

---



---

## EFEITOS DO MÉTODO PLIOMÉTRICO DE TREINAMENTO SOBRE A FORÇA EXPLOSIVA, AGILIDADE E VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DE JOGADORAS DE FUTSAL

---



---


### EFFECTS OF PLYOMETRIC TRAINING ON MUSCLE POWER, AGILITY AND SPEED OF FUTSAL PLAYERS

---



---

**Giovana Trentino de Almeida  
Gustavo Puggina Rogatto**

Universidade Federal de Mato Grosso  
 [gustavorogatto@yahoo.com.br](mailto:gustavorogatto@yahoo.com.br)  
 (Brasil)

#### Resumo

Objetivando verificar os efeitos do treinamento de pliometria sobre a força explosiva, agilidade e velocidade de jogadoras de futsal, 16 adolescentes (idades entre 13 e 15 anos) foram distribuídas em dois grupos: grupo controle (GC) e grupo experimental (GE). As integrantes do GE foram submetidas a um programa de treinamento pliométrico, caracterizado por saltos em profundidade. O programa de pliometria foi realizado em sessões de 30 minutos, 2x/semana durante quatro semanas. No início e ao final do estudo foram avaliadas a impulsão vertical (IV), a impulsão horizontal (IH), a agilidade (AG), e a velocidade de deslocamento (VD). O percentual de gordura foi determinado pelo método das dobras cutâneas. A ANOVA mostrou que o GE apresentou aumento da IH e da AG ao final do programa de treinamento. A IV e a VD não se modificaram ao final das quatro semanas de pliometria. Concluiu-se que o treinamento pliométrico melhorou a impulsão horizontal e a agilidade de jogadoras de futsal e se mostrou uma ferramenta importante para o treinamento físico.

**Palavras Chaves:** pliometria; treinamento de força, treinamento físico, potência muscular, futsal.

#### Abstract

Aiming to verify the effects of plyometrics training on muscle power, agility and speed in futsal players, sixteen female adolescents (age from 13 to 15) were distributed in two groups: control group (CG) and experimental group (EG). EG participants were submitted to a plyometric physical training that consisted in deep jumps. Plyometrics training was performed as 30-minute sessions, 2 times/week for 4 weeks. At the beginning and at the end of the study vertical jump (VJ), horizontal jump (HJ), agility (AG) and speed (S) tests were applied. Relative body fat was determined using skinfold method. ANOVA showed that EG presented improvements of HJ and AG results at the end of plyometrics training. VJ and S did not change by the four-week plyometrics training. It was concluded that plyometrics improved horizontal jump and agility results and showed itself an important tool for physical training.

**Keywords:** plyometrics; strength training; physical training, muscle power, futsal.

Recebido em: 30/10/2006

Aceito em: 19/12/2007

## **Introdução**

Em qualquer modalidade esportiva a preparação física se torna essencial para o bom desempenho de um atleta e para a obtenção de resultados satisfatórios nas competições. As técnicas para o aperfeiçoamento do desempenho físico estão se tornando cada vez mais aprimoradas, e derrubar novos recordes tem sido cada vez mais difícil. Por isso, o sistema de treinamento deve ser bem organizado e, como coloca Bompa (2004), planejado e específico, para que os sistemas de energia do atleta se adaptem às exigências específicas do esporte praticado.

O método pliométrico é comumente utilizado para treinamento de atletas que realizam provas de alta velocidade ou em esportes que utilizam saltos (por exemplo, saltos em altura, distância, triplo, no voleibol e no basquetebol, entre outros) (McARDLE, KATCH e KATCH, 2003).

Bompa (2004) menciona o futebol como um esporte em que o treinamento pliométrico pode ser aplicado, uma vez que este desporto, bem como a corrida de curta distância, a patinação artística, o salto com esqui, entre outros, envolve atividades explosivo-reativas ou uma alta velocidade de seu próprio corpo. A pliométrie é um tipo de treinamento de força que pode beneficiar o desempenho dos atletas, atendendo os aspectos que preocupam os treinadores e proporcionando baixo custo, eficácia e fácil aplicabilidade, além de reconhecido valor na melhoria dos aspectos explosivos da força.

## **Futebol de salão**

Inicialmente praticado em quadras de basquetebol durante as aulas de Educação Física, o futebol de salão (futsal) surgiu na década de 30 do século passado e tem a origem polêmica, pois sua criação é reivindicada tanto pelo Brasil quanto pelo Uruguai (SAAD, 1997). Hoje, essa modalidade esportiva é uma das mais populares do Brasil, sendo uma das mais praticadas nas escolas.

Dantas (2003) mostra a importância do treinamento físico quando diz que a preparação física para o futebol corresponde a 60% do treinamento total realizado no período preparatório. Segundo esse autor, estudos comprovam que um favorecimento do desempenho de jogo está relacionado a um melhor condicionamento e aptidão física. Segundo Dantas (2003, p.300), a preparação física no período de competição tem como objetivo principal o “aperfeiçoamento das qualidades físicas imprescindíveis à prática do desporto”. Nesse sentido, na fase específica do treinamento de futebol deve-se trabalhar a velocidade de movimento e a força explosiva, e no período de transição objetiva-se a manutenção da resistência muscular localizada, a resistência aeróbica e a flexibilidade.

## **Capacidades físicas e sistemas energéticos envolvidos no futsal**

O futsal apresenta uma gama de ações motoras semelhantes ao futebol, o qual é caracterizado por Gomes e Silva (2002), como um jogo atlético com elevada atividade motora. Neste esporte, os atletas realizam uma sucessão de esforços intensos e breves em ritmos diferentes, com um nível de exigência funcional muscular muito alto, como nas corridas, nos saltos, nas movimentações táticas e na técnica de condução de bola, solicitando desses atletas a mobilização máxima de suas capacidades funcionais, velocidade e força (GOMES e SILVA, 2002).

Segundo Gomelski apud Gomes e Silva (2002), mais de 70% dos movimentos no futebol se caracterizam pelos fatores força e velocidade. Carnaval (1998) coloca que são fatores que influenciam no desempenho esportivo a agilidade, a força e a velocidade, além

da flexibilidade e da coordenação do atleta. As denominações de cada valência física diferem muito de autor para autor, e Dantas (2003) divide as valências em dois grupos, da seguinte forma: 1) qualidades da forma física: predominantemente desenvolvidas ou obtidas através do treinamento, como a força dinâmica, a força estática, a força explosiva, a resistência anaeróbica e aeróbica, a resistência muscular localizada e a flexibilidade; 2) qualidades das habilidades motoras: são inatas, as quais o treinamento iria somente aperfeiçoar, como a coordenação, a agilidade, a velocidade de reação e de movimento. Dantas (2003) também afirma que existem qualidades físicas derivadas que são produtos da combinação de outras qualidades físicas já apresentadas.

