after the plyometric training program. Flexibility and physical performance data were assessed by covariance analysis (ANCOVA), in addition to Pearson's correlation among physical performance parameters after 5 weeks of training. The Training group showed a greater gain in the vertical jump performance when compared to the Control group. However, no significant difference was observed between the Training and Control groups for touch and attack strength gains, for 20 m sprint performance gains, and for agility and flexibility test gains. There was a positive correlation between the tests of touch and attack strengths with vertical jump performance. There was also positive correlation between touch and attack strength with vertical jump ( $p < 0.001$ ,  $r = 0.633$ ;  $e p < 0,001$ ,  $r = 0.639$ ; respectively), and between vertical jump performance and 20m sprint performance ( $p < 0.001$ ,  $r = -0,768$ ) and agility test after training ( $p < 0.002$ ,  $r = -0,537$ ). It is concluded that 5 weeks of plyometric training for upper and lower limbs showed improvement in the vertical jump performance in Physical Education students. There was also a correlation between the anaerobic neuromuscular parameters of lower and upper limbs after the training period.

**Key words:** Performance; Explosive strength; Vertical jump; Velocity; Agility.

## Introdução

Diversos esportes como voleibol, handebol, futsal, tênis, entre outros utilizam a via anaeróbica alática como fonte de energia para finalizar um ponto ou gol<sup>1-3</sup>. Essas demandas esportivas são caracterizadas por ações intermitentes de alta intensidade e curta duração com grande exigência muscular de membros inferiores e/ou superiores<sup>1,4</sup>. Para se alcançar o alto rendimento, atletas passam por árduos treinamentos de habilidades motoras como corridas rápidas com mudanças de direção, variações de velocidade, frenagens e arranques bruscos que exigem a otimização da força explosiva e potência<sup>4-6</sup>. Tais valências físicas têm sido eficientemente desenvolvidas por treinamentos pliométricos<sup>7,8</sup>.

Um programa de treinamento pliométrico emprega o ciclo alongamento-encurtamento muscular (CAE), responsável por gerar energia elástica a partir da contração excêntrica de alta intensidade, seguida imediatamente de uma contração concêntrica<sup>3,7,9,10</sup>. Exercícios de saltos verticais e horizontais com alta intensidade têm sido os mais usados nos programas de pliometria para membros inferiores<sup>4,11,12</sup> mostrando resultados positivos no desempenho<sup>2,4,8</sup>.

Conforme Zwarg et al.<sup>9</sup>, as melhorias no desempenho físico promovidas pela pliometria podem ocorrer devido às adaptações neurais como: a- sincronização das unidades motoras e sinergismo entre grupos musculares; b- ativação de grupos musculares agonistas e inibição de grupos antagonistas; c- incremento na velocidade de estímulo e condução nervosa; d- redução na resposta inibidora dos órgãos tendinosos de Golgi e estímulo na resposta excitatória dos fusos musculares.

O treinamento de pliometria pode ainda aumentar o desempenho da velocidade e agilidade, por elevar o recrutamento de unidades motoras de fibras rápidas e estimular a coordenação neural e segmentar<sup>2,9</sup>, que são características fisiológicas capazes de melhorar o desempenho das contrações explosivas essenciais à performance dos saltos verticais, velocidade e agilidade. Alguns estudos mostraram correlação positiva entre saltos verticais com a velocidade de deslocamento<sup>4,5,13</sup> e com a agilidade<sup>5,14</sup>, porém, outros autores não observaram<sup>3</sup>. A escassez de estudos avaliando os efeitos das contrações explosivas promovidas pelo treinamento pliométrico de saltos verticais sobre o desempenho da agilidade e velocidade sugere a importância da realização de mais investigações sobre a relação entre estes parâmetros do desempenho físico.

Existem esportes que demandam predominantemente ações de membros superiores com arremessos, cortadas, batidas, etc.<sup>3,5,7,15,16</sup>. Tais modalidades poderiam ser beneficiadas com o

treinamento pliométrico de membros superiores devido ao incremento da coordenação neural e especificidade do grupamento muscular ativado<sup>12</sup>, ângulo articular e velocidade da sobrecarga excêntrica<sup>2</sup>, resistência de oposição do implemento ao movimento<sup>7</sup>, entre outros. A literatura exhibe poucos estudos de programas pliométricos para membros superiores<sup>2,7,8,12</sup>, além de mostrar discrepância nos resultados por apresentar diferentes protocolos, o que denota a relevância de mais informações.

Autores mostram efeitos prejudiciais do alongamento e flexibilidade em vários parâmetros do desempenho de saltos verticais, por compreender que recursos mecânicos como a rigidez da unidade músculo-tendinosa e reflexos de fuso muscular poderiam afetar a produção de potência<sup>17</sup>. Considerando que o treino pliométrico depende do ciclo alongamento-encurtamento, tal mecanismo poderia interferir na flexibilidade dos grupamentos musculares empregados. Todavia, autores relatam que o treino pliométrico melhorou a flexibilidade<sup>3,18,19</sup>. A inconsistência desses resultados reforça a necessidade de mais estudos sobre o tema.

Estudos recentes mostram que o treinamento pliométrico exibiu ganhos no desempenho de membros inferiores em diferentes tempos de intervenção como 10<sup>20</sup>, 8<sup>2,4</sup>, 7<sup>21</sup> e 6 semanas<sup>22</sup> e, que em membros superiores mostrou melhoras em 12<sup>23</sup> e 8 semanas<sup>12</sup>. Contudo, outros autores não identificaram ganhos em 4 semanas<sup>7</sup>, demonstrando existir ainda uma lacuna temporal em programas de pliometria sobre os ganhos de desempenho e a relação com outras variáveis neuromusculares anaeróbicas. Nesse contexto, o presente estudo investigou o impacto de 5 semanas de treinamento pliométrico em membros superiores e inferiores sobre o desempenho físico em estudantes de Educação Física, bem como a relação entre o desempenho dos parâmetros físicos estudados.

## **Materiais e Métodos**

### **Amostra**

Participaram desse estudo 16 estudantes do curso de Educação Física de 18 a 23 anos, do sexo masculino. Considerou-se como critério de inclusão, os indivíduos serem maiores de 18 anos e que realizassem atividade física por 3 dias/semana. Foram excluídos os que não apresentaram atestado médico para a prática de atividades físicas cotidianas na Instituição e que tenham participado de treinamento de força nos últimos 6 meses. Dos 30 indivíduos recrutados

inicialmente, 9 foram excluídos por não completarem pelo menos 80% das sessões de treinamento, e 5 desistiram do estudo devido a motivos particulares.

Para caracterizar a amostra de estudo avaliou-se os parâmetros antropométricos por medidas de peso, estatura, Índice de Massa Corporal (IMC), além das dobras cutâneas tricipital, supra ilíaca, abdominal e femoral, conforme Cerqueira et al.<sup>24</sup>.

Após serem devidamente orientados sobre os procedimentos do estudo, os indivíduos leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do IF Sudeste MG (Parecer: 3.205.333).

### **Procedimentos experimentais**

Inicialmente os indivíduos foram avaliados por parâmetros antropométricos (altura, peso, IMC e dobras cutâneas) e desempenho físico (flexibilidade, velocidade, agilidade, força explosiva de membros inferiores e superiores). Após a avaliação no momento basal, os indivíduos foram divididos em 2 grupos: Grupo Controle (n=06) e Grupo Treino (n=10), de forma que os grupos não diferenciaram no início do estudo para os parâmetros avaliados (Tabela 1). Os indivíduos do grupo Controle realizaram apenas as sessões de avaliação antes e após 5 semanas de experimento. Já os indivíduos do grupo Treino participaram do programa de treinamento pliométrico durante 5 semanas em que as sessões de treinos eram realizadas no mesmo horário do dia. Todos os indivíduos foram orientados a não mudarem suas práticas alimentares, (e.g., tornar-se vegetariano, usar suplementos, etc.), como também não realizarem outro tipo de treinamento físico durante o período do estudo.

