

ANÁLISE DO SALTO VERTICAL NO COTIDIANO DE TREINO E COMPETIÇÕES DE ATLETAS DE MODALIDADES UNIVERSITÁRIAS (BASQUETEBOL, HANDEBOL E VOLEIBOL): UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR DA ERGONOMIA DA ATIVIDADE E BIOMECÂNICA

Palavras-Chave: Salto Vertical, Esportes Coletivos, Biomecânica

Autores(as):

João Victor Antunes Oliveira, FCA – UNICAMP

Me. Rodrigo Gonçalves (colaborador), FCA - UNICAMP

Me. Rene Augusto Ribeiro (co-orientador), FCA - UNICAMP

Prof^(a). Dr^(a). Milton Shoití Misuta (orientador(a)), FCA - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

O salto vertical é uma das habilidades mais utilizadas em diversas modalidades, como no basquetebol, voleibol e handebol, sendo executado diversas vezes durante o jogo (CARDOSO et al., 2005), estabelecendo assim uma grande importância em alcançar a maior altura no salto para esses esportes. A potência exercida no salto pode ser definida pelo produto da força pela velocidade, sendo a força provinda do torque máximo que um músculo ou grupo muscular podem gerar em determinada velocidade (KOMI, 2000). Com isso, muitos treinadores prezam pelo treinamento da potência de salto, melhorando o rendimento do atleta e consequentemente o rendimento de seu time/equipe, executando treinamentos de força, de potência direta de salto, pliometria e até mesmo pliometria com sobrecarga.

Contudo, é visto que o treinamento tem tendência a estagnar os resultados e manter a potência de salto após anos de aprimoramento físico (JÚNIOR, 2005), causando uma necessidade de busca por outros meios de treinamento e ativação da musculatura dos membros inferiores. Com isso, diversos estudos avançam com relação a esse tipo de preparação e como alcançar uma altura maior, avaliando a efetividade de treinamentos periodizados como o de pliometria, treinamento de força (CHENG et al., 2003), e até mesmo o treinamento pliométrico com sobrecarga (KHLIFA et al. 2010).

Apesar do treinamento resistido com pesos (musculação) serem apontados como uma alternativa eficaz no aumento da potência de membros inferiores em modalidades que envolvem essas ações (HÄKKINEN, 1993), é observado também o uso de pliometria com sobrecarga que é um método que vem sendo muito utilizado e que tem demonstrado ser eficiente para melhoria da altura alcançada no salto vertical (KRAEMER et al., 1995). Na pliometria utiliza-se a ação excêntrica e a ação concêntrica, em principal o reflexo de estiramento, sendo que a partir de um determinado limiar de estiramento, desencadeia uma ação muscular reflexa, concêntrica e isométrica, como forma de proteção da estrutura a um alongamento excessivo e rápido, potencializando a contração muscular e a resposta como salto. (ESTEVES et al., 2012).

Devido ao aumento do uso da pliometria com sobrecarga, e do aumento de lesões causadas pelo treinamento e excesso de saltos durante os jogos (MANN et al., 2010), vimos uma possibilidade de estudo aprofundado com base na ergonomia da atividade, na questão do sobrepeso, com a intenção de incrementar este treino com extensores de elástico e pesos com empunhadura, visto que ambos podem exercer um peso com relação ao salto vertical. O uso do elástico, possibilita não exercer tanta pressão com relação aos membros inferiores e a coluna vertebral, e garante uma sobrecarga para a realização do salto, já o peso com empunhadura possibilita uma melhor empunhadura e conforto para realizar o salto, também sem exercer demasiada pressão nos membros inferiores e coluna vertebral.

O treinamento deve ser executado, com o principal foco de melhora do atleta perante aquela modalidade e intenção de treino. Neste contexto, a ergonomia da atividade pode auxiliar e deve ser considerada, uma vez que se deseja uma autoconsciência do indivíduo que executará o treinamento para não ter uma lesão o prevenir impactos causados nas articulações dos membros inferiores e a resposta reflexa na coluna.