De modo geral, a agilidade é conceituada como a capacidade do indivíduo realizar movimentos rápidos com mudança de direção e deslocamento do centro de gravidade corporal (CARNAVAL, 1998; BARBANTI, 2003; DANTAS, 2003; PITANGA, 2002; HOLLMANN e HETTINGER, 2005).

Para muitos autores a força muscular é denominada a capacidade do músculo exercer tensão se opondo a uma resistência (DANTAS, 2003; MARINS e GIANNICHI, 1996). A força também pode ser sub-classificada de diferentes maneiras, considerando tanto o comprimento da fibra muscular durante a contração (estática ou dinâmica) quanto à velocidade (potência) ou capacidade de resistir a uma demanda específica (máxima ou resistência). A potência (ou força explosiva) é a combinação da força com a velocidade. Harre e Hauptman apud Mesón e Ramos (2001), denominam essa força como capacidade de vencer uma resistência com a maior velocidade de contração muscular possível. A força explosiva está relacionada à velocidade de execução de movimento e à força desenvolvida pelo músculo (DANTAS, 2003). Este tipo de força depende muito da velocidade de contração das fibras musculares e do tamanho do corte transversal do músculo, da sua estrutura e da sua coordenação neuro-muscular (HOLLMANN e HETTINGER, 2005).

Outra capacidade física de fundamental importância para o futebol de salão é a velocidade. A velocidade é denominada por Dantas (2003) como a capacidade de realizar uma ação no menor tempo possível. Alguns autores como Hernandez Júnior (2002) apresentam a velocidade de deslocamento identificando-a como um tipo de velocidade que está relacionada à força rápida (ou força explosiva), que é a “contração muscular com a máxima velocidade possível e com mínimo tempo de execução”.

Mesón e Ramos (2001) dão destaque à força reativa, caracterizada pelo ciclo alongamento-encurtamento (CAE) que ocorre nos saltos pliométricos. É uma tensão desenvolvida pelo músculo devido à ação de uma contração muscular voluntária, sempre depois de um estiramento prévio. A força elástico-reflexiva e a força explosiva elástico-reflexiva são exemplos de força reativa, segundo esses autores.

A velocidade de força é descrita por Barbanti (1986) como a capacidade de executar movimentos rápidos contra determinada resistência, como acelerar um corpo a partir de uma posição estática (largada em provas de velocidade), ou acelerar o próprio corpo vertical ou horizontalmente (cabeceio no futsal). Barbanti (1986) coloca que os saltos pliométricos são um meio de se treinar esse tipo de força, além de corridas rápidas em subidas, corridas rápidas com tração e corridas na areia.

A capacidade da musculatura se contrair rapidamente (velocidade muscular), depende da capacidade de reação, do tamanho da musculatura, da viscosidade das fibras musculares e da coordenação neuromuscular (BARBANTI, 2003). O autor sugere corridas de velocidade crescente, sprints e exercícios de saltos para treinar esta capacidade física.

Além das capacidades físicas, o sistema de fornecimento de energia também tem profunda relação com o desempenho atingido durante a prática esportiva (HERNANDES

JÚNIOR, 2002). A contração muscular ocorre devido à energia obtida com a quebra de moléculas de ATP – adenosina trifosfato (WEINECK, 2003).

Existem basicamente três tipos de fontes energéticas: anaeróbia alática, utilizando as reservas de ATP-PCr, onde a creatina-fosfato fornece energia para a ressíntese de ATP (WEINECK, 2003); anaeróbia láctica, quando a intensidade, apesar de alta, não é máxima, o organismo passa a ressintetizar ATP sem presença de oxigênio, mas utilizando a glicose, e como explicam Dantas (2003) e Hernandez Júnior (2002), ocorre subsequente acúmulo de ácido láctico (McARDLE, KATCH e KATCH, 2003); e aeróbia (ressíntese de ATP utilizando reservas de carboidrato e gorduras, na presença de oxigênio). Existe uma sobreposição da utilização dos sistemas de energia, os quais, segundo McArdle, Katch e Katch (2003), agem predominantemente em momentos diferentes durante a atividade física, e estão relacionados à duração e à intensidade do esforço.

