



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO NO SPRINT E SALTO EM
DISTÂNCIA PÓS-ATIVAÇÃO EM ATLETAS TREINADOS

DEVISSON DOS SANTOS SILVA

São Cristóvão-SE

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO NO SPRINT E SALTO EM
DISTÂNCIA PÓS-ATIVACÃO EM ATLETAS TREINADOS

DEVISSON DOS SANTOS SILVA

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Educação Física da
Universidade Federal de Sergipe como
requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Fabrício de Souza
Coorientador: Prof. Dr. Daniel Alexandre Boullosa Álvarez

São Cristóvão-SE

2023

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S586a Silva, Devisson dos Santos
Avaliação do desempenho no sprint e salto em distância pós-ativação em atletas treinados / Devisson dos Santos Silva ; orientador Raphael Fabrício de Souza. – São Cristóvão, SE, 2023.
71 f. : il.

Dissertação (mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Sergipe, 2023.

1. Educação física. 2. Atletismo. 3. Atletas. 4. Padrões de desempenho. I. Souza, Raphael Fabrício de, orient. II. Título.

CDU 796.422/.43

DEVISSON DOS SANTOS SILVA

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO NO SPRINT E SALTO EM
DISTÂNCIA PÓS-ATIVACÃO EM ATLETAS TREINADOS

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

Aprovada em ____/____/____

Orientador: Prof. Dr. Raphael Fabrício de Souza

1º Examinador: Prof. Dr. Tulio Bernardo Macedo Alfano Moura

2º Examinador: Prof. Dr. Marcos Bezerra de Almeida

PARECER

AGRADECIMENTOS

Essa é a oportunidade que tenho de agradecer aqueles que me ajudaram nessa trajetória. Primeiramente, agradecer a Deus por me proporcionar a presença de pessoas únicas em minha vida.

Minha mãe e meu pai que foram a base para tudo acontecer, se hoje consegui trilhar esse caminho e não desisti, foi porque eu cresci vendo batalhas sendo vencidas dia a dia. Minha esposa que me viu passar muitas horas sentado na frente do computador, perder algumas noites, mas sempre me apoiou e acreditou em mim. Meu filho, já chegou no final de tudo mas foi responsável pelo último sprint rumo a linha de chegada.

Professor Raphael, trouxe o lema que norteou a trajetória dentro do mestrado “Vamos pensar no mestrado como uma maratona, temos que manter a constância para chegar até o fim”. Embora, as vezes tenha acelerado ou pensado em parar no meio do caminho, sempre lembrei dessa frase. Desde o primeiro momento corremos atrás daquilo que nos desse vibração e parece que deu certo. Obrigado por tudo!!

Professor Daniel Boullosa, por ter aceitado está junto comigo nessa caminhada e me orientado da maneira mais sincera e correta possível. Aos Professores Ricardo, Danilo, Felipe, Afrânio e Jerônimo pelos conselhos que foram dados ao longo do percurso e essa perspectiva humana que eu vivi no mestrado.

Ao Professor Marcos Bezerra e Tulio Moura pela dedicação em contribuir com o meu trabalho e terem trazido novas reflexões que permitiram potencializar meu trabalho.

Não podia esquecer de Micael Deivison, minha parceria de orientação, sabe aquela pessoa que puxa seu nível para cima, eu consegui encontrar isso desde a primeira apresentação, sempre buscando está próximo de sua excelência. Foram discussões intermináveis, buscando os mínimos detalhes. Sou seu fã!!

Aos atletas que participaram das coletas e os colegas de grupo de estudo e instrutores do clube que sempre estiveram dando uma força nos momentos mais tensos e satisfatórios (coletas).

A todas as coisas que aconteceram nesses dois anos, pois aconteceram da melhor forma possível.

RESUMO

Introdução: A performance pode ser influenciada por estímulos agudos. Evidências sugerem que o aquecimento pode ser uma estratégia de melhora da performance pós-ativação durante a competição. **Objetivos:** Verificar o efeito agudo do *drop jump* e alongamento dinâmico no desempenho do *sprint* em atletas velocistas e saltadores e da inclusão do *drop jump* no aquecimento para o salto em distância. **Metodologia:** O presente estudo utilizou-se de duas investigações: 1) Estudo cruzado randomizado com a participação de treze saltadores e velocistas masculinos voluntários (19 ± 2 anos; 177 ± 7 cm; $71,7 \pm 5,6$ kg). Os atletas realizaram três condições diferentes, após um aquecimento padronizado: *dynamic stretching* (DS)+ *drop jump* (DJ), DJ+DS, e controle (sem exercício). O desempenho no *sprint* de 40 m foi avaliado pré e pós-intervenção, considerando as fases de aceleração inicial (0 a 20 m) e aceleração final (20 a 40 m). Os dados foram analisados através da ANOVA para medidas repetidas de duas vias e Teste de Pearson. 2) Estudo de intervenção em ambiente competitivo avaliando pré e pós *drop jumps* com a participação de 11 saltadores masculinos voluntários ($19,0 \pm 2,0$ anos; $178,0 \pm 9,0$ cm; $73,1 \pm 8,9$ kg). Os atletas realizaram cinco *drop jumps*, dois minutos (1'45-2'15 min) antes da segunda, e quarta tentativa. Foram avaliadas a distância do salto, velocidade de aproximação, duração, velocidade vertical, velocidade horizontal e ângulo de saída. Os dados foram analisados através da ANOVA para medidas repetidas, Teste t pareado e Teste de Pearson. **Resultados:** Quando avaliada a performance no *sprint* de 40 m (estudo 1), não houve efeito de nenhum fator no desempenho do *sprint* de 40 m. O desempenho na fase de aceleração final do *sprint* pós-intervenção foi melhor que a linha de base na condição DS+DJ ($8,79 \pm 0,43$ vs. $8,91 \pm 0,35$ m/s; $p=0,015$). Contudo, a capacidade de aceleração inicial pós-intervenção foi pior que a linha de base na condição DJ+DS ($6,26 \pm 0,25$ vs. $6,22 \pm 0,26$ m/s; $p=0,002$). Houve uma correlação negativa entre a potência dos membros inferiores e a melhora da velocidade máxima do *sprint* ($r = -0,741$; $p=0,004$). Na investigação relacionada ao salto em distância (estudo 2), verificou-se que a performance do segundo ($5,63 \pm 0,43$ cm) e quarto ($5,71 \pm 0,34$ cm) saltos realizados pós-ativação foram superiores ao primeiro ($5,54 \pm 0,45$ cm) na condição controle, $p=0,02$, e $p=0,01$, respectivamente. Foram encontradas diferenças na velocidade vertical de saída entre a quarta ($1,55 \pm 0,21$ m/s) e a primeira tentativa ($1,30 \pm 0,40$ m/s), $p=0,006$. O desempenho do salto mostrou correlação positiva com a velocidade de aproximação, velocidade vertical e duração da saída. O desempenho médio no salto pós-ativação ($5,67 \pm 0,38$ cm) foi superior a condição controle ($5,59 \pm 0,44$ cm), $p= 0,02$, $g=0,19$. **Conclusão:** A utilização de *drop jumps* e alongamentos dinâmicos não promovem melhora no desempenho do *sprint* de 40 metros, porém, o desempenho na fase de aceleração final do *sprint* de 40 m foi melhorado após utilização de alongamentos dinâmicos e *drop jumps* nessa ordem. A inclusão de *drop jumps* no aquecimento de saltadores promove melhora no desempenho do salto em distância, que pôde ser explicada pelo aumento da velocidade vertical de saída no salto.