Ao término das 5 semanas de treinamento pliométrico de membros superiores e inferiores, todos os indivíduos foram reavaliados para os mesmos parâmetros.

### **Programa de treinamento pliométrico**

As sessões de treinamento pliométrico foram realizadas em ginásio coberto com piso de madeira. O programa de treinamento pliométrico aplicado ao grupo Treino foi adaptado de Durigan et al.<sup>3</sup>, sendo realizado em 5 semanas com 3 sessões/semanais, tendo duração de 30 a 40 minutos. Cada sessão era composta de 10 exercícios pliométricos intercalados entre perna e braço. Cada exercício foi executado em 3 séries de 10 a 20 repetições variando os exercícios de saltos verticais (saltos sobre barreiras, saltos contramovimento e saltos em queda de banco),

bem como a repulsões de braço (extensão após a flexão de braço em queda de banco a 20 e 25cm) e de arremessos de *medicineball* (após prévio amortecimento da bola). Os indivíduos foram orientados a executarem a fase excêntrica e concêntrica de cada exercício o mais rápido possível. Entre as séries de exercícios foi respeitado um intervalo de 10 a 30 segundos de recuperação.

### **Avaliação força de toque e de ataque**

A avaliação da força explosiva de membros superiores foi realizada por dois testes com *medicineball*, adaptados de Pereira et al.<sup>12</sup> e Alecrim et al.<sup>7</sup> para voleibol: teste de simulação do toque e do ataque. Ambos os testes consistiram no arremesso de uma bola de *medicineball* de 2kg sobre uma trena fixada no solo perpendicularmente aos pés de uma cadeira, onde o indivíduo estava sentado. O ponto zero da trena foi posicionado junto aos pés traseiros da cadeira. Os indivíduos sentaram com as pernas unidas, joelhos flexionados e as costas completamente apoiadas ao encosto da cadeira, sendo orientados a realizar os movimentos com o máximo de força possível.

No teste de força do toque, o indivíduo segurava a bola com as duas mãos junto à testa e os cotovelos flexionados, similarmente ao teste de arremesso de *medicineball*<sup>7,12</sup>. Ao sinal do avaliador, este arremessou a bola à maior distância possível, mantendo as costas apoiadas na cadeira.

No Teste de Força do Ataque, o indivíduo segurava a bola de *medicineball* com a mão de dominância acima da cabeça, braço elevado no prolongamento do tronco, cotovelos flexionados a 90° e palma da mão direcionada para frente, similarmente ao movimento de extensores de cotovelo no ataque do voleibol. Ao sinal do avaliador, o indivíduo estendeu rapidamente o cotovelo empregando a maior força possível para lançar a bola à maior distância, mantendo as costas apoiadas na cadeira. Esse teste avaliou especificamente a fase final do movimento de braço no gesto técnico da cortada, mostrando sua aplicabilidade em caracterizar o movimento do ataque na bola propriamente dito.

As distâncias dos arremessos foram registradas a partir do ponto zero até o local em que a bola tocou ao solo pela primeira vez. Após a familiarização com os movimentos, os indivíduos realizaram duas tentativas dos testes de força de toque e de ataque, registrando-se o melhor resultado em cada teste.

### **Avaliação do salto vertical com contramovimento**

O teste do salto vertical com contramovimento teve por meta avaliar a força explosiva de membros inferiores utilizando um tapete de contato (Multi Sprint, Hidrofit®, Belo Horizonte, Brasil), tendo a altura de voo fornecida pelo software Multi Sprint (Multi Sprint, Hidrofit®, Belo Horizonte, Brasil). Os indivíduos realizaram os saltos sendo orientados a colocar as duas mãos apoiadas no quadril, saindo da posição estática para uma flexão rápida de joelhos, seguido do salto contramovimento sem o auxílio dos membros superiores<sup>11</sup>. Os indivíduos foram orientados a realizar os saltos com o máximo de força possível. Realizaram 3 tentativas de saltos, com um intervalo de 2 minutos de descanso, sendo registrado o salto de maior desempenho.

### **Avaliação do desempenho no sprint de 20 m**

O teste de corrida de 20m (sprint de 20m) foi realizado em ginásio coberto, empregando um sistema de fotocélulas (Multi Sprint, Hidrofit®, Belo Horizonte, Brasil) fixado no ponto inicial e final dos 20m. Os indivíduos foram posicionados atrás do ponto inicial e instruídos a correr por 20m, o mais rápido possível, até passar pelo sensor do ponto final. Registrou-se o menor tempo de desempenho de 2 tentativas realizadas com um intervalo de 2 minutos de repouso entre cada corrida, conforme Assadi et al.<sup>5</sup>.

### **Avaliação da Agilidade**

A avaliação da agilidade foi realizada por meio do teste “T”, que consistiu em corridas e mudanças de direção entre 4 cones formando a letra T<sup>25</sup>, o qual utilizou o equipamento de contato para aferir o tempo de deslocamento (Speed, Rio Pomba, Brasil). Os indivíduos iniciaram o teste na posição em pé e após tocarem no botão acionador do aparelho Speed correram para um cone a 10m a sua frente, seguido de um deslocamento para a esquerda onde contornaram um cone a 5m de distância. Em seguida, deslocaram 10m para sua direita, ao qual após contornar o cone retornaram ao cone do meio, e posteriormente a linha de partida para tocar no botão do aparelho Speed e desligá-lo. Os indivíduos foram instruídos a contornarem todos os cones o mais rápido possível durante o trajeto para que a tentativa fosse considerada

válida. Registrou-se o melhor tempo de 2 tentativas, as quais foram realizadas com um intervalo de 2 minutos de descanso.

### **Avaliação da Flexibilidade**

Para determinar o nível de flexibilidade dos indivíduos utilizou-se o Flexiteste Adaptado<sup>26</sup>, composto de 8 movimentos, que objetivou avaliar a capacidade máxima passiva do indivíduo, tendo seus movimentos classificados em uma escala de imagens que varia de 0 a 4 pontos. Por meio de observação, o avaliador atribuiu uma pontuação para a amplitude de movimento do indivíduo (0: muito fraco; 1: fraco; 2: médio; 3: bom; 4: excelente). Somou-se todos os pontos obtidos no teste para determinar o Flexiíndice e classificar o nível de flexibilidade do indivíduo. Os resultados dos indivíduos foram classificados por meio do Flexiíndice do Flexiteste Adaptado:  $\leq 8$  (Muito pequena), 9 a 12 (Pequena), 13 a 16 (Média -), 17 a 20 (Média +), 21 a 24 (Grande) e  $\geq 25$  (Muito grande).

### **Análise Estatística**

Os dados descritivos são apresentados como média  $\pm$  Desvio Padrão e todos os resultados inferenciais são apresentados como a mudança média ajustada e intervalo de confiança de 95% dessa mudança. A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Kolmogrov-Smirnov. As mudanças nos dados de desempenho físico (antes e após 5 semanas de experimento) foram analisadas usando uma Análise de Covariância (ANCOVA), com os valores basais sendo utilizados como covariável. As variáveis relacionadas à caracterização da amostra e os dados basais das variáveis de desempenho físico foram avaliadas por teste t de *Student*. Também foi utilizada a correlação de Pearson para identificar a relação entre os parâmetros de desempenho físico após o período de treinamento. O efeito *d* de Cohen para cada um dos grupos foi calculado pela diferença entre os valores pré e pós, dividido pelo desvio padrão agrupado. Em adição, os valores *d* de Cohen foram classificados como trivial ( $d < 0,2$ ), pequeno ( $0,2 \leq d < 0,5$ ), moderado ( $0,5 \leq d < 0,8$ ) e grande ( $d \geq 0,8$ )<sup>27</sup>. Para os cálculos estatísticos utilizou-se o Statistica (versão 7.0, SystatSoft., Inc., Tulsa, OK, USA) adotando o nível de significância de 5%.