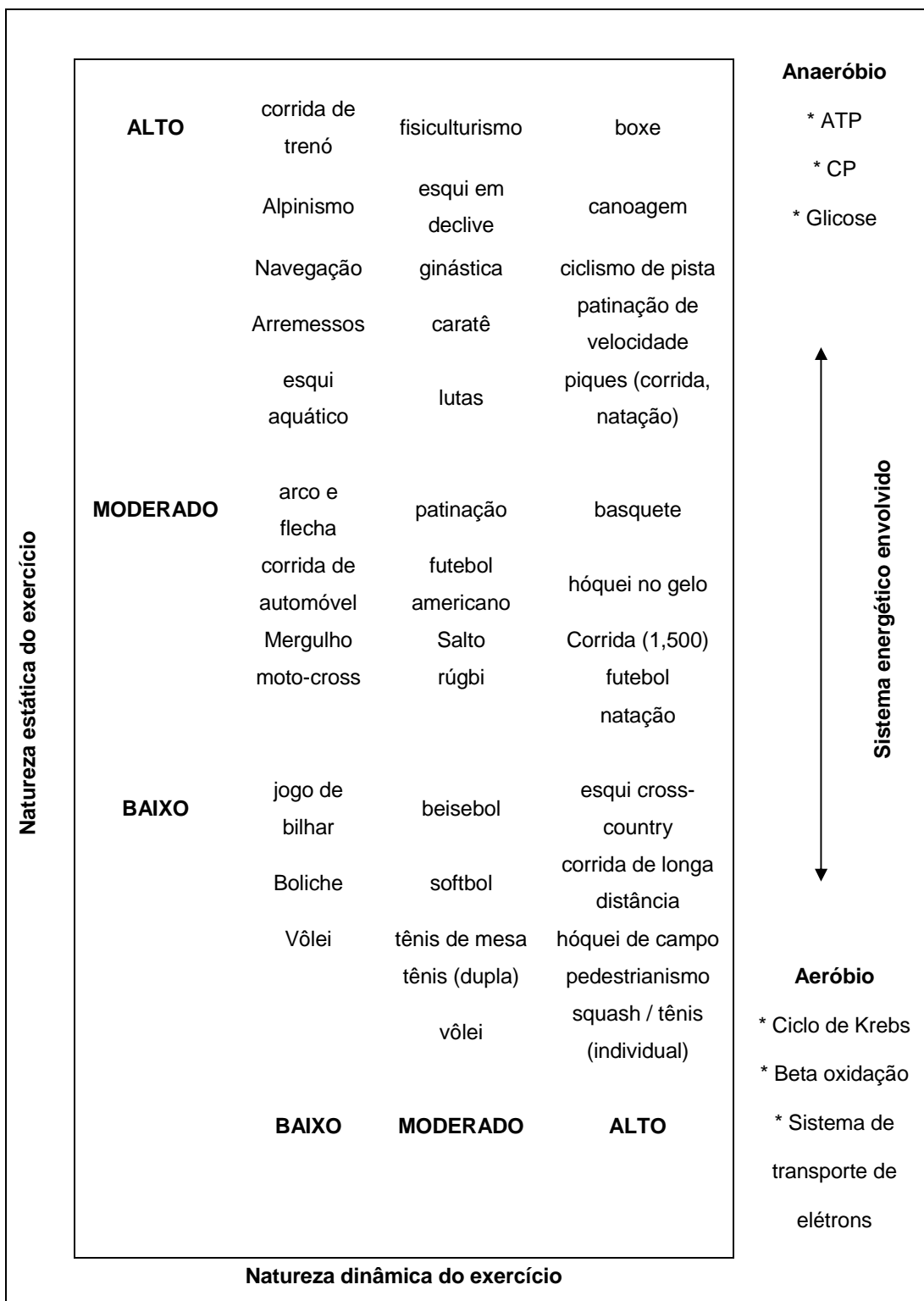
A classificação do tempo em que predomina cada um dos sistemas citados é bastante controversa. O sistema anaeróbio alático, por exemplo, segundo Bompa (2004) e Hernandez Júnior (2002), é utilizado nos 10 primeiros segundos de exercício. Há autores, como Weineck (2003), que dizem que o tempo em que o ATP-PCr é utilizado pelo sistema anaeróbio alático é de 7 segundos. McArdle, Katch e Katch (2003) afirmam que o tempo de utilização do sistema anaeróbio alático é de apenas 6 segundos, em esportes que requerem esforços curtos, porém máximos. Segundo Dantas (2003), Carnaval (1998) e Mesón e Ramos (2001), o sistema ATP-PCr está presente em atividades que façam uso da potência e da velocidade, utilizado em piques rápidos, saltos, e movimentos onde a velocidade de execução se faz presente (CARNAVAL, 1998). Hernandez Júnior (2002) afirma que este sistema é utilizado em exercícios que tenham intensidade de 90% a 100% da capacidade máxima.

No que diz respeito ao sistema de fornecimento de energia anaeróbio alático, Hernandez Júnior (2002) destaca a participação em esforços com duração entre 10 segundos e 3 minutos. Bompa (2004) coloca que esse sistema (ácido-láctico) e o sistema ATP-PCr são utilizados por todos os exercícios pliométricos, ocorrendo a predominância deste último.

Nos esforços aeróbios a ressíntese de ATP pode ser obtida por meio da glicólise aeróbia, havendo consumo das reservas de glicogênio ou oxidação das gorduras (HERNANDES JÚNIOR, 2002). Em casos de esforço prolongado ou situações extremas, as reservas de proteínas também são fontes de energia do sistema aeróbio (WEINECK, 2003).

Levando em consideração a duração de uma partida oficial de futsal (dois tempos de 20 minutos, com 5 minutos de intervalo entre esses tempos), pode-se dizer que esse esporte tem fonte aeróbia para o fornecimento de energia. Porém, o metabolismo anaeróbio se faz presente em grande parte desta atividade, uma vez que o Futsal é um desporto de velocidade, com constantes sprints em contra-ataques e jogadas de velocidade, saltos para cabeceios e movimentações rápidas para se livrar ou realizar marcação. Foss e Keteyian (2002) citam o quadro de classificação desenvolvido por Michell e colaboradores (Figura 1) informando algumas atividades físicas classificadas de acordo com o componente estático e dinâmico e a participação das diferentes reservas corporais de substratos energéticos no fornecimento de energia.

Foss e Keteyian (2002) destacam que se deve atentar para a especificidade do treinamento, determinando o sistema energético predominante na modalidade esportiva, com o intuito de desenvolver e trabalhar os sistemas corretos e relevantes para a atividade. Neste sentido, alguns autores informam que o futebol tem 60% de sua fonte de energia advinda dos sistemas ATP-PCr e glicólise anaeróbica, e que uma parcela menor da energia (20% a 30%) é obtida através do sistema aeróbico (FOSS e KETEYIAN, 2002).



**Figura 1 – Classificação de atividades esportivas de acordo com o componente estático, dinâmico, e o sistema energético envolvido (modificada de MICHELL et al. apud FOSS e KETEYIAN, 2002, p.24).**

## **Treinamento físico**

O treinamento físico a ser aplicado em qualquer modalidade esportiva está relacionado a vários fatores, entre eles o sistema energético presente na atividade em questão e as capacidades físicas envolvidas (GOMES e SILVA, 2002; HERNANDES JÚNIOR, 2002; BOMPA, 2004).

No caso do futsal, valências físicas como força (potência), velocidade de deslocamento, agilidade, entre outras, são muito requisitadas, e igualmente ao futebol americano, os atletas necessitam realizar “movimentos específicos e poderosos” caracterizados pela força explosiva (McARDLE, KATCH e KATCH, 2003, p.412). Levando em consideração tais características, a aplicação do método pliométrico de treinamento para o futsal é muito viável, uma vez que atende satisfatoriamente o desenvolvimento da força explosiva (DANTAS, 2003; HERNANDES JÚNIOR, 2003; MESÓN e RAMOS, 2001) e conseqüentemente capacidades dependentes e relacionadas a essa força, como a agilidade e a velocidade (SANTO, JANEIRA e MAIA, 1997). Existem alguns estudos sobre a pliometria aplicada ao futsal como, por exemplo, o trabalho de França et al. (2005), em que os autores conduziram um treinamento de pliometria na água em jogadores de futsal e observaram resultados positivos relacionados à força rápida.

## **Pliometria**

O termo “pliometria” está começando a ser substituído por “exercício cíclico de alongar e encurtar” (FLECK e KRAEMER, 1999, p.44), pois descreve esse tipo de exercício com mais precisão.