Palavras-chave: atletismo; performance atlética; pós-ativação.

ABSTRACT

Introduction: Performance can be influenced by acute stimuli. Evidence suggests that warm-up can be a strategy to post-activation performance enhancement during competition. Objectives: To verify the acute effect of drop jump and dynamic stretching on sprint performance in sprinters and jumpers, and the inclusion of drop jump in the warm-up for the long jump. **Methodology:** This study used two investigations: 1) A randomized crossover study with thirteen volunteer male jumpers and sprinters (19 ± 2 years old; 177 ± 7 cm; 71.7 ± 5.6 kg). The athletes performed three different conditions after a standardized warm-up: dynamic stretching (DS)+ drop jump(DJ), DJ+DS, and control (no exercise). Performance in the 40 m sprint was evaluated pre- and post-intervention, considering the phases of acceleration (0 to 20 m) and maximum speed (20 to 40 m). Data were analyzed using two-way ANOVA for repeated measures and Pearson's test. 2) Intervention study in a competitive environment assessing pre and post-drop jumps with the participation of 11 male volunteer jumpers (19.0 ± 2.0 years old; 178.0 ± 9.0 cm; 73.1 ± 8.9 kg). The athletes performed five drop jumps, two minutes (1'45-2'15 min) before the second, and fourth attempts. Jump distance, approach velocity, duration, vertical velocity, horizontal velocity, and departure angle were evaluated. Data were analyzed using ANOVA for repeated measures, paired t-test, and Pearson's test. **Results:** When performance in the 40 m sprint was evaluated (study 1), there was no effect of any factor on 40 m sprint performance. Performance in the final acceleration phase of the sprint post-intervention was better than baseline in the DS+DJ condition (8.79 ± 0.43 vs. 8.91 ± 0.35 m/s; $p=0.015$). However, post-intervention acceleration ability was worse than baseline in the DJ+DS condition (6.26 ± 0.25 vs. 6.22 ± 0.26 m/s; $p=0.002$). There was a negative correlation between lower limb power and improvement in maximum sprint speed ($r = -0.741$; $p=0.004$). In the investigation related to the long jump (study 2), it was found that the performance of the second (5.63 ± 0.43 cm) and fourth (5.71 ± 0.34 cm) jumps performed post-activation were higher than the first (5.54 ± 0.45 cm) in the control condition, $p=0.02$, and $p=0.01$, respectively. Differences in take-off vertical velocity were found between the fourth (1.55 ± 0.21 m/s) and first attempt (1.30 ± 0.40 m/s), $p=0.006$. Jump performance showed a positive correlation with approach velocity, vertical velocity, and take-off duration. The mean performance in the post-activation jump (5.67 ± 0.38 cm) was superior to the control condition (5.59 ± 0.44 cm), $p=0.02$, $g=0.19$. **Conclusion:** The use of drop jumps and dynamic stretching did not promote improvement in the performance of the 40 m sprint, however, the performance in the final acceleration phase of the 40 m sprint was improved after the use of dynamic stretching and drop jumps in this order. The inclusion of drop jumps in the warm-up of jumpers promotes improvement in the performance of the long jump, which could be explained by the increase in take-off vertical velocity in the jump.

Keywords: athletics; athletic performance; post-activation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral	17
2.2 Objetivos específicos	17
3 CAPÍTULO (ESTUDO) I	18
Abstract	19
Introduction.....	19
Materials and Methods	21
Results	24
Discussion	27
Conclusion.....	29
References	29
4 CAPÍTULO (ESTUDO) II	34
Abstract	35
Introduction.....	35
Materials and Methods	36
Results	41
Discussion	45
Conclusion.....	47
References	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
5.1 Limitações	51
5.2 Implicações práticas e sugestões.....	51
6 CONCLUSÕES	52
Referências	52

ANEXO.....	60
APÊNDICES.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO (ESTUDO) I

_Figure 1. Study design	22
_Figure 2. Correlation between performance improvement in the final acceleration phase after the DS+DJ protocol and CMJ performance	27

CAPÍTULO (ESTUDO) II

_Figure 1. Experimental study design	37
_Figure 2. Comparison of average performance between control and experimental condition.....	42
_Figure 3. Jump performance correlations: a) Approach velocity b) Take-off duration c) Take-off vertical velocity d) Take-off horizontal velocity	44

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO (ESTUDO) I

Table 1. Physical and anthropometric characteristics	25
Table 2. Mean (SD) of sprint velocity at the 0-20m, 0-40m and 20-40m distances between three conditions (Control, DS+DJ and DJ+DS) at different times (baseline and post-drop jump), and two-way repeated measures ANOVA (n=13).....	26

CAPÍTULO (ESTUDO) II

Table 1. Physical and anthropometric characteristics	42
Table 2. Mean (SD) performance in the long jump and variables analyzed. Analysis by repeated measures ANOVA and LSD post-hoc (n=11)	43

LISTA DE SIGLAS

AC	Atividade condicionante
CA	Conditioning activities
CMJ	Countermovement Jump
DJ	Drop jump
DS	Dynamic stretching
EP	Exercícios Pliométricos
MPPA	Melhora de Performance Pós-Ativação
PAPE	Post-Activation Performance Enhancement
PE	Plyometric exercises

1 INTRODUÇÃO

O desempenho esportivo é estudado com o objetivo de selecionar estratégias e métodos lícitos que aprimorem o desempenho dos atletas nas mais variadas modalidades. Considera-se, assim, investigações sobre diferentes métodos de periodização(1), a influência da suplementação nutricional e do sono na performance atlética(2,3), entre outros. Ao analisar os estímulos fisiológicos que podem ser utilizados visando a melhora da performance, duas vias podem ser analisadas: i) estímulos crônicos através de programas de treinamento, geralmente desenvolvidos em macrociclos e microciclos, a fim de sistematizar potenciais ganhos de performance do atleta nas competições(4); e ii) estímulos agudos, ou seja, atividades realizadas até 48 horas anteriormente à atividade fim(5,6). Estes estímulos provocam adaptações agudas, que podem ser determinantes para o resultado de um evento esportivo.

Dentre as estratégias prévias à competição, podemos destacar o aquecimento, pois este interfere diretamente na performance competitiva(7). O aquecimento pode ser realizado de forma passiva ou ativa e buscar diferentes objetivos, tais como, alterações na cinética do volume máximo de oxigênio (VO_2), ativação muscular, aumento na temperatura corporal e a melhora de performance pós-ativação (MPPA)(7–9). A MPPA é um fenômeno baseado nas estratégias utilizadas no treinamento complexo e de contraste(10,11); sendo definida como a melhora no desempenho voluntário em uma atividade fim, após atividade condicionante (AC)(11,12).