## Resultados

A Tabela 1 apresenta a caracterização da amostra com os dados de antropometria e os valores basais das variáveis de desempenho dos grupos Controle e Treino. Não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os grupos Controle e Treino nos parâmetros antropométricos e nos dados basais das variáveis de desempenho físico.

**Tabela 1** – Caracterização da amostra de estudo e dos dados basais das variáveis de desempenho físico.

Parâmetros	Grupos		Valor de p
	Controle	Treino	
Idade (anos)	19,5±1,9	19,8±1,5	0,73
Peso (kg)	61,2±3,7	68,5±11,7	0,16
IMC (kg.m <sup>-2</sup> )	23,1±1,9	23,3±2,5	0,85
Estatura (m)	1,63±0,06	1,71±0,11	0,12
Gordura corporal (%)	29,2±2,2	27,7±4,2	0,43
Força de toque (m)	2,96±0,08	3,57±0,06	0,24
Força de ataque (m)	2,47±0,15	3,03±0,12	0,22
Desempenho no salto vertical (cm)	27,26±0,68	28,84±0,52	0,70
Desempenho no sprint de 20 m (s)	4,09±0,14	3,84±0,11	0,40
Desempenho no teste de agilidade (s)	12,24±0,30	12,53±0,23	0,59
Flexibilidade (cm)	24,00±0,95	24,34±0,74	0,87

Valores em Média±DP. Utilizou-se teste *t* de Student ( $P<0,05$ ).

Não houve diferença entre os grupos na força de toque ( $F= 2,05$ ,  $p= 0,18$ , Figura 1), com tamanho de efeito moderado para ambos os grupos (Controle:  $d=0,65$  e Treino:  $d=0,54$ ). Também não houve diferença na força de ataque ( $F= 2,91$ ,  $p= 0,11$ , Figura 2). Todavia, foi observado um tamanho do efeito moderado para o grupo Controle ( $d=0,50$ ) e grande para o grupo Treino ( $d=0,84$ ). Todavia, houve diferença entre os grupos no desempenho no salto vertical ( $F= 11,67$ ,  $p= 0,0046$ , Figura 3). A mudança foi maior no grupo Treino, apresentando tamanho do efeito trivial para o grupo Controle ( $d=-0,13$ ) e moderado para o grupo Treino

( $d=0,58$ ). Em adição, não houve diferença entre os grupos no desempenho no sprint de 20 m ( $F= 0,11$ ,  $p= 0,74$ , Figura 4) mostrando tamanho do efeito “moderado” para ambos os grupos (Controle:  $d=-0,37$  e Treino:  $d=-0,72$ ); no teste de agilidade ( $F= 2,06$ ,  $p= 0,17$ , Figura 5), mas com tamanho do efeito trivial para o grupo Controle ( $d=0,19$ ) e moderado para o grupo Treino ( $d=-0,66$ ); e na flexibilidade ( $F= 0,16$ ,  $p= 0,69$ , Figura 6), observando-se tamanho do efeito trivial para ambos os grupos (Controle:  $d=0,11$  e Treino:  $d=-0,03$ ).

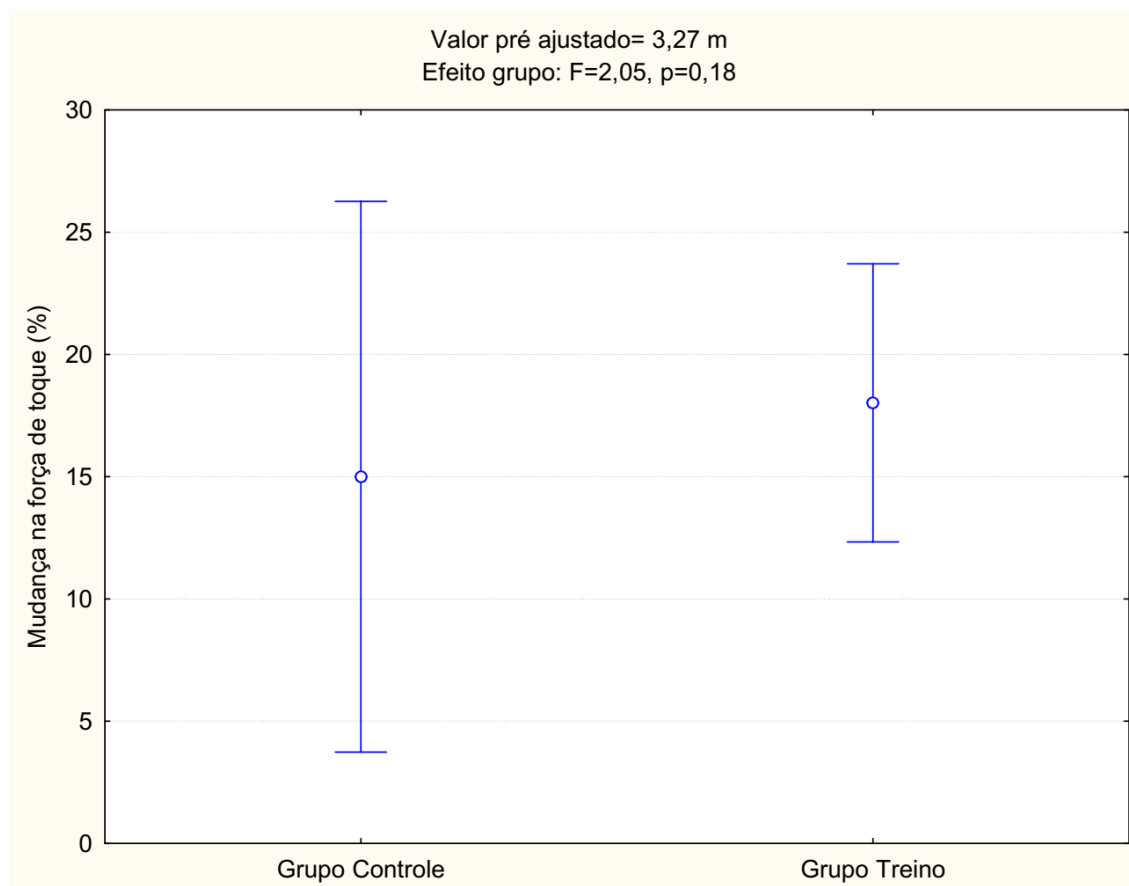


Figura 1. Mudança na força de toque após as 5 semanas. Cada valor relatado foi ajustado pelo valor basal (pré 5 semanas) com o ponto médio representando a mudança média e a variabilidade representada pelo intervalo de confiança de 95%.