A palavra pliometria vem do grego plethyeien, que significa obtenção de maiores distâncias no salto (SOUSA, 2002). Segundo Bompa (2004), os exercícios pliométricos sempre foram praticados pelas crianças do mundo todo, nas brincadeiras de amarelinha ou elástico. Esse autor ainda destaca que nos anos de 1919, 1920 e 1930 os atletas de atletismo do norte e leste europeu utilizavam esse tipo de treinamento durante o inverno. Barbanti (1998) afirma que os exercícios pliométricos foram estudados e idealizados pelos russos entre 1965 e 1970.

Exercício pliométrico envolve um tipo de treinamento que utiliza exercícios de saltos a fim de “produzir uma sobrecarga de ação muscular do tipo isométrica, com grande tensão muscular, envolvendo o reflexo de estiramento nos músculos” (BARBANTI, 1998, p.54). Os exercícios pliométricos desenvolvem a força explosiva, sendo denominados também como “excêntrico-concêntrico ou treinamento da força dinâmica negativa”, pois provoca, sob o fuso muscular, uma força isotônica excêntrica ou negativa (DANTAS, 2003, p.247). Este autor descreve detalhadamente como ocorre a contração pliométrica num exercício de salto. Ao aterrissar depois de um salto, o corpo do atleta sofre uma ação da força da gravidade, superior à sua força muscular, havendo uma contração excêntrica que estimula o fuso muscular. Os músculos sinergistas realizam a parada do movimento, compensando a força da gravidade, em uma fase muito curta, e em seguida ocorre o reflexo miotático que prepara a impulsão. As fibras intra-fusais realizam o movimento de extensão do joelho, unindo-se à impulsão voluntária realizada pelo atleta, que gera uma força de impulsão.

## **Mecanismo muscular do ciclo alongamento-encurtamento (CAE)**

A pliometria, ou ciclo alongamento-encurtamento, segundo Fleck e Kraemer (1999, p.44), “refere-se a uma parte natural da maioria dos movimentos”, como quando se caminha, por exemplo. Quando apoiamos o pé no chão, acontece uma leve flexão do joelho e uma contração excêntrica do quadríceps. Depois, uma ação isométrica ocorre seguida por

uma ação concêntrica do quadríceps (FLECK e KRAEMER, 1999; McARDLE, KATCH e KATCH, 2003). Se a passagem de uma fase para a outra ocorre rapidamente, “a ação concêntrica resultante é mais forte do que se nenhuma ação excêntrica tivesse sido realizada” (FLECK e KRAEMER, 1999, p.44). Após uma contração excêntrica, seguida de uma contração concêntrica imediata, há um armazenamento de energia elástica que potencializa a força empregada pelo indivíduo (BARBANTI, 1998; FLECK e KRAEMER, 1999). McArdle, Katch e Katch (2002, p.412) afirmam que, quando acontece um alongamento, “as fibras musculares e a participação do reflexo miotático se combinam para produzir uma contração concêntrica poderosa”. O rendimento em qualquer salto é sempre maior quando ele é precedido de um movimento rápido e em sentido oposto (UGRINOWITSCH e BARBANTI, 1998). “A energia elástica armazenada na proteína contrátil do músculo só poderá ser utilizada quando o alongamento antecede imediatamente o estiramento” (BARBANTI, 1986, p.55).

Segundo Fleck e Kraemer (1999), a energia elástica pode ocasionar uma diferença de cerca de 20 a 30% entre um salto contra movimento (com mudança rápida da contração excêntrica para a concêntrica) sobre um não-contra movimento (que não envolve o ciclo alongamento-encurtamento, devido a um maior tempo gasto na mudança da contração excêntrica para a concêntrica).

Além da força elástica, existem outras explicações para uma força concêntrica mais poderosa adquirida com esse tipo de treinamento, como o recrutamento mais rápido das fibras musculares e o recrutamento de mais fibras musculares envolvidas no movimento (FLECK e KRAEMER, 1999). Esses autores dizem que existe a possibilidade, ainda não comprovada, de haver uma adaptação estrutural do tecido conjuntivo a esse tipo de treinamento, permitindo o armazenamento e uso de mais energia elástica.

### **Habilidades motoras e qualidades físicas desenvolvidas pelo treinamento pliométrico**

Os efeitos benéficos do treinamento pliométrico, segundo McArdle, Katch e Katch, (2002, p.412), foram difundidos através de várias opiniões, mas as avaliações científicas e controladas são escassas, não existindo, portanto, um consenso sobre o número ideal de saltos para indivíduos não treinados. Esses autores destacam ainda que as evidências não são suficientes para afirmar qual a altura ideal para os saltos em profundidade, mas que alturas entre 48 e 81 cm “produziram graus variáveis de sucesso”.

Segundo Dantas (2003), o treinamento pliométrico desenvolve a força explosiva, principalmente dos membros inferiores. McArdle, Katch e Katch (2002, p.412) dizem que “a repetição regular desses exercícios proporcionam um treinamento tanto neurológico quanto muscular capaz de aprimorar o desempenho de potência dos músculos específicos”. Porém, a pliometria não pode ser vista como principal forma de treinamento de resistência, devendo ser utilizada como um método coadjuvante em um programa diversificado de fortalecimento muscular (McARDLE, KATCH e KATCH, 2003).

Mesón e Ramos (2001, p.1) denominam o termo pliometria como sendo um método de preparação de força com o objetivo de desenvolver a “força explosiva e a capacidade reativa do sistema neuromuscular (passagem rápida de um trabalho excêntrico ao concêntrico)”, que tem o tipo de fonte de energia anaeróbia alática (ATP - PCr). Segundo Bauer, Thayer e Baras apud Fleck e Kraemer (1999), não existem muitos estudos sobre a influência do treinamento pliométrico sobre a força muscular mas, baseado em algumas evidências, um programa de 10 semanas pode aumentar significativamente a força dos músculos extensores de joelho.

## Tipos de saltos

Os tipos de saltos utilizados no método pliométrico de treinamento são basicamente três (BARBANTI, 1986): saltos horizontais, onde o atleta projeta seu corpo horizontalmente (pulando para frente); saltos verticais, com impulsões para cima e sem sair do lugar; e saltos em profundidade, que promovem força reativa, onde o atleta “cai” de determinada altura, e após o amortecimento da queda realiza outro(s) salto(s). Em um exercício de treinamento pliométrico, a força da gravidade e a massa corporal são utilizadas para realizar uma fase muito importante, que é a de “pré-estiramento rápido, ou de estiramento, para ativar o reflexo de estiramento e os elementos naturais de recuo elástico do músculo” (McARDLE, KATCH e KATCH, 2002, p.412).

No caso dos saltos em profundidade, deve-se atentar à altura da queda, uma vez que, quando essa for superior a 1,1m, o exercício acaba se transformando em um esforço mais próximo daquele voltado para o desenvolvimento da força máxima, e não para o treinamento da força rápida (HERNANDES JÚNIOR, 2002). Além disso, a altura excessiva contribui com o aumento do risco de lesões.