METODOLOGIA:

A adequada configuração e montagem dos equipamentos (sistema optitrack e plataforma de força) foi realizada. Na questão do contato com os voluntários, os mesmos deveriam ser matriculados regularmente na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Para a realização do salto, os voluntários participaram de um processo de familiarização com saltos verticais, o salto foi realizado com os braços apoiados na cintura, a fim de fazer um reconhecimento do salto e dos procedimentos. Para a realização da coleta, os voluntários foram instruídos a alcançar a altura máxima possível durante o salto vertical utilizando a técnica *squat jump* (sem o movimento dos braços).

A coleta foi dividida em dois dias distintos, sendo que para o peso com empunhadura o valor da sobrecarga foi de 10% a 15% do peso corporal ($Peso \times 10\%$); 15%, já para os extensores de elástico foi seguido a margem de 10% a 15%, seguindo pela fórmula: $\% \text{ de força} = \left(\frac{k \times \Delta x}{m \times 9,811} \right) \times 100$, onde o k: constante elástica de cada lado do elástico (N/metro), Δx : alongamento de cada lado do elástico (metros), m: massa do atleta (Kg). O intervalo para cada dia de coleta foi de no mínimo 48 horas (CLAUDINO, 2011). A orientação consistiu em atingir a maior altura em todos os saltos.

Para a coleta com a utilização dos extensores de elástico: depois da familiarização, os atletas selecionados realizaram 3 séries de cinco repetições contínuas com o tempo de intervalo entre as séries de 90 segundos (LADEIRA et al., 2009). A primeira com cinco saltos, sem resistência. Na segunda série, os voluntários realizaram novamente mais uma série com cinco saltos, porém atados com os extensores de elástico. A terceira série consistiu em cinco saltos, sem resistência.

Para a coleta com o uso do peso com empunhadura: depois da familiarização, os atletas selecionados realizaram 3 séries de cinco repetições contínuas, com o tempo de intervalo entre as séries de 90 segundos (LADEIRA et al., 2009), a primeira com cinco saltos, sem resistência. A segunda série os voluntários realizaram novamente mais uma série cinco saltos, porém segurando o peso com empunhadura. A terceira série contendo cinco saltos, sem resistência. Os voluntários executaram o teste de salto vertical sobre a plataforma de força (Kistler modelo 9286B (1000hz) a partir da posição agachada sem o auxílio dos braços.

Para a coleta de dados biomecânicos foi utilizado o sistema *motion capture* (Optitrack), com 12 câmeras prime 17W de forma a enquadrar toda a área onde ocorrerá a ação, com uma frequência de aquisição de 200 Hz. As duas plataformas de força utilizadas são da marca Kistler modelo 9286B (1000hz), onde foi posicionado cada pé, onde elas têm capacidade de medir as reações de força do indivíduo referente ao movimento proposto a ser realizado sobre a própria plataforma. Os dados cinemáticos foram filtrados com um filtro digital butterworth de 4ª ordem a 10 Hz e os dados cinéticos a 5 Hz. O modelo de representação de corpo inteiro (Zatsiorsky et al., 1990) é um modelo biomecânico para representação e orientação de membros superiores (Wu, G. et.al., 2005) e inferiores (Wu, G. et. al., 2002) e seguiu a recomendação da Sociedade Internacional de Biomecânica. Juntamente com a adição de 9 marcadores bilaterais posicionados no dorso do voluntário, aonde ficavam na mesma linha dos marcadores posicionados na coluna.

Os participantes da pesquisa foram convidados e após o conhecimento dos objetivos da pesquisa e procedimentos de coleta de dados confirmarão sua participação ou não. A partir da participação positiva, a coleta de dados foi agendada e combinada de forma prévia entre pesquisadores e participantes. Todos os procedimentos foram realizados no Laboratório de Biomecânica e Instrumentação (LABIN) da FCA-UNICAMP. Utilizando os instrumentos citados.