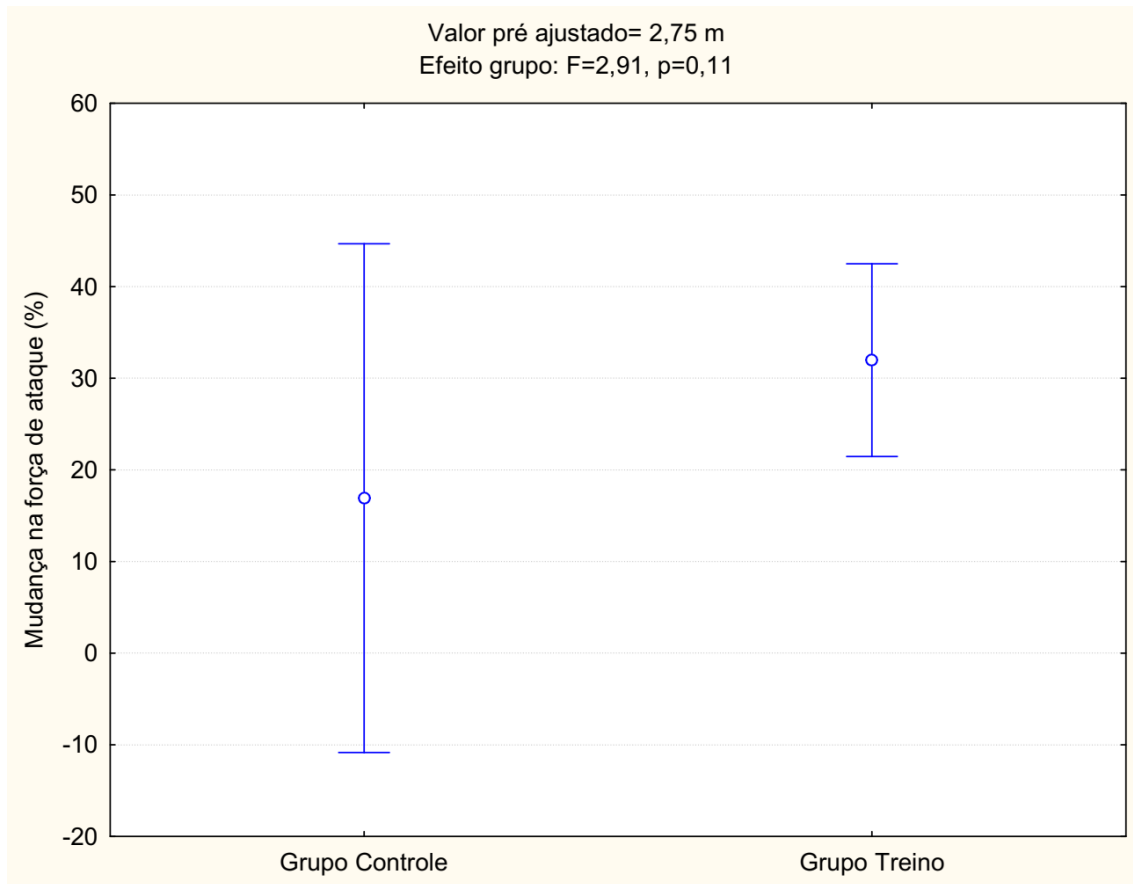


Figura 2. Mudança na força de ataque após as 5 semanas. Cada valor relatado foi ajustado pelo valor basal (pré 5 semanas) com o ponto médio representando a mudança média e a variabilidade representada pelo intervalo de confiança de 95%.

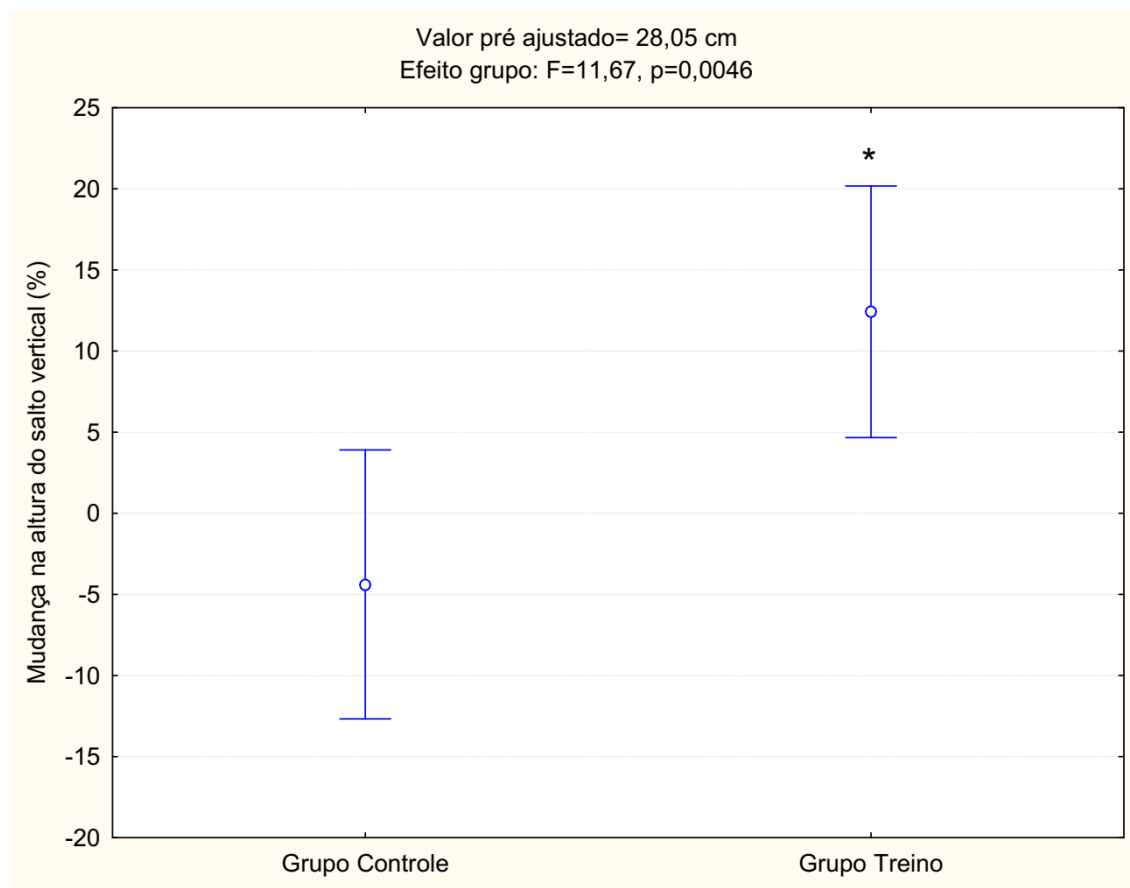


Figura 3. Mudança no desempenho do salto vertical após as 5 semanas. Cada valor relatado foi ajustado pelo valor basal (pré 5 semanas) com o ponto médio representando a mudança média e a variabilidade representada pelo intervalo de confiança de 95%. \* representa uma diferença significativa entre os grupos na mudança no desempenho do salto vertical.