A altura de queda adequada difere bastante na opinião dos estudiosos. Os motivos para tal diferença, na opinião de Barbanti (1986), podem ser pelas características diferentes dos estudos realizados, ou pelo nível de condicionamento das pessoas testadas. Essas diferentes propostas podem ser observadas no quadro 1.

**Quadro 1 – Altura de quedas para o salto em profundidade, segundo alguns autores (BARBANTI, 1986, p.59).**

AUTORES	ALTURA DA QUEDA
Verckoshanski (1967)	75 a 110 cm
Asmussen e Bonde-Petersen (1974)	40 cm
Katschajov (1976)	80 cm
Komi e Bosco (1978)	62 cm
Wilt (1979)	30 a 46 cm

A altura máxima da queda para o trabalho de força deve ser 110 cm segundo Verkhochanski apud Fleck e Kraemer (1999), pois quedas de alturas maiores não produzem o efeito desejado, devido à lentidão com que acontece a mudança da contração excêntrica para a concêntrica. Bosco e Komi apud Bompa (2004, p.59) chegaram a resultados similares, concluindo que, em quedas acima de 110 cm “os mecanismos de ação são mudados”.

Dantas (2003) leva em consideração a capacidade física a ser trabalhada para decidir a altura da queda. Propõe que para trabalhar a velocidade, a altura da queda deve ser de 50 a 73 cm, e para a força explosiva a altura deve ser de 74 a 110 cm.

## Metodologia do treinamento pliométrico

Fatores como a intensidade e o volume de treinamento variam muito de acordo com os princípios do treinamento pliométrico. Em se tratando da determinação da intensidade do esforço, Bompa (2003, p.56) diz que “o nível de intensidade é diretamente proporcional à altura e/ou a duração do exercício”, e divide os exercícios em dois grupos principais, conforme o grau de impacto desses exercícios no sistema neuromuscular. Os exercícios de baixo impacto são caracterizados por saltos com corda, skipping, saltos diversos (passada curta e baixa, e hops) e saltos sobre bancos baixos (25-35 cm). Já os exercícios de alto

impacto são representados por saltos em distância e triplo, saltos com passadas altas e longas, saltos sobre bancos altos (mais de 35 cm) e saltos em profundidade (saltos reativos)

Esses exercícios foram divididos em 5 grupos menores, classificados com intensidades de 1 a 5 (de alto para baixo impacto), com o número de séries e o tempo de repouso entre as séries variando de acordo com o nível trabalhado (quadro 2).

De acordo com Bompa (2004) deve-se realizar uma progressão do treinamento pliométrico, onde a pliometria de alto impacto é introduzida após quatro anos de treinamento, sendo este tempo necessário para a ocorrência de adaptação e a aprendizagem correta da técnica.

**Quadro 2. Os cinco níveis de intensidade do treinamento pliométrico (BOMPA, 2004).**

Valores de intensidade	Tipos de exercício	Intensidade do exercício	Nº de repetições e séries	Nº de repetições / sessão de treinamento	Intervalo de repouso entre as séries
1	Tensão, saltos de alta reatividade	Máxima	8-5 X 10-20	120-150 (200)	8-10 min
2	Saltos em profundidade	Muito alta	5-15 X 5-15	75-100	5-7 min
3	Exercícios de saltos múltiplos	Submáxima	3-25 X 5-15	50-250	3-5 min
4	Saltos de baixa reatividade	Moderada	10-25 X 10-25	150-250	3-5 min
5	Baixo impacto, saltos no lugar, arremessos de implementos	Baixa	10-30 X 10-15	50-300	2-3 min

O treinamento pliométrico também deve ser planejado levando-se em conta o seu volume. Segundo a metodologia da Escola Alemã (DANTAS, 2003), o treinamento proposto para atletas de médio rendimento é sem sobrecarga, realizando de 6 a 10 séries com 5 a 7 repetições. Para atletas de alto rendimento, trabalha-se de 6 a 10 séries com 8 a 10 repetições.

Segundo Mesón e Ramos (2001, p.2), “o limite de exercício com saltos deve acontecer muito antes do atleta se sentir cansado”. O limite é determinado pela carga nos ligamentos e “pela diminuição da capacidade do sistema nervoso central de manter o nível elevado da intensidade e da corrente dos estímulos motores”.

### Treinamento pliométrico e lesões

Ao contrário do que muitos acreditam, quando introduzido lentamente, o treinamento pliométrico parece não causar mais lesões que os outros tipos de treinamento, inclusive em indivíduos destreinados (McARDLE, KATCH e KATCH, 2003).

Contudo, Fleck e Kraemer (1991) dizem que há relatos de lesões ocorridas com a aplicação do treinamento de ciclo alongamento-encurtamento. Entretanto, os autores destacam que estas lesões parecem estar relacionadas a fatores como realizar saltos em profundidade de uma altura muito grande. Por esse motivo, é recomendado que o programa de pliometria seja introduzido lentamente, conservando o volume de treinamento relativamente baixo. Segundo Bompa (2004), qualquer atividade que envolva movimentos balísticos pode ocasionar uma lesão, principalmente se a recomendação metodológica for ignorada.



Embora o programa pliométrico seja bastante controverso é de conhecimento de vários treinadores os efeitos positivos sobre o desempenho de força rápida. Contudo, poucos estudos têm investigado as adaptações neuromusculares em atletas de futsal do sexo feminino. Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos de um programa de treinamento pliométrico de quatro semanas na força explosiva, agilidade e velocidade de deslocamento de adolescentes do sexo feminino, jogadoras de futebol de salão.

### **Procedimentos e métodos**

O presente estudo foi conduzido em concordância com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde que estabelece normas para a realização de pesquisas com seres humanos.

### **Amostra**

A amostra foi composta por 16 adolescentes do sexo feminino com idades entre 13 e 15 anos, divididas em dois grupos com 8 participantes: grupo controle (GC) e grupo experimental (GE). Todas as voluntárias praticavam futebol de salão duas vezes por semana (60 minutos/dia). Além do treinamento técnico, tático e físico regular, foram incluídos, na rotina de treinamento do grupo GE, exercícios com saltos em profundidade (pliométricos). As integrantes do grupo GC não foram submetidas à pliométrica.