Os possíveis mecanismos apontados como determinantes para a MPPA incluem o aumento na fosforilação da cadeia leve de miosina, o aumento da temperatura muscular e o aumento do fluxo de sangue no músculo(13,14). A fosforilação da cadeia leve de miosina quinase promove uma facilitação mecânica para a contração muscular através a aproximação do filamento de miosina ao filamento de actina, possibilitando maior velocidade nas próximas contrações musculares(15). Este mecanismo é amplamente aceito como responsável pela potenciação pós-ativação (PPA), esta diz respeito a melhora nas respostas musculares periféricas pós AC(12,14). No entanto, são identificadas divergências acerca do papel da fosforilação da cadeia leve de miosina no MPPA. Tais

divergências estão ligadas a inconsistências na janela temporal de potenciação através da fosforilação da cadeia leve de miosina quinase (< 5 min) e a não verificação do efeito PPA em condições em que houve MPPA(12). Em contrapartida, evidências sugerem que o PPA pode gerar melhora de performance em movimentos voluntários(16,17).

O aumento da temperatura muscular de 0,3-0,9°C, pode promover ganhos na potência muscular de até 10%, de acordo com a linha temporal e magnitude do MPPA(14). Isso está relacionado ao aumento de fluxo sanguíneo, que proporciona maior sensibilidade ao cálcio, potencializando a força por unidade de ativação muscular. Essa alteração tem perfil temporal semelhante ao aumento de temperatura muscular(14).

A fim de alcançar a MPPA, várias estratégias são utilizadas como AC: exercícios tradicionais de força(18,19), exercícios balísticos(20–23), utilização de trenó (24,25), exercícios isométricos(26,27), exercícios com maior carga excêntrica(28,29), alongamentos dinâmicos(30,31) e possibilidades de combinação entre estas atividades(32). Adicionalmente, diversos movimentos ou tarefas foram avaliados após estratégias de MPPA: *sprint*(23,33), *sprints* repetidos (34,35), mudanças de direção(36,37), Countermovement Jump (CMJ)(38,39), acurácia e velocidade do serviço no tênis(40), velocidade nos 15 metros iniciais na natação(22,41), provas de lançamentos e arremessos do atletismo (42–44), Salto em distância(45,46), teste de exaustão no ciclismo(47) e desempenho na corrida de 1000 metros(48).

Além da AC e atividade fim, a amostra é outro fator a ser considerado visando a MPPA, ressaltando, também, que estes são associados a potenciais moderadores como tipo de exercício, carga, tempo de descanso entre AC e a atividade principal, histórico de treinamento do sujeito, esporte, idade e sexo.(11,14,49,50).

Dessa forma, o ambiente da competição ou avaliação é um determinante para a escolha da AC(11). Nesta perspectiva, atividades que não demandam equipamentos sofisticados, como movimentos balísticos se destacam no ambiente competitivo. Pois além do aspecto logístico, o recrutamento das fibras musculares do tipo II é um fator que possibilita a utilização dessa estratégia como AC(20). De fato, a literatura aponta as fibras musculares do tipo II como mais sensíveis ao

fenômeno MPPA. Dessa forma, atividades que demandam força e velocidade são suscetíveis à melhora de performance. No entanto, robustas evidências mostraram que a potencialização também ocorre em outros tipos de fibras (51).

Dentre os exercícios balísticos, podemos destacar os exercícios pliométricos (EP), estes exploram o ciclo alongamento-encurtamento, buscando melhorar componentes da aptidão física como força, potência e velocidade(52). Os EP são amplamente utilizados para atingir a MPPA, nas mais diversas variações, dentre essas: com a utilização dos membros inferiores, através do CMJ (43), CMJ com carga(53), salto nas barreiras(54), *depth jumps*(55), *tuck jumps*(56), *drop jumps* (DJ) (33,48), saltos verticais sucessivos(57) e saltos unilaterais(46). Já para os membros superiores, as flexões pliométricas são muito utilizadas(56). A MPPA a partir da utilização de EP foi encontrada no *sprint*, *sprints* repetidos, salto em distância, arremessos no atletismo, e ciclismo. Uma particularidade a partir da utilização dos EP é a indicação de menor intervalo de descanso entre a AC e a atividade principal (0,3 a 4 min), comparados aos exercícios tradicionais de força de moderada e alta intensidade (≥ 5 min)(50).

Quando analisados os desfechos relacionados a utilização de EP como AC, houve melhora de desempenho no *sprint* de 30 metros em velocistas de atletismo, após três séries de cinco saltos verticais, com dois e quatro minutos de intervalo entre a AC e o *sprint*(57); na execução de *sprints* repetidos com mudança de direção em jogadores profissionais de basquetebol, após a realização de cinco DJ, quatro minutos antes da execução do teste(34); no salto em distância em uma amostra de decatletas, após três saltos verticais com rebote utilizando o maior esforço possível, três minutos antes das cinco tentativas de saltos (45); nos lançamentos do atletismo após três CMJ, realizado um minuto antes da tentativa durante a competição(43); e no ciclismo após três DJ dois minutos antes do teste submáximo(47).

Além destes achados, a utilização de EP apresentou maior tamanho do efeito quando comparado aos exercícios tradicionais de força (50). Os EP são amplamente utilizados nas rotinas de treinamento dos atletas que demandam força e velocidade(58), sendo esta familiaridade um requisito básico para utilização de qualquer exercício como AC(11). Por outro lado, alguns estudos ainda mostram inconsistência, não identificando MPPA após os exercícios pliométricos. Não houve

efeito da utilização de 10 agachamentos com saltos rápidos no desempenho do salto vertical em homens treinados em força(59). Também não foram encontradas diferenças no desempenho do salto de ataque no voleibol após três séries de cinco saltos bilaterais levantando o joelho(56).

Dentre os EP, o DJ é um dos exercícios de saltos mais utilizados(60). Este apresenta um ciclo alongamento-encurtamento rápido, com o tempo de contato abaixo de 250 ms(61), sendo utilizado ao longo do treinamento com o objetivo de aumentar a taxa de desenvolvimento de força, característica importante para atletas que demandam força e velocidade como *sprinters* e saltadores(62).

Os *sprinters* e os saltadores são caracterizados por realizarem ações curtas e explosivas. Dessa forma, seriam os atletas que mais poderiam se beneficiar com as estratégias MPPA(11,33). Contudo, a performance na prova de salto em distância está intimamente ligada a três fatores: velocidade (vertical e horizontal), ângulo e altura de saída(63), ou seja, alguns aspectos técnicos também podem definir o desempenho na prova. O ângulo de saída é determinado pela velocidade horizontal e vertical de saída e não deve estar acima de 25°. A velocidade horizontal e vertical de saída, são determinadas pela relação entre a velocidade horizontal de aproximação, impulso vertical e força de frenagem horizontal(64). A performance ótima no salto em distância envolve gerar velocidade vertical a maior velocidade horizontal possível, como valores de referência em atletas de elite masculino temos 8.8 e 3.4 m/s para velocidade horizontal e vertical de saída, respectivamente.(64).