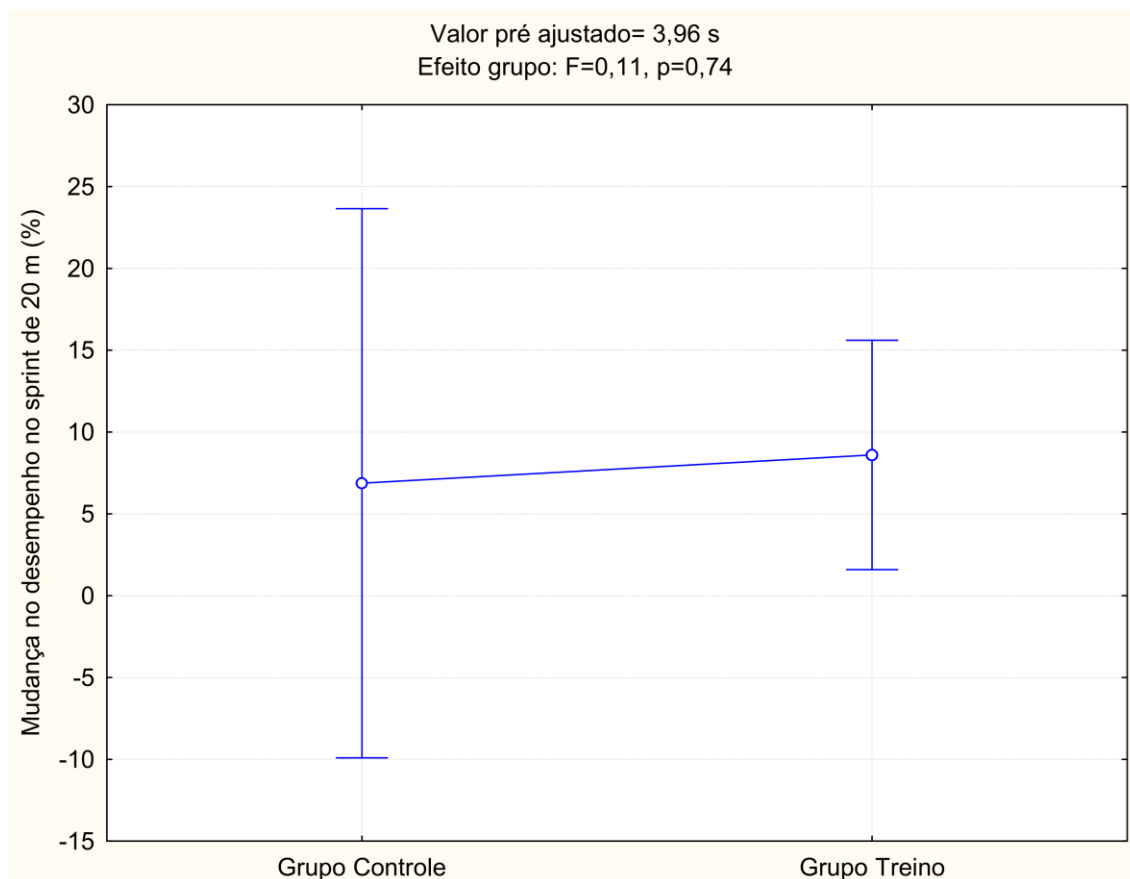


Figura 4. Mudança no desempenho no sprint de 20 m após as 5 semanas. Cada valor relatado foi ajustado pelo valor basal (pré 5 semanas) com o ponto médio representando a mudança média e a variabilidade representada pelo intervalo de confiança de 95%.

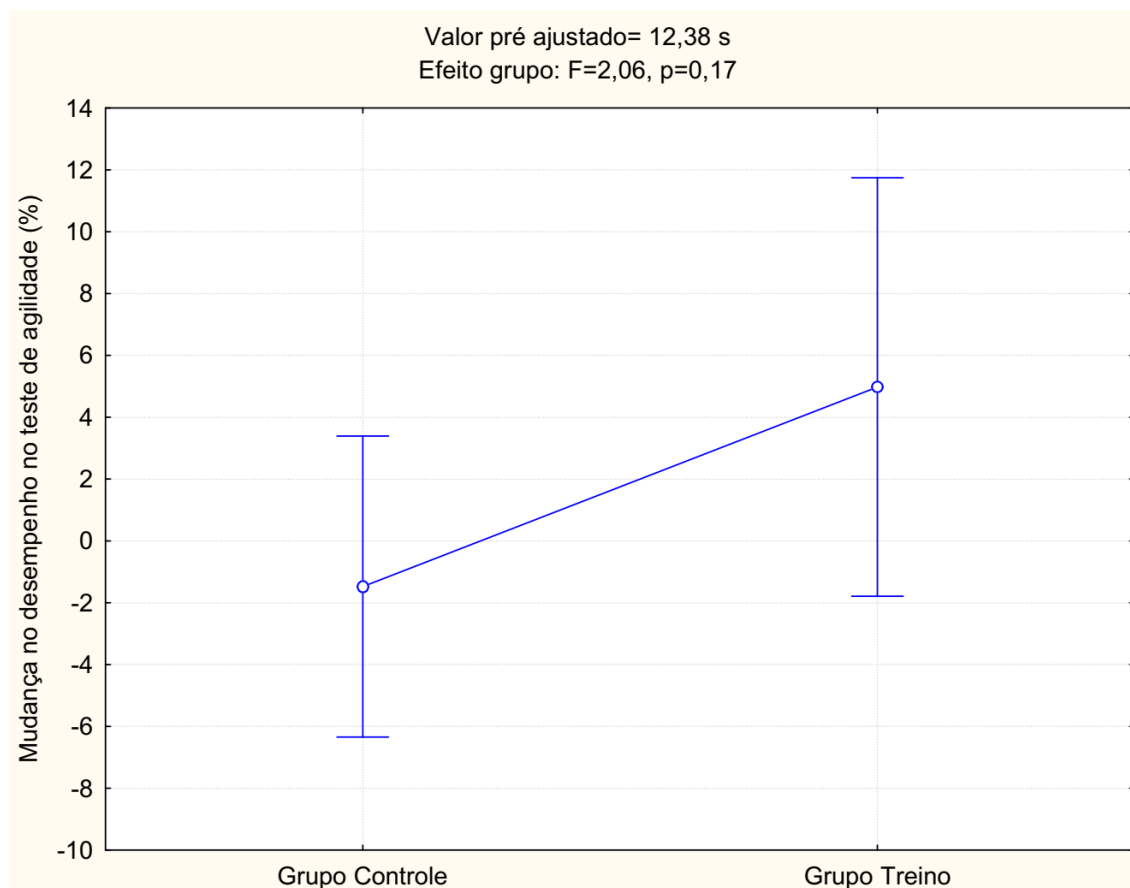


Figura 5. Mudança no desempenho no teste de agilidade após as 5 semanas. Cada valor relatado foi ajustado pelo valor basal (pré 5 semanas) com o ponto médio representando a mudança média e a variabilidade representada pelo intervalo de confiança de 95%.