### **Avaliações**

Antes do início e ao final do período experimental, todas as participantes foram submetidas a testes para avaliação de aspectos antropométricos e funcionais. Com a utilização de fita métrica metálica, foram aferidas as medidas de circunferência da coxa e da panturrilha, de acordo com descrição de Fernandes Filho (1999). Utilizando um compasso de dobras cutâneas da marca Sanny (American Medical do Brasil Ltda; Brasil), foram aferidas as dobras cutâneas triceptal, subescapular, coxa proximal e panturrilha (FERNANDES FILHO, 1999), calculando-se o percentual de gordura de acordo com o protocolo de Guedes para crianças e adolescentes de 7 a 18 anos, do sexo feminino, através da fórmula  $1,33 (\Sigma_2) - 0,013 (\Sigma_2)^2 - 2,5$  (sendo  $\Sigma_2$  o somatório das dobras cutâneas triceptal e subescapular). Para sujeitos cujas dobras resultaram em um valor superior à 35mm, a fórmula adotada foi  $0,546 (\Sigma_2) + 9,7$  (do mesmo protocolo de Guedes para crianças e adolescentes). A partir das medidas de circunferência e dobras cutâneas da coxa e da panturrilha, calculou-se a circunferência muscular desses segmentos, subtraindo-se a medida das dobras cutâneas (em centímetros) da circunferência (em centímetros) (por exemplo: circunferência da coxa (cm) - dobra cutânea da coxa (cm)).

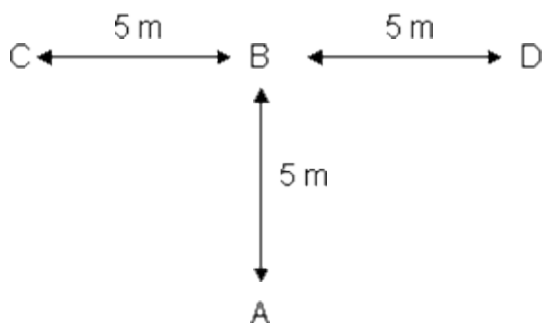
As atletas também foram submetidas a testes físicos para avaliação da impulsão horizontal (IH) (FERNANDES FILHO, 1999) e vertical (IV) ("Sargent Jump Teste") (CARNAVAL, 1998), agilidade (HERNANDES JÚNIOR, 2002) e velocidade (CARNAVAL, 1998).

No teste de IH foi feita uma marca de giz no chão, atrás da qual a voluntária posicionou-se. Com os pés ligeiramente afastados, e utilizando os braços para ajudar na impulsão, a participante saltou para frente, visando lançar seu corpo o mais longe possível, mantendo-se em pé ao final do salto. A distância entre a linha feita no chão e o calcanhar do pé mais próximo da linha foi medida com uma fita métrica metálica milimetrada. Foram realizadas três tentativas não consecutivas, selecionando-se o melhor resultado.

A IV foi avaliada com cada voluntária posicionando-se lateralmente a uma parede lisa, com os pés unidos. Segurando um giz com a mão dominante, e permanecendo com os

calcanhares em contato com o solo, cada atleta levantava o braço o mais alto que pudesse fazendo uma marca na parede. Depois de realizar um breve movimento de agachamento a voluntária saltava, fazendo uma nova marca na parede, no ponto mais alto possível. A utilização do braço livre para auxiliar a impulsão foi permitida. Foram permitidas três tentativas não consecutivas. A distância entre a primeira e a segunda marca foi anotada, utilizando-se a maior medida obtida pela atleta.

Para a avaliação da agilidade foi utilizado o teste T-drill ou Teste do T. Foi feita uma marcação no chão nos pontos A, B, C, e D com giz branco, de forma visível às participantes (Figura 2). Após o sinal para o início do teste, o cronômetro (com precisão de décimos de segundo) foi acionado, e a participante saiu do ponto A, correndo de frente até chegar ao ponto B, tocando a marca com a mão direita, passando a deslocar-se lateralmente até o ponto C, tocando esta marca com sua mão esquerda. Deslocando-se para o ponto D, lateralmente, tocando a respectiva marca e voltando ao ponto B ainda lateralmente, tocando novamente a marca, e retornando ao ponto A, correndo de costas. Foram realizadas duas tentativas, com um tempo mínimo de descanso entre cada tentativa de 3 minutos. O menor tempo em que foi realizada a prova foi utilizado para a classificação do resultado. Não era permitido à atleta cruzar as pernas durante o deslocamento lateral.



**Figura 2 – Forma de execução do teste T-drill (HERNANDES JÚNIOR, 2002).**

A velocidade de deslocamento foi medida pelo teste de corrida de 50 metros. Duas marcas foram feitas no chão com o giz branco a uma distância de 50 metros uma da outra. A atleta posicionou-se a 5 metros atrás da linha de partida, e ao sinal saiu correndo. No momento que a participante passou pela linha de partida o cronômetro foi acionado, marcando-se o tempo que a mesma levou para percorrer os 50 metros. Foi permitida a cada voluntária a realização de duas tentativas não consecutivas, e foi considerado o melhor resultado para classificação.

**Treinamento pliométrico**

O local utilizado para a aplicação do treinamento foi a quadra esportiva da Escola freqüentada pelas participantes, no horário destinado ao treinamento de futebol de salão, onde a pliometria precedia o treinamento técnico-tático. O treinamento pliométrico durou quatro semanas, e era aplicado as quartas e sábados, com duração de 30 minutos cada sessão, sendo dividido da seguinte forma: 1) Aquecimento: em volta da quadra era realizado trote moderado por 5 minutos; 2) Alongamento: 5 minutos de alongamento ativo (15 segundos em cada posição); 3) Parte principal: a intensidade empregada no treinamento foi baseada na classificação de Bompa (2004), sendo utilizados os valores de intensidade 1, 2 e 3, conforme o quadro 2. Os exercícios de pliometria eram realizados durante 20 minutos.

Os exercícios utilizados durante o treinamento pliométrico foram saltos horizontais (para frente), saltos verticais (no lugar), combinações de saltos horizontais e verticais, saltos

com deslocamentos laterais, realizados com as duas pernas consecutivamente, saltos com deslocamentos laterais, saltos laterais no lugar, deslocamento com afundo, “hops”, “steps” e saltos sobre bastões de madeira.

### Análise de dados

Os resultados foram analisados estatisticamente por análise de variância (ANOVA) e teste post hoc de Bonferroni, com nível de significância de  $p \leq 0,05$ .

### Resultados e discussão

A tabela 1 apresenta os resultados médios e os respectivos desvios-padrões referentes à antropometria (pré e pós-teste) dos grupos Controle e Experimental. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos e momentos estudados.