O salto em distância consiste numa corrida de aproximação à velocidade ótima, uma descolagem explosiva, uma fase de voo e uma aterrissagem(65). A corrida de aproximação é caracterizada por três aspectos: desenvolvimento da velocidade horizontal, posicionamento do corpo no final da corrida e precisão(65). Neste contexto, a velocidade da corrida de aproximação tem relação positiva com o desempenho no salto(66). Dessa forma, acreditamos que a avaliação da MPPA em *sprints* com distância similar a corrida de aproximação dos atletas no salto, pode ser um indicativo da eficiência do protocolo visando a MPPA no salto em distância.

A utilização do DJ como AC para *sprints* apresenta resultados inconsistentes. Ainda que tenha sido verificado melhora no *sprint* de 50 metros, 10 minutos após realização de duas séries de cinco DJ(67). Em contrapartida, não foi encontrado efeito no desempenho do *sprint* de 60 metros em atletas após a

execução de duas séries de cinco DJ em superfície rígida ou areia(33). Desta forma, apesar de evidências apontarem para a eficiência dos EP como AC visando a performance no *sprint*(54,68–70), não há consenso do efeito agudo do salto com queda no desempenho.

Quando analisado o efeito agudo do EP no desempenho em provas de saltos no atletismo, apenas dois estudos foram encontrados(45,46). A utilização de saltos verticais com rebote promoveu a melhora no desempenho do salto em distância em decatletas(45). Já a utilização de saltos unilaterais verticais não apresentou melhora no desempenho do salto em distância, apenas na altura do salto(46). Não foram encontrados estudos com a utilização de DJ como AC para o salto em distância.

Além dos EP, bastante explorados visando a MPPA, podemos ainda considerar os alongamentos dinâmicos como uma atividade balística de fácil utilização no ambiente competitivo(20), e que apresenta resultados positivos na MPPA no *sprint*, testes de agilidade e salto vertical pós-ativação(30,31,71). Contudo, a utilização do alongamento dinâmico é muitas vezes aplicada como parte padrão do aquecimento e não considerada como estratégia MPPA, apesar de ser realizada por vezes antecedendo a atividade explosiva, que visa a MPPA(72). Quando analisada a combinação do alongamento dinâmico com EP, encontramos a melhora na velocidade do *sprint* de 20 metros após combinação de dez exercícios de alongamento dinâmico em deslocamento com 3 *depth jumps*. Porém não encontramos investigações que explorem a ordem inversa de realização destes exercícios.

Diante do exposto, a MPPA pode influenciar nos resultados de competições ou avaliações. No entanto, a utilização de DJ como AC para o *sprint* e salto em distância não apresenta achados conclusivos. Considera-se importante também, assim como, compreender de que forma as características particulares de cada amostra definem a resposta de MPPA a determinado exercício. Além disso, a combinação de EP com alongamento dinâmico pode ser melhor explorada visando a MPPA.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Verificar o efeito agudo do *drop jump* e alongamento dinâmico no desempenho do *sprint* em atletas velocistas e saltadores e da inclusão do *drop jump* no aquecimento para o salto em distância.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar o efeito agudo do *drop jump* e alongamento dinâmico como atividade condicionante na aceleração inicial (0-20 m) e aceleração final (20-40m);
- Examinar o efeito agudo do *drop jump* na velocidade de aproximação, duração da saída, velocidade vertical de saída, velocidade horizontal de saída e ângulo de saída no salto em distância;
- Analisar as relações entre as mudanças de performance e o nível de potência de membros inferiores dos atletas

3 CAPÍTULO (ESTUDO) I

Does the sequence of plyometric and dynamic stretching exercises influence on subsequent sprint performance? A randomized crossover intervention study

Devisson S. Silva^{1,2}, Daniel Boullosa^{3,4}, Erika V. M. Pereira¹, Micael D.J. Alves^{1,2},
Matheus S. S. Fernandes⁵, Felipe J. Aida^{1,2}, Leila F. dos Santos^{1,2}, Raphael F. de
Souza^{1,2},

- 1- Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Sergipe
- 2- Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Sergipe
- 3- Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
- 4- College of Healthcare Sciences, James Cook University, Townsville, Australia.
- 5- Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências Comportamentais, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Manuscrito submetido

Abstract

The objective of this study was to verify the acute effects of the sequence order of Drop Jumps (DJ) and Dynamic stretching (DS) on linear sprinting performances in competitive track and field athletes; and to verify the relationships between post-activation performance enhancement (PAPE) and lower limbs' power. Thirteen male jumpers and sprinters (19 ± 2 years; 177 ± 7 cm; 71.7 ± 5.6 kg). Through a randomized crossover design, performed three different conditions after a standardized warm-up: DS+DJ, DJ+DS, and control. Sprinting performance over 40 m was analyzed with consideration of initial acceleration (0 to 20 m) and final acceleration (20 to 40 m) phases. The effect of intervention was examined by a two-way repeated-measures of ANOVA. Pearson's correlation test was used to determine the association between PAPE and jump performances. There was no effect of any factor on 40-m sprint performances. Meanwhile, the performance in the final acceleration phase was higher in the DS+DJ condition when compared to baseline (8.79 ± 0.43 vs. 8.91 ± 0.35 m/s; $p=0.015$). However, the initial acceleration was worsened in the DJ+DS condition when compared to baseline (6.26 ± 0.25 vs. 6.22 ± 0.26 m/s; $p=0.002$). There was a significant negative correlation between CMJ height and the improvement in final acceleration speed ($r = -0.741$; $p=0.004$). The use of DS prior to DJ is an effective strategy to increase performance in the final acceleration phase (20-40 m). The athletes with the lower levels of lower limbs' power were the most benefited from this PAPE strategy.

Keywords: Track and field, Athletic performance, PAPE, Muscle Stretching Exercises, Plyometric, Warm-up.

Introduction

Warming up is an important part of the athletes' routine during both training sessions and competitions, aiming to provide adequate biomechanical and physiological conditions that can influence the performance of the subsequent main activity (1). In this way, previous investigations have looked for the best warm-up strategies in various sports to promote higher levels of force production(2,3), decreasing the oxygen deficit(4), increasing body temperature(1,4) and inducing Post-Activation Performance Enhancement (PAPE) (5,6).

To promote PAPE, various types of conditioning activities (CAs) have been used including traditional strength exercises(7), eccentric loading exercises(8), ballistic exercises(9) and sled towing(10), with the possibility of combining these exercises in different sequences(11). However, some of these activities require the use of additional equipment including supports, bars, etc., thus making it difficult to be used in a competitive environments. From this perspective, the use of ballistic exercises can be identified as viable alternatives without the need for complementary equipment(9,12,13), therefore presenting greater applicability in competitive settings. Ballistic exercises have also shown greater concentric speed, strength and muscle activation compared to a similar traditional exercise movement(14). Among the most used ballistic exercises we can highlight plyometric exercises (PE)(10,12,15) and dynamic stretching (DS) (16,17).