Assim, com a obtenção de dados quantitativos (dados biomecânicos), pretendemos estabelecer relações com os aspectos ergonômicos. Uma vez que a ergonomia da atividade procura configurar, planejar e adaptar o trabalho ao homem, trazendo um maior conforto, segurança e eficiência sobre a realização daquela atividade (CAROLINE e JESUS, 1999).



Figura 1 – Salto sem sobrecarga



Figura 2 – Salto com anilha



Figura 3 – Salto com elástico

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com a coleta de dados obtidas a partir dos voluntários, juntamente com a plataforma de força e os dados biomecânicos obtidos pelo sistema *motion capture* (Optitrack), conseguimos determinar fatores como a altura alcançada dos atletas, tempo de salto, e a força aplicada no momento antes e depois do salto, conforme dados dos gráficos abaixo:

Através desses dados, podemos ver uma relação entre as séries dos saltos, ou seja, entre a terceira série (S3), com as séries com sobrecarga (S2) e com a série inicial (S1). Sendo assim, estabelecemos uma relação onde os valores negativos mostram que as séries de sobrecarga e iniciais são maiores que a terceira série, da mesma forma, onde obtivemos valores positivos é demonstrado que a terceira série é maior. Com isso conseguimos estabelecer uma relação entre a força aplicada antes e depois dos saltos entre todas as séries, juntamente com a diferença da altura alcançada pelo atleta e do tempo que demorou o salto (fase aérea).

Como fator de desequilíbrio, podemos ver ainda a diferença entre a força aplicada em cada pé do voluntário, onde no instante antes do salto ele aplica uma força maior principalmente na perna esquerda, onde se localiza a plataforma de força 1, sendo observado tanto pela maior porcentagem da força aplicada quanto pelo próprio resultado negativo quando se calcula a diferença das forças entre as séries. Ademais, podemos ver também que no instante depois do salto o voluntário tem a tendência de aplicar mais força na sua perna direita, ou seja, ele sobrecarrega mais a perna direita do que em comparação com a esquerda para aterrissagem, dado isso pela diferença de porcentagem entre as duas plataformas de força (1: esquerda, e 2: direita).

Instantes		Antes				Depois			
Plataforma de Força		PF1 - Esquerdo		PF2 - Direito		PF1 - Esquerdo		PF2 - Direito	
Séries		S3-S1	S3-S2	S3-S1	S3-S2	S3-S1	S3-S2	S3-S1	S3-S2
Anilha	Salto 1	19%	-35%	-14%	-91%	-13%	70%	67%	14%
	Salto 2	103%	124%	32%	-27%	-62%	20%	-151%	-27%
	Salto3	58%	82%	42%	-2%	-386%	-21%	562%	269%
	Salto 4	82%	63%	71%	-4%	-76%	-136%	-202%	-212%
	Salto 5	-47%	59%	-28%	-66%	290%	238%	36%	38%
Elástico	Salto 1	-99%	-72%	-12%	-39%	242%	-53%	239%	1%
	Salto 2	-69%	-86%	-10%	-44%	9%	36%	102%	109%
	Salto 3	-69%	-100%	29%	-14%	192%	152%	465%	286%
	Salto 4	55%	35%	42%	11%	225%	377%	-35%	118%
	Salto 5	-52%	-74%	35%	-22%	-30%	40%	-484%	-317%