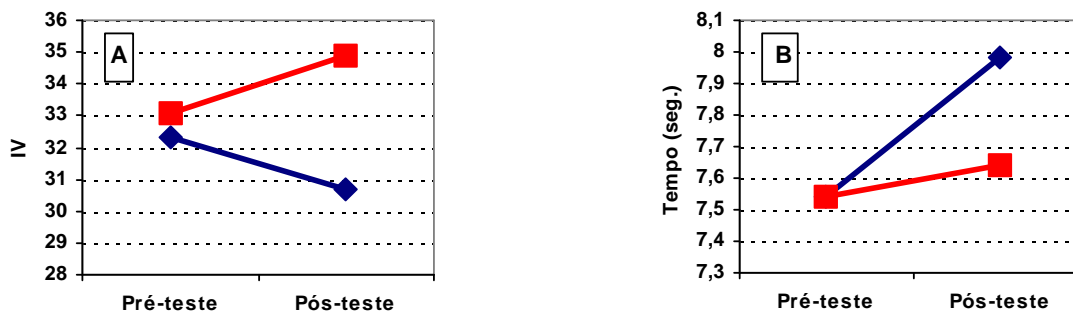
**Tabela 1 – Média e desvio padrão das circunferências (Circ.) (cm), dobras cutâneas (DC) (mm) e circunferência magra (Circ.M) (cm) da panturrilha e da coxa, e percentual de gordura (%G) dos grupos Controle e Experimental.**

	GRUPOS			
	CONTROLE		EXPERIMENTAL	
	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste
Circ. Panturrilha	35,13± 2,86	34,19± 2,96	32,49± 2,56	33,48±2,85
Circ. Coxa	49,54± 4,02	49,99± 3,35	46,65± 1,78	47,05± 1,71
DC panturrilha	16,30± 5,43	15,94± 5,01	12,61± 5,48	13,74± 6,57
DC coxa	25,74±12,71	23,26± 6,94	15,15± 6,88	16,09± 7,65
Circ.M. panturrilha	32,55± 1,91	32,49± 2,94	31,23± 2,16	32,10± 2,40
Circ.M. coxa	47,91± 3,69	47,66±2,75	45,14± 1,50	45,44± 1,48
% gordura	24,84± 6,31	25,14± 6,08	20,36± 4,65	20,85± 4,16

Na tabela 2 encontram-se os resultados de impulsão horizontal e agilidade dos participantes do estudo no início e ao final do estudo. A ANOVA mostrou que o treinamento pliométrico contribuiu com a melhora da impulsão horizontal ( $p=0,004$ ) e a agilidade ( $p < 0,0001$ ). Os valores da impulsão vertical e velocidade (corrida de 50 metros) não se modificaram ao longo do período experimental (Figura 3).

**Tabela 2: Média e do desvio padrão dos resultados de impulsão horizontal (cm) e agilidade (segundos) dos grupos controle e experimental.**

	GRUPOS			
	EXPERIMENTAL		CONTROLE	
	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Impulsão horizontal	148,5±21,5	163,4±17,8	133,1±15,4	132,0±16,2
Agilidade	13,65±0,83	11,63± 0,51	13,0±0,5	13,71± 1,14



**Figura 3. Impulsão vertical (A) (em centímetros) e tempo de corrida de 50 metros (B) (em segundos) dos grupos controle (azul) e experimental (vermelho) no início (pré-teste) e ao final (pós-teste) do estudo.**

A partir dos resultados de impulsão horizontal foi possível observar que o treinamento pliométrico favoreceu a força explosiva (potência) dos membros inferiores das atletas treinadas. Porém, os resultados obtidos no teste de impulsão vertical, que também se referem à potência dos membros inferiores, não se mostraram alterados, uma vez que embora mostrando tendência, não foram encontradas diferenças significativas.

Essa melhora no salto horizontal pode ter ocorrido em decorrência das características do treinamento pliométrico aplicado, uma vez que grande parte dos exercícios consistia na realização de saltos em projeção (horizontal). Tal acontecimento é explicado por Hollmann e Hettinger (2005), quando explicam os efeitos da especificidade do treinamento. Segundo Weineck (1991, p.14), a seqüência de movimentos realizada pode ter se limitado apenas à “assimilação de conteúdos de aprendizagem, como habilidade motora, na forma de sua realização repetida, eventualmente sob condições variadas”, diferente do que acontece com o treinamento, o qual proporciona adaptação funcional e morfológica, também visando uma melhora no desempenho.

No caso do resultado obtido no teste de agilidade, que melhorou, pode-se dizer que o treinamento pliométrico para membros inferiores, ativou a musculatura anterior e posterior da coxa, possibilitando uma possível melhora da coordenação intermuscular, definida por Hollmann e Hettinger (2005) como cooperação de diferentes músculos na realização de um movimento visado.

No presente estudo, constatou-se que a velocidade de deslocamento, aferida pelo teste da corrida de 50 metros não se modificou. Kovar apud Weineck (1991, p.29) diz que a “velocidade mostra o determinante genético mais forte de todos os fatores físicos de desempenho, e só pode ser aumentada em 15% a 20%”. Hollmann e Hettinger (2005) explicam que fatores de diferentes naturezas como, por exemplo, característica biomecânica, via de fornecimento de energia e estrutura do músculo influenciam a capacidade de velocidade do indivíduo. A velocidade de deslocamento também está ligada ao tipo predominante de fibras musculares (tipo I ou tipo II). Nem todas as fibras musculares têm as mesmas capacidades metabólicas ou funcionais (McARDLE, KATCH e KATCH, 2002), e o treinamento pliométrico parece ter grande influência sobre as fibras do tipo II (ZATSIORSKY, 1999). Essa adaptação muscular deve-se principalmente às características do esforço metabólico decorrente do exercício pliométrico que ativa o metabolismo anaeróbio para a geração de movimentos rápidos e de maior força.

As medidas antropométricas não se alteraram significativamente, o que corrobora com alguns estudos citados por Fleck e Kraemer (1999), onde exercícios de ciclo alongamento-encurtamento (utilizando apenas saltos) realizados por grupos de mulheres durante 8 a 10 semanas (frequência semanal de 1 a 3 vezes), não resultaram em modificações no

percentual de gordura ou na massa magra. Fleck e Kraemer (1999, p.46) afirmam que desta forma “parece que o treinamento com ciclo alongamento-encurtamento não resulta em uma hipertrofia muscular significativa ou em alterações da composição corporal”.

Observando estudos citados por Fleck e Kraemer (1999), o treinamento pliométrico geralmente é aplicado por um período de 7 a 10 semanas com frequência semanal de 2 a 3 vezes, utilizando, na grande maioria das vezes, saltos em profundidade. Os resultados destes trabalhos encontraram resultados conflitantes, observando ou não melhora do desempenho no salto em altura tanto em indivíduos treinados quanto não treinados.