The use of DS exercises during the warm-up has previously shown improvements in jumping performance(18–20), peak strength(19), and linear sprinting speed(19). In addition, PAPE has also been observed in sprint(21,22), countermovement jump (CMJ)(23) and competitive performances in athletics(24,25) after implementation of PE in the warm-up routine. Interestingly, the inclusion of three depth jumps after DS promoted higher performance enhancements in a 20-m sprint when compared to DS alone (22). Moreover, the inclusion of five DJs after DS promoted better performance in a 1000-m run in male runners(12). In contrast, another previous study observed a better vertical jump performance after using ten minutes of DS when compared to the protocol that added three sets with three tuck jumps after DS(19). Meanwhile, to date, there are no studies that had examined the use of DS after PE as a PAPE strategy. This information would be useful to verify if the positive effects of these exercises on neuromuscular function and subsequent performance are additive or not depending on the exercise sequence used.

There is no consensus on the best combination or sequence of these exercises as a PAPE strategy. Meanwhile, other moderators such as strength and power levels may also influence on PAPE effects(26) and should be also explored. Therefore, the aim of the current study was to verify the acute effects of exercise sequence (DS+DJ vs. DJ+DS) on sprint performance; and if the PAPE responses are related to lower limbs' power. We hypothesized that the combination of these

stimuli could increase sprint performance after both protocols, and that athletes with the greater lower limbs' power would exhibit greater PAPE responses.

Materials and Methods

Study design

A randomized crossover design was used to verify the influence of DJ combined with DS as a strategy to enhance sprinting in track and field athletes. Our study was conducted at an athletics outdoor track over a 3-week period. Every subject was informed about the purpose, procedures, and risks of the study. All procedures were approved by the research ethics committee of the UFS (process number 4.890.323) and were carried out according to the Helsinki declaration.

The subjects visited the athletics track on five different occasions: two familiarization sessions and three experimental sessions, 72 hours apart, thus allowing for an appropriate recovery period (see Figure 1). In the first familiarization session, the subjects performed the countermovement jump (CMJ) assessments, in addition to the warm-up protocols and the tests to be performed. In the second familiarization session, the optimal height for the drop jump was determined and the procedures of the first session were repeated, to minimize the learning effects for the subsequent experimental sessions. For the next experimental sessions, the subjects were randomly assigned, using Microsoft Office Excel Software, to the three warm-up conditions: Dynamic Stretching + Drop Jump (DS+DJ), Drop Jumps + Dynamic Stretching (DJ+DS), and Control (C).

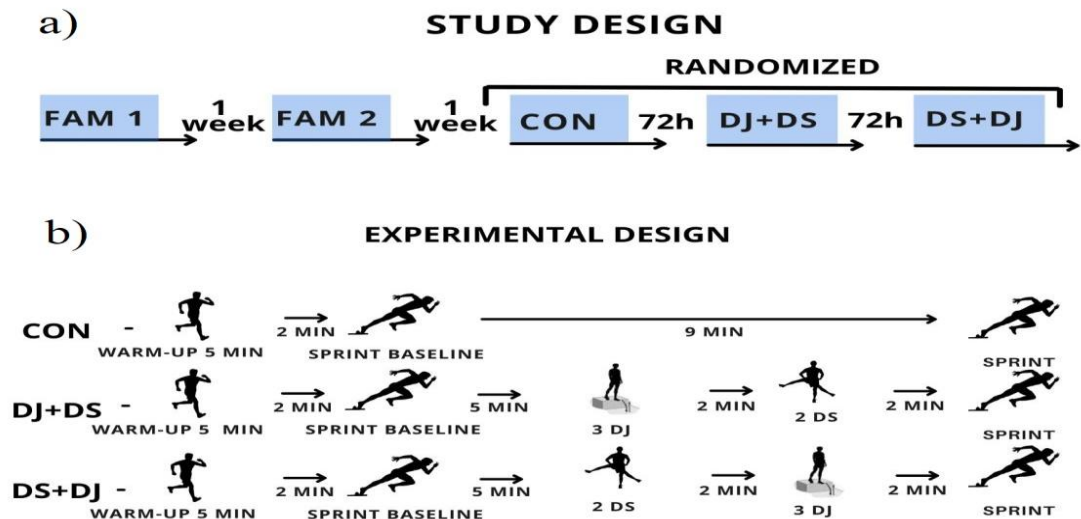
In each experimental session, the warm-up was performed after the baseline sprint, followed by the evaluation of the 40-m sprint performance with consideration of the 0-20-m (initial acceleration) and 20-40-m (final acceleration phase) phases. Subjects were recommended to maintain their eating and training routines throughout the experimental period, except for the 24 hours before the experimental sessions in which a resting day was recommended. The ingestion of alcohol and caffeine was not allowed before the experimental sessions.

Subjects

The sample was composed of competitive male sprint (100- and 200-m dash) and jump (triple and long jump) athletes, who participated in the under-20 and adult championships in the State of Sergipe (Brazil). All the athletes who won medals in

these specific events were eligible to participate in the research. The sample size was a priori calculated based on a statistical power of 0.95, assuming an effect size of 0.66 according to the findings by Lima et al.(27) and an alpha level of $P < 0.05$. The minimum sample size of 9 subjects was obtained (G * Power software package [version 3.1.9.4], Franz, Universitat Kiel, Germany). After sending invitations to all the eligible athletes, the following inclusion criteria were used for those who accepted to participate: (1) age of 16 years or older, (2) minimum of three training sessions per week, (3) minimum experience of six months in plyometric training, and (4) absence of lower limb injuries in the last six months. Sixteen athletes were finally included in the study. All subjects were encouraged to continue their normal training routines, except 24 hours before the experimental sessions. Exclusion criteria were suffering injuries during the study period and not attending to any session of the study. All subjects signed an informed consent form. The parents of the athletes under the age of 18 signed the informed consent form.

Figure 1. Study design



FAM = Familiarization; CON = Control; DJ+DS= Plyometrics + dynamic stretching; DS+DJ = Dynamic stretching + plyometrics.

Drop Jumps assessment

During the second familiarization session, subjects completed a test to determine the optimal DJ height to be used in the next experimental sessions. Subjects performed three DJ from two different heights (20 and 40 cm)(28). The

optimal height was selected using the best reactive strength index (jump height/contact time). The jump was recorded and analyzed using the My Jump 2(28) which was installed in an iPhone mobile (v. 8, Apple Inc., Cupertino, CA, USA).

Standard warm-up

In all conditions, the athletes completed a standardized 5-min warm-up which consisted of: 2-min × 500-m of slow running on the track, 4 running technique drills over 20-m with 20 s of active recovery by walking (totalizing 2:30 min); and a 5-m maximum acceleration. Two minutes after completing this warm-up protocol, the subjects performed the baseline sprint in all conditions.

Dynamic stretching and drop Jump protocols

The subjects performed two dynamic stretching exercises (vertical and lateral leg swings), 1 set of 15 repetitions for each leg, increasing the speed progressively until the 10th repetition while maintaining the maximum amplitude and speed until the last repetition. The athletes performed three DJ with the optimal DJ height previously determined in the familiarization session. During the DJ, the subjects were instructed to keep their hands on their waist and perform the jumps as fast and high as possible.