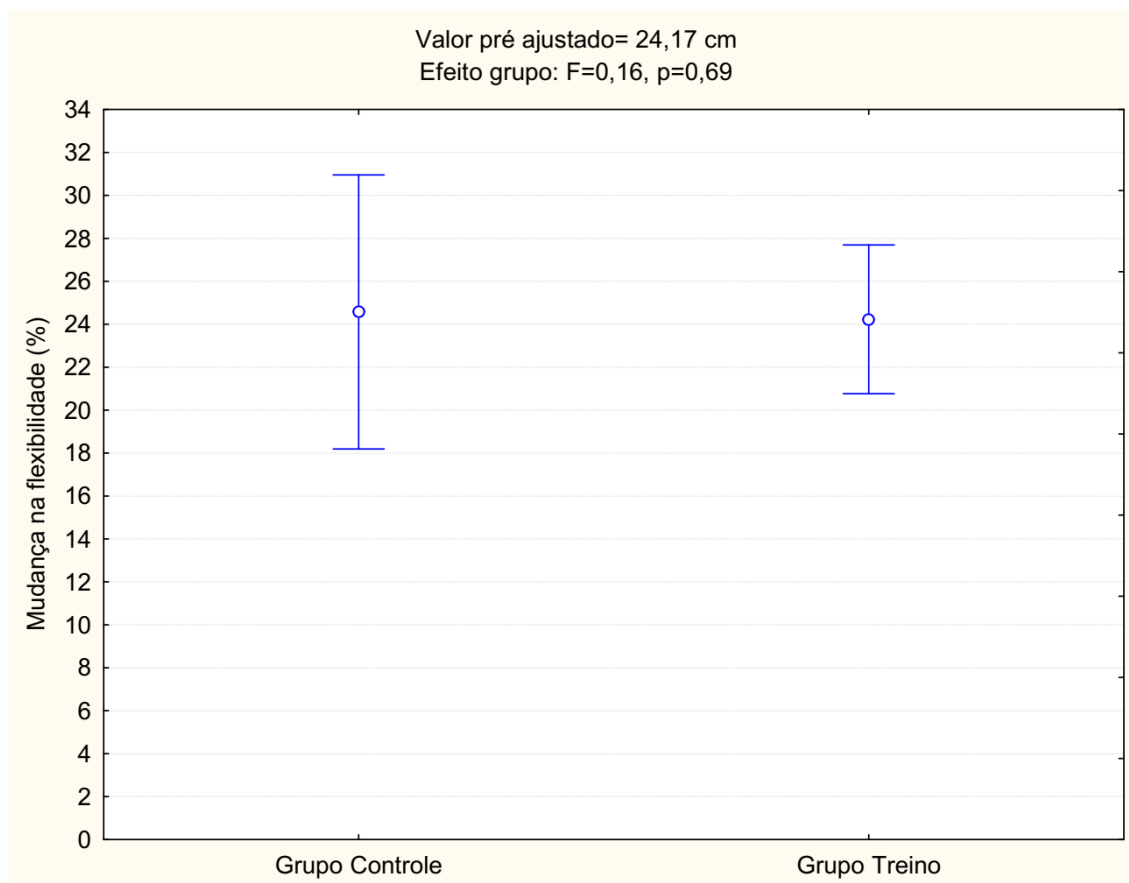


Figura 6. Mudança no desempenho na flexibilidade após as 5 semanas. Cada valor relatado foi ajustado pelo valor basal (pré 5 semanas) com o ponto médio representando a mudança média e a variabilidade representada pelo intervalo de confiança de 95%.

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises de correlações entre os parâmetros de desempenho físico após 5 semanas de treinamento pliométrico e mostram existir 3 blocos de mecanismos de ação.

Inicialmente verificou-se correlação positiva e forte entre os parâmetros de desempenho físico de características dos membros superiores (forças de toque e de ataque,  $P < 0,001$ ).

O segundo mecanismo encontrado na Tabela 2 foi identificado na correlação positiva e moderada entre os parâmetros de membros inferiores salto vertical e velocidade com as duas forças de membros superiores (forças de toque e de ataque:  $P < 0,001$ ).

O terceiro mecanismo observado nas correlações foi encontrado ao verificar que o teste de salto vertical exibiu correlação negativa e forte ( $P < 0,001$ ) com o teste de sprint de 20m e correlação negativa e moderada ( $P < 0,001$ ) com o teste de agilidade.

**Tabela 2** – Correlações entre os parâmetros de desempenho físico após 5

semanas de treinamento pliométrico ( $r$ ).

Parâmetros	Ataque	Salto Vertical	Sprint de 20m	Agilidade
Toque	0,926 <sup>b</sup>	0,633 <sup>b</sup>	-0,586 <sup>b</sup>	-0,338
Ataque		0,639 <sup>b</sup>	-0,591 <sup>b</sup>	-0,440
Salto Vertical			-0,768 <sup>b</sup>	-0,537 <sup>a</sup>
Sprint de 20 m				0,442 <sup>a</sup>

Toque (Teste de Força de Toque); Ataque (Teste de Força de Ataque); Salto Vertical (Teste de Salto Vertical); Agilidade (Teste de Agilidade). Valores em coeficiente de correlação ( $r$ ). Correlação de Pearson (<sup>a</sup> vs.  $P < 0,05$ ; <sup>b</sup> vs.  $P < 0,001$ ).

## DISCUSSÃO

O presente estudo teve como meta investigar o impacto de 5 semanas de treinamento pliométrico em membros superiores e inferiores sobre o desempenho físico, bem como a relação entre o desempenho dos parâmetros físicos. Um dos principais resultados desse estudo foi observar que 5 semanas de experimento exibiram melhoras no desempenho do salto vertical. Também foi identificada correlação positiva entre os desempenhos do salto vertical com a velocidade e a agilidade, bem como entre os parâmetros de desempenho dos membros superiores após o período de treinamento.

O treinamento pliométrico de membros inferiores neste estudo promoveu melhorias significativas no teste de salto vertical de 11,3% ao comparar o grupo Treino entre os momentos antes e após 5 semanas de treinamento, bem como de 22,9% entre os grupos Treino e Controle após a intervenção (Figura 3). Chelly et al.<sup>2</sup> relataram que estudos anteriores de treinamento pliométrico exibiram melhoras de 5 a 15% confirmando, assim, a relevância da magnitude da melhora promovida pelo programa de treinamento nesse estudo. Resultados similares aos do presente estudo foram observados em saltos verticais por estudos anteriores<sup>2,4,20,21</sup>.

Katsikari et al.<sup>20</sup> exibiram melhora no salto vertical sem queda após 10 semanas de treino pliométrico em garotas pré-adolescentes de 9 a 11 anos. Gonçalves e Navarro<sup>4</sup> encontraram aumento no salto vertical e na corrida de 50m após 8 semanas de treino pliométrico com atletas de futsal de 16 anos. Hammami et al.<sup>21</sup> relataram que 7 semanas de treino pliométrico na areia para atletas de handebol elevaram o desempenho no salto vertical e corrida de 20m. Jlid et al.<sup>22</sup> verificaram que 6 semanas de treino pliométrico multidirecional com atletas de futebol sub-21 elevaram a altura de saltos verticais e a agilidade no teste T. Os estudos acima



expressam os ganhos promovidos pelo treinamento pliométrico de membros inferiores mesmo variando o tempo de intervenção entre 10 a 6 semanas. Tais resultados corroboram com os achados do presente estudo, expressando a sua relevância na observação da melhora no desempenho do salto vertical após 5 semanas de treinamento pliométrico.

Conforme Zwarg et al.<sup>9</sup>, o aumento do recrutamento das fibras musculares tipo II, responsáveis pelas contrações rápidas, que potencializam ganhos fisiológicos e musculares por elevar a sincronização das mesmas ações é o principal mecanismo da melhora na potência e força explosiva promovida pelo treinamento pliométrico. Chelly et al.<sup>2</sup> reforçam que o alongamento muscular promovido pela contração excêntrica do exercício pliométrico produz um leve dano reversível estimulando a hipertrofia e a remodelação muscular, em que receptores são estimulados, membranas são sensibilizadas e fatores de crescimento liberados, promovendo a renovação e acréscimo proteico e, conseqüentemente, o aumento da força muscular. Esses mecanismos podem ser a justificativa para a melhora no desempenho do salto vertical observada após as 5 semanas de treino pliométrico.

Em uma meta-análise envolvendo estudos de pliometria com membros inferiores, Villarreal et al.<sup>28</sup> relataram que as variáveis mais importantes na promoção de melhorias no desempenho físico foram que programas de pliometria deveriam exibir volume de treinamento com mais de 10 semanas e 20 sessões, sugerindo o volume ideal de aproximadamente 1000 saltos no programa, bem como promover alta intensidade com mais de 50 saltos por sessão. Os resultados do presente estudo trazem como diferencial exibir benefícios no desempenho com um programa que realizou 15 sessões de treinos em 5 semanas, tendo 5 exercícios de braço intercalados a 5 de perna, com 150 repetições por sessão. O presente estudo mostrou melhora no desempenho do salto vertical com a realização de aproximadamente 2250 saltos e repulsões de braço em menor número de semanas e de sessões.