Muitos fatores de diferentes naturezas podem influenciar o desempenho físico. Cada qualidade física ou habilidade motora é influenciada por um ou mais destes fatores, em maior ou menor grau, o que pode explicar os resultados não satisfatórios obtidos com o treinamento. Fox, Bowers e Foss (1991) citam como fatores que influenciam os efeitos do treinamento a intensidade das sessões, a frequência semanal e a duração dos programas, além das limitações genéticas.

A partir dos resultados obtidos, notou-se a importância da realização dos exercícios pliométricos realizados da maneira mais próxima do gesto esportivo da modalidade em questão, uma vez que a repetição sistemática de seqüência de movimentos pode melhorar coordenação intermuscular (HOLLMANN e HETTINGER, 2005).

Considerando as limitações do estudo, bem como as incertezas sobre as adaptações neuromusculares de atletas jovens ao treinamento pliométrico, destaca-se a necessidade da realização de novas pesquisas, isolando ao máximo as interferências, e alterando fatores como tempo de aplicação, a frequência semanal, o volume e a intensidade.

## **Conclusão**

Concluiu-se que um mês de treinamento pliométrico realizado 2 vezes por semana melhorou os níveis de impulsão horizontal e agilidade de jovens praticantes de futebol de salão. Contudo, esse tipo de treinamento não modificou a impulsão vertical e a velocidade.

## **Referências Bibliográficas**

- BARBANTI, V. J. **Treinamento Físico: bases científicas**. São Paulo: CLR Balieiro, 1986.
- BARBANTI, V. J. **Dicionário de Educação Física**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2003.
- BOMPA, T. O. **Treinamento de potência para o esporte**. São Paulo: Phorte, 2004.
- CARNAVAL, P. E. **Medidas e Avaliação em Ciências do Esporte**. 3. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 1998.
- DANTAS, E. H. M. **A prática da preparação física**. 5. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
- FERNANDES FILHO, J. **A prática da avaliação física: testes, medidas e avaliações físicas em escolares, atletas e academias de ginástica**. Rio de Janeiro: Shape, 1999.
- FLECK, S. J; KRAEMER, W. J. **Fundamentos e treinamento de força muscular**. São Paulo: Artmed, 1999.
- FOSS, M.L; KETEVAN, S. J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- FRANÇA, H.; VILARINHO, R.; DUBAS, J.; GUEDES JR., D. P. BARBOSA, F. M. Modificações na força rápida de jogadores de futsal submetidos a treinamento de pliometria na água. **Motriz**, v. 11, n. 1, p. 75-76, 2005.

- GOMES, A. C.; SILVA, S. G. Preparação física no futebol: características da carga de treinamento. In.: Silva, F. M. (org.). **Treinamento desportivo: aplicações e implicações**. João Pessoa: Editora Universitária/ UFPB, 2002.
- HERNANDES JÚNIOR, B. D. O. **Treinamento Desportivo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2002.
- MESÓN, J; RAMOS, O. M. La fuerza explosiva de miembros inferiores en los jugadores de hockey. **Lecturas Educación Física y Deportes**, v. 7, n. 43, dez. 2001. Disponível em <http://www.efdeportes.com/fd43/hockey.htm>. Acesso em 17 mar. 2005.
- HOLLMANN, W; HETTINGER, T. **Medicina do esporte: fundamentos anatômicos fisiológicos para a prática esportiva**. 4. ed. São Paulo: Manole, 2005.
- MARINS, J.C.; GIANNICHI, R.S. **Avaliação e prescrição de atividade física**. Rio de Janeiro: Shape, 1996.
- MCARDLE, W. D.; KATCH. F. I; KATCH, V. L. **Fundamentos de fisiologia do exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- MCARDLE, W. D; KATCH. F. I; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- PITANGA, F. J. G. Medidas e avaliação: aplicações no treinamento desportivo. In.: Silva, F. M. (org.). **Treinamento desportivo: aplicações e implicações**. João Pessoa: Editora Universitária/ UFPB, 2002.
- SAAD, M. **Futsal: iniciação, técnica, tática: sugestões para organizar sua equipe**. Santa Maria: MaS Editor, 1997.
- SANTO, E; JANEIRA, M. A; MAIA, J. A. R. Efeitos do treinamento e do destreio específicos na força explosiva: um estudo em jovens basquetebolistas do sexo masculino. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 11, n. 2, p. 116-127, 1997.
- SOUSA, M. S. C. Academias de ginástica: planilha para a aplicação do treinamento no âmbito de suas atividades. In.: Silva, F. M. (org.). **Treinamento desportivo: aplicações e implicações**. João Pessoa: Editora Universitária/ UFPB, 2002.
- UGRINOWITSCH, C.; BARBANTI, V.J. O ciclo alongamento e encurtamento e a "performance" no salto vertical. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 12, n.1, p. 85-94, 1998.
- ZATSIORSKY, V. M. **Ciência e prática do treinamento de força**. São Paulo: Phorte, 1999.
- WEINECK, J. **Biologia do Esporte**. 1. ed. São Paulo: Manole, 1991.
- WEINECK, J. Treinamento ideal: instruções técnicas sobre o desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil. 9. ed. São Paulo: Manole, 2003.

---

## Currículo

---

### **Giovana Trentino de Almeida**

Licenciada em Educação Física pela Universidade Federal de Mato Grosso. Professora de musculação e ginástica e membro pesquisador do Laboratório de Investigação e Estudos sobre Metabolismo e Exercício Físico.

### **Gustavo Puggina Rogatto**

Bacharel em Educação Física com mestrado e doutorado em Ciências da Motricidade pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) de Rio Claro – SP - Brasil. Aperfeiçoamento em Reabilitação Cardíaca pelo The Methodist Hospital e em Children's Nutrition pelo Baylor College of Medicine ambos em Houston – Texas – Estados Unidos da América. Treinamento laboratorial em Bioquímica e Fisiologia do Exercício no Laboratório de Metabolismo do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade da São Paulo (USP). Líder e fundador do



Laboratório de Investigação e Estudos sobre Metabolismo e Exercício Físico (LIEMEF) que recebe suporte financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) (processo: 565/04).

---

**Endereço:**

**Gustavo Puggina Rogatto**

Laboratório de Investigação e Estudos sobre Metabolismo e Exercício Físico

Caixa Postal 3216 – Bairro Jardim das Américas

CEP: 78.065-970 - Cuiabá – MT – Brasil

E-mail: [gustavorogatto@yahoo.com.br](mailto:gustavorogatto@yahoo.com.br)