Tabela 1 – Porcentagem de Força Aplicada Antes e Depois dos Saltos

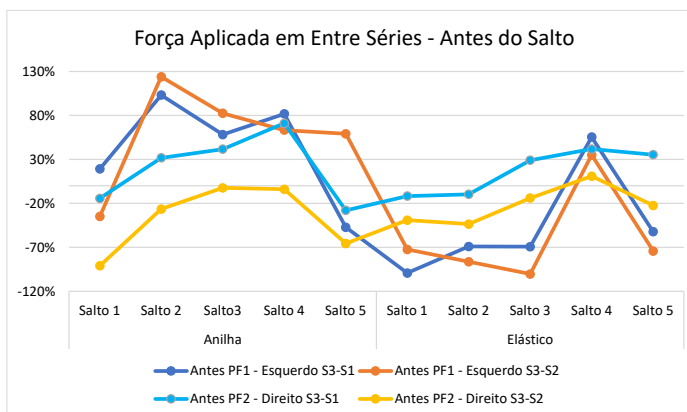


Gráfico 2 – Força Aplicada Entre Séries– Antes do Salto

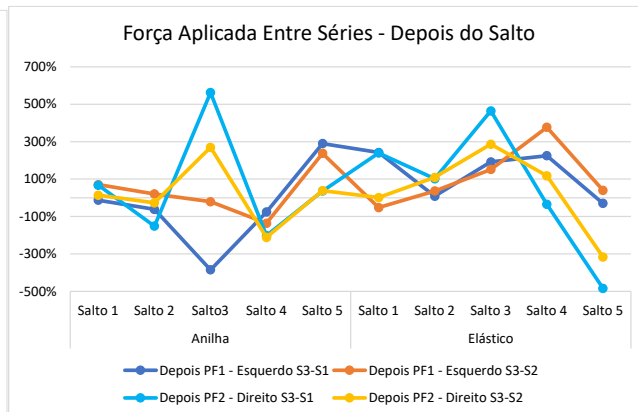


Gráfico 3 – Força Aplicada Entre Séries – Depois do Salto

Com base na força aplicada antes e depois dos saltos entre as séries executadas com a sobrecarga da anilha e do elástico, podemos ver que no instante antes da execução do salto com anilha obtivemos mais força aplicada na terceira série (S3) em comparação a primeira série (S1) e a série com sobrecarga (S2). No inverso onde ocorre no instante após o salto, podemos perceber que o pico de força em geral é maior na primeira série (S1) do que na terceira série (S3), já para a terceira série (S3) em comparada com a série de sobrecarga (S2), ainda temos a terceira série após o salto com o maior pico de força. Inversamente em comparação aos saltos com anilha, os saltos onde os atletas estão atados com o elástico ocorre o pico de força maior na primeira série (S1) e na série de sobrecarga (S2) do que na terceira série (S3). Assim como ocorre de força oposta nos saltos com a anilha, o mesmo acontece com os saltos com o elástico, onde se tinha mais pico de força no começo, no instante após a queda, obtivemos o maior pico de força na terceira série (S3), em comparação a primeira (S1) e segunda série (S2).