Os benefícios do treinamento pliométrico de membros inferiores têm sido mostrados quando o ciclo contrações excêntricas e concêntricas ocorrem a partir de quedas à altura de 40 a 60cm<sup>8,10,16</sup>. Zwarg et al.<sup>9</sup> reportam da literatura o mecanismo de absorção e acúmulo de energia elástica gerado na fase excêntrica a partir do impacto da altura no alongamento muscular. Essa energia acumulada seria disponibilizada posteriormente na fase concêntrica em forma de energia cinética, elevando a produção de força com menor custo metabólico, sugerindo que a altura da queda seria crucial para este mecanismo. Nos programas de treinamento pliométrico de membros superiores, a padronização das alturas de quedas e repulsões, bem como os tipos de treinos pliométricos não estão bem estabelecidos<sup>7</sup>. Tais

variáveis de treinamento podem promover inconsistência nos resultados das investigações, o que demanda mais estudos para identificar a melhor altura das quedas de banco para os programas de pliometria de membros superiores.

Na presente investigação não foi observada diferença significativa na variação do ganho de força de toque e de ataque entre os grupos Controle e Treino após 5 semanas de treinamento pliométrico de membros superiores (Figuras 1 e 2). Contudo, foi verificado maior efeito do tamanho na força de ataque para o grupo Treino ( $d=0,84$ , efeito grande), em comparação ao grupo Controle ( $d=0,50$ , efeito moderado). A inobservância de diferença estatística nesses resultados pode ser explicada pelo pequeno número de indivíduos, a alta variância dos dados no momento basal (i.e., pré 5 semanas), o que pode ser devido à pouca familiarização dos indivíduos com os testes utilizados. Outro fator que pode ter contribuído para os resultados encontrados é a ausência de referências padronizadas das alturas de queda de banco e do lançamento da bola de medicineball nos treinos pliométricos de membros superiores. Em adição, é possível que 5 semanas de treinamento pliométrico não sejam suficientes para exibir benefícios sobre parâmetros de desempenho dos membros superiores, já que outros estudos verificaram benefícios com treinos balísticos em 12 semanas<sup>23</sup> e de arremessos de medicineball em 8 semanas<sup>12</sup>. Tais inconsistências sugerem que novos estudos sejam desenvolvidos para sanar essas lacunas.

A respeito dos testes de sprint de 20m e de agilidade, não foi observada diferença significativa entre os grupos no desempenho do teste de sprint de 20m (9,7%, Figura 4) e de agilidade (4,2%, Figura 5) após 5 semanas de treinamento pliométrico. Entretanto, houve maior efeito do tamanho no teste de agilidade para o grupo Treino ( $d=-0,66$ , efeito moderado) em comparação ao grupo Controle ( $d=0,19$ , efeito moderado). Miller et al.<sup>14</sup> relataram melhora de 2,93% no teste de Ilhinois e 4,86% no teste T após 6 semanas de treino pliométrico com 38 voluntários de 18 anos, justificando a melhora ao aumento do recrutamento de unidades motoras e às adaptações neurais. A ausência de diferença estatística no presente estudo para o teste de agilidade pode ser justificada pelo pequeno número de indivíduos avaliados (16) ao comparar com estudos anteriores.

Para a avaliação da flexibilidade, esse estudo verificou por meio do “Flexiteste” um nível “grande” de flexibilidade conforme a classificação de Marques Junior<sup>26</sup>. Tais achados são similares aos de Albarello et al.<sup>29</sup>, que observaram níveis de flexibilidade de “médio” a “muito grande” em atletas de voleibol feminino de 13 e 14 anos. Todavia, no presente estudo não houve diferença no nível de flexibilidade entre os grupos (Figura 6)

O protocolo de avaliação da flexibilidade utilizado nessa investigação tem sido pouco referenciado na literatura, por ser desenvolvido para avaliar atletas de voleibol<sup>26</sup>. Nesse sentido, não foram encontrados estudos analisando pliometria e flexibilidade para comparar aos resultados do presente estudo. Racil et al.<sup>18</sup> também não verificaram alteração na flexibilidade em atletas de corrida com barreira de 16 anos após o treinamento pliométrico, porém, quando o treino pliométrico foi associado com treino de flexibilidade, foram observados ganhos nessa valência física. Em contrapartida, Silva et al.<sup>19</sup> mostraram que, após 8 semanas com 16 sessões de treinamento de saltos verticais, atletas de ginástica rítmica melhoraram a flexibilidade, sendo avaliados por um teste similar ao empregado nesse estudo. Desta forma, os resultados inconclusivos ao efeito do treinamento de pliometria sobre ganhos e/ou prejuízos na flexibilidade demandam novas pesquisas para consolidar esta relação.

Outro resultado importante do presente estudo foi observar uma correlação negativa e moderada entre o teste de salto vertical com os testes de agilidade e sprint (Tabela 2). Asadi<sup>5</sup> também identificou correlação inversa entre salto vertical e teste de agilidade de Illinois e teste T em 60 atletas de basquetebol de 19 anos. Partindo do pressuposto de que quanto menor o tempo de execução melhor é o desempenho em velocidade e agilidade, o maior recrutamento de fibras tipo II de contração rápida e de unidades motoras promovida pelo treinamento pliométrico poderiam elevar a performance de parâmetros neuromusculares de características anaeróbica alática, conforme apresentado por outros autores<sup>2</sup>. Contudo, este estudo não identificou melhora no desempenho da agilidade e sprint após 5 semanas de treinamento pliométrico, sugerindo que a magnitude do efeito da correlação não foi suficiente para impactar em melhora na agilidade e velocidade pós-treinamento.

O mesmo mecanismo poderia justificar a correlação positiva e forte observada entre as forças de membros superiores (toque e ataque). Apesar dos dois testes utilizarem o mesmo grupamento muscular com padrões de movimentos diferentes entre o toque e o ataque, esta correlação sinaliza que quanto maior foi a força de toque, maior seria a força de ataque, e vice-versa. Todavia, neste estudo, o efeito do ciclo alongamento-encurtamento de força explosiva desencadeado pelo treinamento pliométrico de membros superiores não mostrou magnitude suficiente para elevar as forças de toque e ataque entre os grupos Controle e Treino.

Ao investigar o impacto do treinamento pliométrico em membros superiores e inferiores sobre o desempenho físico, este estudo observou um resultado intrigante. Verificou-se uma correlação positiva e moderada entre a força de membros inferiores no salto vertical com os dois testes de membros superiores (toque e ataque), sugerindo que quanto maior for o

desempenho do salto vertical maior seria o desempenho das forças de braço. Zwarg et al.<sup>9</sup> relatam que parte dos benefícios do exercício pliométrico sobre o desempenho físico poderiam ser atribuídos às adaptações neurais elevando o recrutamento de unidades motoras musculares. Todavia, nesta correlação observada, por se tratar de grupamentos musculares diferentes entre membros inferiores correlacionado a grupamentos musculares de membros superiores, não se pode afirmar os benefícios sugeridos por Zwarg et al.<sup>9</sup>. Tal descoberta necessita de mais investigações para se conhecer o verdadeiro mecanismo de ação.

Este estudo exhibe como limitações metodológicas um baixo número de indivíduos estudados por ser um estudo piloto, o que pode ter influenciado na ausência de diferença estatística nas análises de alguns parâmetros. A sobrecarga dos exercícios com *medicineball* (bolas de 3, 4 e 5 kg) e as alturas de repulsão de braço (20 e 25cm de altura), que foram definidas pela experiência dos autores no protocolo de treinamento de membros superiores foram iguais entre os indivíduos durante a mesma sessão de treino, o que poderia ser um limitante na equalização da intensidade dos treinamentos entre os indivíduos. O teste de força de ataque teve por meta reproduzir o movimento de braço no ato do ataque no voleibol. Em razão de sua metodologia ter sido desenvolvida pelos autores, não foi possível comparar seus resultados com outros estudos. Nos exercícios de saltos sobre barreiras e quedas de bancos, apesar de não usar sobrecarga de peso externo, a altura fixa nas quedas de banco para todos os indivíduos também pode ter promovido intensidade diferente entre os indivíduos.