Sprints assessment

Subjects performed two 40-m linear sprints on the track, one after the standardized warm-up which served as baseline and another sprint after the potentiation protocols or control condition. All attempts were recorded using an iPhone 8 (Apple Inc., Cupertino, CA, USA) and the “MySprint app” (T-Mobile Inc., Bellevue, WA, USA). The system is based on high-speed video analysis (240 fps) and has been demonstrated to be valid and reliable for assessing linear sprint performance(29). The athletes started from a three-stand position with their preferred hand on the track. The start of the sprint was determined when the athletes’ thumb took off after visual inspection. Six cones were located at 5, 10, 15, 20, 30, and 40-m to ensure that split times were recorded correctly. Two independent observers were asked to select the first frame in which the subjects’ right thumb left the ground (i.e., the start of the sprint) and the frames in which the marker placed on the pelvis was aligned with the cones for each sprint(29). For data analysis, we used the mean velocities recorded in the 40-m sprint, and from 0-20-m (i.e. acceleration phase) and 20-40-m (i.e. final acceleration phase).

Countermovement jump assessments

The evaluation of the CMJ was performed during the second familiarization session as a measure of lower limbs' power. CMJ performance was verified with the jump height (cm) that was estimated using a validated contact mat(30) (Chronojump, Bosco systems, Barcelona, Spain) following the flight-time method. The subject started in a standing upright position with his feet on a mat and with his hands on his hips, followed by the downward movement flexing his knees to approximately 90° to immediately jump as high as possible. Each athlete had three attempts separated by 10 s. The highest jump was used for further analyses (28).

Statistical Analysis

The results were presented as mean $\pm$ SD. The normality assumption for each variable was verified using the Shapiro-Wilk test. The effect of intervention on sprinting was examined by two-way repeated-measures ANOVA (3 conditions $\times$ 2 time points [baseline and post-CA]). Mauchly's test of sphericity was applied, and the Greenhouse-Geisser Epsilon correction was used when the criteria for sphericity were not met. Effects sizes for main effects were calculated as partial eta squared (η_p^2) and interpreted as small (0.01), medium (0.06), and large effects (0.14)(31). The analyses were completed with the Bonferroni post hoc test. The intraclass correlation coefficient (ICC) was calculated (95% CIs), using a two-way mixed-effect absolute agreement model(32), to verify the reliability of speed data between testers. ICC values less than 0.5 are considered poor, values between 0.5 and 0.75 are moderate, values between 0.75 and 0.9 are good, and values greater than 0.9 are excellent. Pearson's product moment correlation test was used to determine the association between selected parameters. A significance level of $p \leq 0.05$ was set in all analyses. The software used was the SPSS (v. 25.0, IBM Corp., Chicago, IL, USA).

Results

Two athletes were excluded from the analyses for not attending to all the sessions and one athlete was excluded because of foot pain before starting one experimental session. Thus, the final sample was composed of 13 power track and field athletes (sprinters, $n=6$; jumpers, $n=7$), whose physical and anthropometric

characteristics are presented in Table 1. The sprint times evaluated by the two independent observers from 10 random recordings provided an excellent reliability (ICC=0.984, 95%CI=0.948-0.995).

Table 1. Physical and anthropometric characteristics

Variables	Mean $\pm$ SD
Age (years)	19.0 $\pm$ 2.0
Body mass (kg)	71.7 $\pm$ 5.6
Height (cm)	177 $\pm$ 7
CMJ height (cm)	39.0 $\pm$ 3.0
Training time (y)	3.3 $\pm$ 1.1
RSI (cm/s)	3.2 $\pm$ 0.6
Personal record 100 m (s)	11.4 $\pm$ 0.6
Personal record 200 m (s)	22.7 $\pm$ 1.1
Personal record long jump (m)	5.97 $\pm$ 0.29
Personal record triple Jump (m)	13.62 $\pm$ 1.58

Legends: CMJ = countermovement jump; RSI = reactive strength index.

Two-way repeated measures of ANOVA showed that there was no effect of any factor on the overall 40-m sprint performance. There was an effect of time and condition on 0-20m speed. Bonferroni post-hoc showed that post-intervention sprint performance was worse than baseline in the DJ+DS condition ($p=0.02$). For the 20-40-m interval, there was an effect of time on performance. Bonferroni's post-hoc showed that velocity in post-intervention sprint was higher compared to baseline in the DS+DJ condition ($p=0.015$).

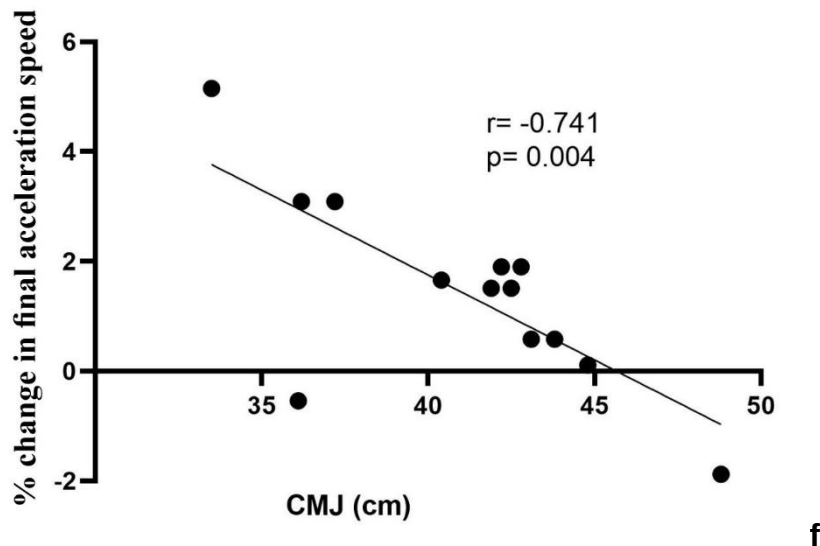
A significant relationship was found between performance in the CMJ and the percentage of change in performance in the only condition in which there was an improvement in performance from baseline (see Figure 2).

Table 2. Mean (SD) of sprint velocity at 0-20 m, 0-40 m and 20-40 m distances between conditions (Control, DS+DJ and DJ+DS) at different times (baseline and post-drop jumps), and statistics of the two-way repeated measures of ANOVA (n=13)

	Control		DS+DJ		DJ+DS		Condition			Time			Condition $\times$ Time		
	Baseline	Post	Baseline	Post-intervention	Baseline	Post-intervention	F	P	η_p^2	F	P	η_p^2	F	P	η_p^2
							(2,24)			(1,12)			(2,24)		
0-20m (m/s)	6.35 (0.24)	6.26 (0.23)	6.30 (0.27)	6.25 (0.27)	6.26 (0.25)	6.22 (0.26)*	5.121	0.014	0.299	6.922	0.022	0.366	1.306	0.289	0.098
0-40m (m/s)	7.39 (0.27)	7.33 (0.28)	7.34 (0.30)	7.34 (0.29)	7.33 (0.28)	7.31 (0.31)	2.762	0.083	0.187	2.111	0.172	0.150	1.941	0.165	0.139
20-40m (m/s)	8.84 (0.38)	8.83 (0.39)	8.79 (0.43)	8.91 (0.35)*	8.83 (0.35)	8.86 (0.41)	0.206	0.815	0.017	4.730	0.050	0.283	1.948	0.164	0.140

ES = Effect size; DS+DJ = Dynamic stretching + Drop Jumps; DJ+DS = Drop Jumps + Dynamic stretching; * = $p < 0.05$, Bonferroni post-hoc test compared to baseline.