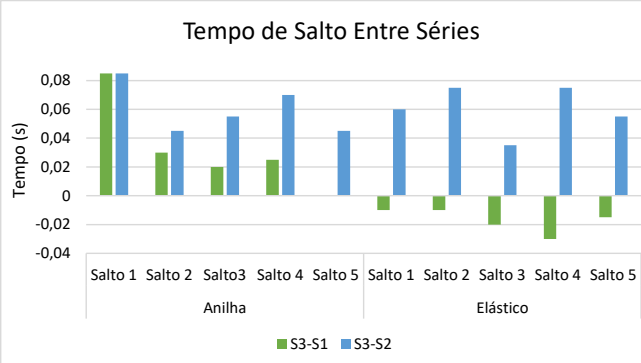


Gráfico 4 – Tempo de Salto Entre Séries

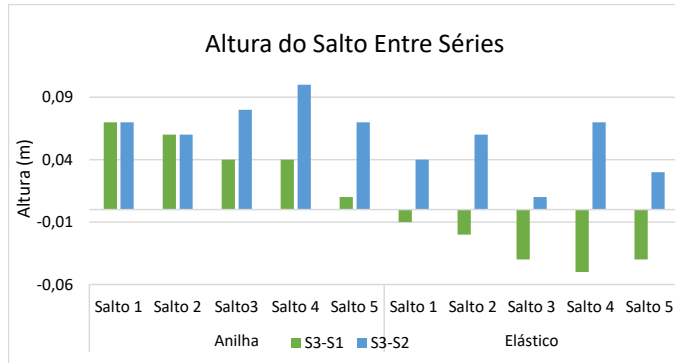


Gráfico 5 – Altura do Salto Entre Séries

Tempo		S3-S1	S3-S2
Anilha	Salto 1	0,085	0,085
	Salto 2	0,03	0,045
	Salto 3	0,02	0,055
	Salto 4	0,025	0,07
	Salto 5	0	0,045
Elástico	Salto 1	-0,01	0,06
	Salto 2	-0,01	0,075
	Salto 3	-0,02	0,035
	Salto 4	-0,03	0,075
	Salto 5	-0,015	0,055

Tabela 2 – Tempo do Salto Entre Séries

Altura		S3-S1	S3-S2
Anilha	Salto 1	0,07	0,07
	Salto 2	0,06	0,06
	Salto 3	0,04	0,08
	Salto 4	0,04	0,1
	Salto 5	0,01	0,07
Elástico	Salto 1	-0,01	0,04
	Salto 2	-0,02	0,06
	Salto 3	-0,04	0,01
	Salto 4	-0,05	0,07
	Salto 5	-0,04	0,03

Tabela 3 – Altura do Salto Entre Séries

Para os dados de tempo de duração de salto, com a anilha percebemos que na terceira série (S3), a duração do salto foi maior que em comparação as outras duas séries (S1 e S2), ou seja, o atleta ficou mais tempo no ar na terceira série em comparação a primeira e a segunda, já em relação com os extensores de elástico, somente na primeira série (S1) se obteve um tempo de salto maior, mas em comparação a terceira série (S3) com a segunda (S2), obtivemos um maior tempo na terceira.

A altura alcançada pelo atleta segue a mesma lógica do tempo, onde com a anilha, temos uma maior altura alcançada na terceira série (S3) do que nas demais. Em relação aos extensores de elástico, novamente obtivemos uma maior altura do atleta somente na terceira série (S3) em comparação a série de sobrecarga (S2), onde o mesmo não ocorre em comparação entre a primeira série (S1) e a terceira (S3).

CONCLUSÕES:

Com base na relação entre todas as séries, com e sem anilha, e com e sem extensores de elástico, podemos ver que a utilização dos extensores de elástico, por mais de realizarem uma sobrecarga maior no instante do ponto mais alto do salto do atleta, juntamente com o aumento da sua tensão enquanto ocorre o salto, ele não tem o mesmo efeito que uma sobrecarga constante causada pela anilha, onde nela não ocorre nenhuma mudança de tensão, ou até mesmo causando uma sobrecarga maior no ponto mais alto do salto. Sendo assim, a anilha tanto em relação à altura alcançada e tempo antes e depois das três séries foram melhores em comparação aos extensores de elástico. O mesmo é visto com relação ao pico de força nos momentos antes e depois o salto, o pico de força no terceiro salto é maior com relação às outras séries, ou seja, o atleta acaba por exercer mais força na última série após a série de sobrecarga (S2) em relação a primeira série sem sobrecarga alguma (S1).

BIBLIOGRAFIA

PRIMO, José. **Título do primeiro exemplo de bibliografia.** Cidade, Editora, 20XX

SEGUNDO, João (Org.), **Título do segundo exemplo de bibliografia.** Cidade, Editora, 19XX

NOME DA INSTITUIÇÃO. **Título do terceiro exemplo de bibliografia.** Cidade, Editora, 19XX

TERZIO, Antônio. Título de Artigo usado como exemplo de bibliografia. **Revista/Periódico usado como exemplo**, Cidade, v. XX, p. XX-YY, 20XX (ano de publicação)

VIERTE, Maria. **Título do quarto exemplo de bibliografia, com mesmo ano do quinto.** Cidade, Editora, 20XXa

VIERTE, Maria. **Título do quinto exemplo de bibliografia, com mesmo ano do quarto.** Cidade, Editora, 20XXb