## **Conclusão**

Pode-se concluir que 5 semanas de treinamento pliométrico de membros superiores e inferiores promoveu ganho no desempenho do salto vertical. Também foi observada uma relação direta e moderada entre os desempenhos no salto vertical, no sprint de 20m e no teste de agilidade. Em adição, o desempenho no salto vertical correlacionou com as forças de membros superiores. Por outro lado, identificou-se lacunas a serem estudadas em novas investigações quanto ao efeito do treinamento pliométrico sobre os membros superiores.

Os resultados identificados nesta investigação são relevantes e devem ser considerados pelos profissionais da área de força e condicionamento físico no sentido de utilizar 5 semanas de treinamento pliométrico para promover melhora no desempenho do salto vertical.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem à FAPEMIG, pelas bolsas de Iniciação Científica; ao Campus Rio Pomba do IF Sudeste MG, pela disponibilização da infraestrutura e de recursos para pesquisa; à Pró-reitoria de Pesquisa e Inovação do IF Sudeste MG, pela Bolsa ao Pesquisador; e à Professora Cláudia Lima Gomes Coelho, do Departamento Acadêmico de Educação, pela revisão gramatical.

## Referências

- 1 Freitas VH, Miloski B, Bara-Filho MG. Monitoramento da carga interna de um período treinamento em jogadores de voleibol. *Rev Bras Educ Fís Esporte*. 2015; 29: 5-12.
- 2 Chelly MS, Hermassi S, Aouadi R, Shephard R. J. Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *J Strength Cond Res*. 2014; 28: 1401-1410.
- 3 Durigan JZ, Dourado AC, dos Santos AH, Carvalho VAQ, Ramos M, Stanganelli LCR. Effects of plyometric training in power of lower limbs and speed of junior tennis players. *J Phys Education*. 2013; 24, 617-626.
- 4 Gonçalves RA, Navarro AC. A influência do treinamento de força especial explosiva pliométrica para membros inferiores em saltos e velocidade. *Rev. Bras. Futsal Futeb*. 2017; 9: 64-69.
- 5 Asadi A. Relationship between jumping ability, agility and sprint performance of elite young basketball players: a field-test approach. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum*. 2016; 18: 177-186.
- 6 Marques MC, Travassos B, Almeida R. Explosive strength, velocity and specific motor skills in soccer junior players: correlational study. *Motricidade*. 2010; 6: 5-12.
- 7 Alecrim JVC, Alecrim Neto JVC, Souza MO, Pires GP. Efeito do treinamento pliométrico e isométrico na força explosiva de membros superiores de atletas de handebol. *Rev Cien del Deporte*. 2020; 16: 49-54.
- 8 Alencar J, Neves L, Santos S, Cristina T, Macena W. *Efeito do treinamento pliométrico sobre força explosiva, velocidade e agilidade em atletas de voleibol feminino* Graduação thesis, Universidade Cidade de São Paulo, (2019).
- 9 Zwarg BRA, Cavarsan Júnior JC, Germano MD, Moraes MM, Sindorf MAG, Motta GR, Balbino HF, Lopes CR. Treinamento pliométrico no futebol. *Rev. Bras. Futsal Futeb*. 2013; 5: 198-204.
- 10 Komi PV. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *J Biomech*. 2000; 33: 1197-1206.
- 11 Moura FA, Jacinto CAC, Felicissimo CT, Prudêncio MV, Mercadante LA, Cunha SA.

- Concordância e correlação entre três métodos distintos para quantificação altura salto vertical. *Rev Bras Educ Fís Esporte*. 2015; 29: 25-34.
- 12 Pereira A, Costa AM, Santos P, Figueiredo T, João PV. Training strategy of explosive strength in young female volleyball players. *Medicina*. 2015; 51: 126-131.
  - 13 Coledam DHC, Arruda GA, Santos JW, Oliveira AR. Relação dos saltos vertical, horizontal e sêxtuplo com a agilidade e velocidade em crianças. *Rev Bras Educ Fís Esporte*. 2013; 27: 43-53.
  - 14 Miller MG, Herniman JJ, Ricard MD, Cheatham CC, Michael TJ. The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *J. Sports Sci. Med*. 2006; 5: 459-465.
  - 15 Browne RAV, Sales MM, Lima SFC, Santos LCS, Rocha Filho JB, Macedo TA, Olher RRV. Desempenho motor de atletas de badminton adolescentes. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício* 7, 115-122 (2013).
  - 16 Vilela G, Silva SF. Efeitos do treinamento pliométrico na força explosiva e potência de meninas púberes praticantes de voleibol. *R. bras. Ci. e Mov*. 2017; 1: 109-117.
  - 17 Marchetti PH, Soares EG, Silva FHDO, Medeiros II, Neto IR, Lopes CR, Uchida MC, Bacurau RF. Efeito de diferentes durações do alojamento no desempenho de saltos unipodais. *Rev Bras Med Esporte*. 2014; 20: 223-226.
  - 18 Racil G, Jlid MC, Bouzid MS, Sioud R, Khalifa R, Amri M, Gaied S, Coquart J. Effects of flexibility combined with plyometric exercises vs isolated plyometric or flexibility mode in adolescent male hurdlers. *J Sports Med Phys Fitness*. 2020; 60: 45-52..
  - 19 Silva JM, Oliveira DV, Leme DEC, Nascimento Júnior JRA, Anversa ALB. Influência do treinamento de flexibilidade e força muscular em atletas de ginástica rítmica. *Saúde e Pesq*. 2016; 9: 325-331.
  - 20 Katsikari K, Bassa E, Skoufas D, Lazaridis S, Kotzamanidis C, Patikas DA. Kinetic and Kinematic Changes in Vertical Jump in Prepubescent Girls After 10 Weeks of Plyometric Training. *Pediatr Exerc Sci*. 2020; 32: 81-88.
  - 21 Hammami M, Bragazzi NL, Hermassi S, Gaamouri N, Aouadi R, Shephard RJ, Chhelly MS. The effect of a sand surface on physical performance responses of junior male handball players to plyometric training. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2020; 12: 26.
  - 22 Jlid MC, Coquart J, Maffulli N, Paillard T, Bisciotti GN, Chamari K. Effects of in Season Multi-Directional Plyometric Training on Vertical Jump Performance, Change of Direction Speed and Dynamic Postural Control in U-21 Soccer Players. *Front Physiol*. 2020; 11: 374.
  - 23 Turgut E, Cinar-Medeni O, Colakoglu FF, Baltaci G. "Ballistic Six" Upper-Extremity Plyometric Training for the Pediatric Volleyball Players. *J Strength Cond Res*. 2019; 33, 1305-1310.
  - 24 Cerqueira LAV, Cerqueira MS, Franco FSC, de Faria RC. Analysis and Comparison of the

- Nutritional Status of Adolescents utilizing Different Anthropometrics Indices. *Obesity*. 2015; 1: 102.
- 25 González Y, Sedano S, Fernández J, Díaz H. Estudio comparativo de factores antropométricos y de condición física en jugadores jóvenes de voleibol colombiano. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 2014; 17: 53-63.
- 26 Marques Junior NK. Seleção de testes para o jogador de voleibol. *Movimento & Percepção*. 2010; 11: 169-206.
- 27 Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences.*, Vol. 2nd ed. (Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1988).
- 28 Villarreal ESS, Kellis E, Kraemer WJ, Izquierdo M. Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *J Strength Cond Res*. 2009; 23: 495-506.
- 29 Albarello H, Fontela PC, Martins DS, Bigolin SE, Winkelmann ER. Características antropométricas, físicas e cardiorrespiratórias de jovens atletas de voleibol feminino. *Saúde e Pesq.* 2018; 11: 205-212.