Figure 2. Correlation between performance improvement in the final acceleration phase after the DS+DJ protocol and CMJ performance.



Legends: DS+DJ = Dynamic stretching + Drop Jump; DJ+DS = Drop Jump + Dynamic stretching;
CMJ = Countermovement Jump

Discussion

The objective of the present study was Therefore, the aim of the current study was to verify the acute effects of exercise sequence (DS+DJ vs. DJ+DS) on sprint performance; and if the PAPE responses are related to lower limbs' power. The combination of DS with DJ, independently of the sequence used, did not improve the overall performance in the 40-m sprint. However, the DS+DJ sequence promoted an increase in performance in the final acceleration phase (20-40 m). In addition, the execution of the CAs in the reverse order (i.e. DJ+DS) showed a worsening in performance in the acceleration phase. Thus, performing DJ after DS has been proven to be the most effective sequence in the current study. Although, previous studies have used the combination of DS with DJ as a strategy to improve performance in the CMJ(19) and 20-m sprint(22), this is the first study comparing the influence of the order of these CAs on different sprinting phases.

The use of these CAs has been proven to be easy highly efficient for sport settings requiring the achievement of maximum speeds after 20 m, as occur in horizontal jumps in athletics(33). Previously, Zimmerman et al(34) showed an improvement in performance in 30-m sprints after a CA which consisted of

continuous vertical jumps. However, no difference was found for the 10-m sprint performance. In contrast to our results, Byrne et al(22) and Turki et al.(17) previously found performance improvements in the 20-m sprints after using DS combined with depth jumps and DS alone in team sport athletes. These divergencies between studies may be explained by differences in samples' characteristics, CAs used and sprinting distances evaluated. While team sport athletes commonly run distances of ≤ 20 m during practice (35), track and field athletes use these short runs for training of initial acceleration. Although sprint performance is a key factor, other technical aspects should be taken into account, specially because they may influence on the next phases of the sprinting run(36). Further studies are warranted to verify the relative influence of these factors on sprint performances in different sport settings.

We have selected two exercises commonly used in training and competitive settings (12). Previous evidence has demonstrated that plyometric jumps stimulate primarily type II fibers thus favoring the potentiation mechanisms(9), which are related to performance improvements in speed and strength tests(13). Whereas DS may decrease the time to peak torque and increase the rate of torque development(37). We hypothesized that the combination of these stimuli could increase performance after both protocols. However, we identified no performance gains in the acceleration phase for the DS+DJ condition, possibly because this phase requires a greater activation of the leg and hip extensor muscles(38), with a more horizontal body position at the beginning of the phase (36), differing from the muscles and body position used in the PE. The performance improvement in the final acceleration phase can be characterized by shorter contact times and a more vertical position of the body(36) which is more related to the execution of the DJ. Further studies should better explore the influence of the neuromuscular, kinetic and kinematic factors involved on these acute responses after exercises with different biomechanical characteristics. (39)

The high and significant correlation found between jump capacity and PAPE in final acceleration speed indicates a higher potentiating effect in the athletes with the lower level of lower limbs' power (see Figure 3). This is somewhat contrary to the suggestions by Wilson et al(2) who were the first to systematically find an association between training experience and PAPE responses. In this regard, Boullosa(26) recently suggested that the two main PAPE moderating factors related

to the population of athletes are strength levels and training experience, however the consideration of other potential moderators as sex and age has been poorly addressed in applied studies. Furthermore, previous studies exhibiting an influence of training background and strength levels have been conducted with traditional strength training exercises(2,39). Therefore, as the athletes in the current study are young power track and field athletes with limited training experience, and because we used a novel combination of ballistics exercises, the combination of these factors would be the reason for this divergence with the current evidence. Further studies should elaborate on the influence of populations characteristics in PAPE response with different exercises.

Considering the performance improvement in the 20-40 m section, we may suggest the use of this PAPE strategy for long jumpers, because the approach runs are 35-40-m and thus a higher final acceleration speed could be achieved at the end of the approaching run therefore potentially incrementing the long jump distance(40). Similarly, sprinters may use this strategy because we would expect that this effect could be maintained during the maximum speed phase of a 100-m run (50-70m) which is a key phase for performance. However, these potential benefits should be tested in future intervention in both athletic populations.

Conclusion

In conclusion, using the combination of DS with DJ, independently of the sequence used, did not improve overall performance in the 40-m sprint. The DS+DJ sequence improved performance in the final acceleration phase (20-40 m). Athletes with the lower levels of lower limbs' power may benefit more from this CA. When DS is preceded by DJ, there was a worsening in the initial acceleration. These findings provide coaches with a simple and practical PAPE strategy to favor better sprinting performances without the use of additional equipment and complex settings.

References

1. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Medicine*. 2015;45(11):1523–46.

2. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SMC, et al. Meta-Analysis of Postactivation Potentiation and Power. *J Strength Cond Res*. 2013;27(3):854–9.
3. Bishop D. Warm up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*. 2003;33(6):439–54.
4. Bishop D. Warm up II: performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Med*. 2003;33(7):483–98.
5. Cuenca-Fernández F, Smith IC, Jordan MJ, MacIntosh BR, López-Contreras G, Arellano R, et al. Nonlocalized postactivation performance enhancement (PAPE) effects in trained athletes: a pilot study. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2017 Oct;42(10):1122–5.
6. Boullosa D, Beato M, Iacono A dello, Cuenca-Fernández F, Doma K, Schumann M, et al. A new taxonomy for postactivation potentiation in sport. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020;15(8):1197–200.
7. Kobal R, Pereira LA, Kitamura K, Paulo AC, Ramos HA, Carmo EC, et al. Post-Activation Potentiation: Is there an Optimal Training Volume and Intensity to Induce Improvements in Vertical Jump Ability in Highly-Trained Subjects? *J Hum Kinet*. 2019;66(1):195–203.
8. Beato M, Bigby AEJ, de Keijzer KL, Nakamura FY, Coratella G, McErlain-Naylor SA. Post-activation potentiation effect of eccentric overload and traditional weightlifting exercise on jumping and sprinting performance in male athletes. *PLoS One*. 2019;14(9):1–13.
9. Maloney SJ, Turner AN, Fletcher IM. Ballistic Exercise as a Pre-Activation Stimulus: A Review of the Literature and Practical Applications. *Sports Medicine*. 2014;44(10):1347–59.
10. Zagatto AM, Claus GM, Dutra YM, de Poli RA, Lopes VHF, Goodall S, et al. Drop jumps versus sled towing and their effects on repeated sprint ability in young basketball players. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2022 Jan;14(1):4.
11. Chen ZR, Lo SL, Wang MH, Yu CF, Peng HT. Can Different Complex Training Improve the Individual Phenomenon of Post-Activation Potentiation? *J Hum Kinet*. 2017 Feb;56:167–75.

12. Boullosa D, Abad CCC, Reis VP, Fernandes V, Castilho C, Candido L, et al. Effects of drop jumps on 1000-m performance time and pacing in elite male and female endurance runners. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020;15(7):1043–6.
13. de Poli RAB, Boullosa DA, Malta ES, Behm D, Lopes VHF, Barbieri FA, et al. Cycling Performance Enhancement After Drop Jumps May Be Attributed to Postactivation Potentiation and Increased Anaerobic Capacity. *J Strength Cond Res*. 2020;34(9):2465–75.
14. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. *Sports Med*. 2011 Feb;41(2):125–46.
15. Silva D, Ferreira ARP, Aidar FJ, de Matos DG, Kalinine E, Silva-Grigoletto D, et al. Post-Activation Potentiation Effect after Acute Plyometric Exercises on the Performance of Long Jumpers. *Muscles, Ligaments & Tendons Journal (MLTJ)*. 2021;11(3).
16. Opplert J, Babault N. Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature. Vol. 48, *Sports Medicine*. Springer International Publishing; 2018. p. 299–325.
17. Turki O, Chaouachi A, Behm DG, Chtara H, Chtara M, Bishop D, et al. The effect of warm-ups incorporating different volumes of dynamic stretching on 10- and 20-m sprint performance in highly trained male athletes. *J Strength Cond Res*. 2012 Jan;26(1):63–72.
18. Pojskić H, Pagaduan JC, Babajić F, Užičanin E, Muratović M, Tomljanović M. Acute effects of prolonged intermittent low-intensity isometric warm-up schemes on jump, sprint, and agility performance in collegiate soccer players. *Biol Sport*. 2015;32(2):129–34.
19. Turki O, Chaouachi A, Drinkwater EJ, Chtara M, Chamari K, Amri M, et al. Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potentiate vertical jump performance characteristics. *J Strength Cond Res*. 2011 Sep;25(9):2453–63.
20. Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: A systematic review. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. 2015;41(1):1–11.

21. Turner AP, Bellhouse S, Kilduff LP, Russell M. Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *J Strength Cond Res.* 2015 Feb;29(2):343–50.
22. Byrne PJ, Kenny J, O' Rourke B. Acute potentiating effect of depth jumps on sprint performance. *J Strength Cond Res.* 2014 Mar;28(3):610–5.
23. Tobin DP, Delahunt E. The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players. *J Strength Cond Res.* 2014 Feb;28(2):367–72.
24. Karampatsos GP, Korfiatis PG, Zaras ND, Georgiadis G v, Terzis GD. Acute Effect of Countermovement Jumping on Throwing Performance in Track and Field Athletes During Competition. *J Strength Cond Res.* 2017 Feb;31(2):359–64.
25. Bogdanis GC, Tsoukos A, Veligekas P. Improvement of Long-Jump Performance During Competition Using a Plyometric Exercise. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017 Feb;12(2):235–40.
26. Boullosa D. Post-activation performance enhancement strategies in sport: a brief review for practitioners. *Human Movement.* 2021;22(3):101–9.
27. Bomfim Lima J, Marin D, Barquilha G, da Silva L, Puggina E, Pithon-Curi T, et al. Acute effects of drop jump potentiation protocol on sprint and countermovement vertical jump performance. *Human Movement.* 2011;12(4):324–30.
28. Haynes T, Bishop C, Antrobus M, Brazier J. The validity and reliability of the My Jump 2 app for measuring the reactive strength index and drop jump performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 2019;253–8.
29. Romero-Franco N, Jiménez-Reyes P, Castaño-Zambudio A, Capelo-Ramírez F, Rodríguez-Juan JJ, González-Hernández J, et al. Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. *Eur J Sport Sci.* 2017;17(4):386–92.
30. Pueo B, Penichet-Tomas A, Jimenez-Olmedo J. Reliability and validity of the Chronojump open-source jump mat system. *Biol Sport.* 2020;37(3):255–9.
31. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* [Internet]. Routledge; 2013. Available from: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781134742707>
32. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med.* 2016 Jun;15(2):155–63.

33. Liu H, Mao D, Yu B. Effect of approach run velocity on the optimal performance of the triple jump. *J Sport Health Sci*. 2015;4(4):347–52.
34. Zimmermann HB, Knihs D, Diefenthaler F, MacIntosh B, Dal Pupo J. Continuous Jumps Enhance Twitch Peak Torque and Sprint Performance in Highly Trained Sprint Athletes. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2021 Apr;16(4):565–72. Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=149393415&lang=pt-br&site=ehost-live>
35. Taylor JB, Wright AA, Dischiavi SL, Townsend MA, Marmon AR. Activity Demands During Multi-Directional Team Sports: A Systematic Review. *Sports Med*. 2017 Dec;47(12):2533–51.
36. Mero A, Komi P v, Gregor RJ. Biomechanics of sprint running. A review. *Sports Med*. 1992 Jun;13(6):376–92.
37. Yamaguchi T, Ishii K, Yamanaka M, Yasuda K. Acute effects of dynamic stretching exercise on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *J Strength Cond Res*. 2007 Nov;21(4):1238–44.
38. Girard O, Brocherie F, Morin JB, Millet GP, Hansen C. Running mechanics and leg muscle activity patterns during early and late acceleration phases of repeated treadmill sprints in male recreational athletes. *Eur J Appl Physiol*. 2020 Dec;120(12):2785–96.
39. Seitz LB, Haff GG. Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2016;46(2):231–40.
40. Linthorne NP. Biomechanics of the long jump. In: *Routledge handbook of biomechanics and human movement science*. Routledge; 2008. p. 352–65.

4 CAPÍTULO (ESTUDO) II

Acute effect of drop jump on long jump performance during competition

Devisson dos Santos Silva^{1,2}, Daniel Boullosa^{3,4}, Erika Vitoria Moura Pereira¹,
Micael Deivison de Jesus Alves^{1,2}, Matheus Santos de Sousa Fernandes⁵, Felipe
J. Aida^{1,2}, Alan Pantoja Cardoso², Leila Fernanda dos Santos^{1,2}, Raphael Fabricio
de Souza^{1,2}

1- Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Sergipe

2- Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de
Sergipe

3- Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

4- College of Healthcare Sciences, James Cook University, Townsville, Australia.

5- Programa de Pós-Graduação em Neuropsiquiatria e Ciências
Comportamentais, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Manuscrito não submetido

Abstract

Drop jump (DJ) is widely used in training sessions, aiming for chronic effects on long jump performance. However, the acute effect of DJ on long jump performance through its use as a conditioning activity has not been explored. The objective of this study was to verify the post-activation performance enhancement (PAPE) responses induced by successive DJs on long jump performance. Eleven male jumpers (19.0 ± 2.0 years; 178.0 ± 9.0 cm; 73.1 ± 8.9 kg) volunteered for participation. The athletes performed 5 DJ 2 minutes (1'45-2'15 min) before the second, and fourth attempt during official competition of state level. The performance of the second (5.63 ± 0.43) and fourth (5.71 ± 0.34) jumps performed after activation were higher than the first (5.54 ± 0.45) in the control condition, $p=0.02$, and $p=0.01$ respectively. Differences were also found in the take-off vertical velocity of the jump between the fourth (1.55 ± 0.21) and the first jump (1.30 ± 0.40), $p=0.006$. Jump performance showed positive correlation with approach velocity, vertical take-off velocity and take-off duration. The mean performance in jumping post-activation (5.67 ± 0.38) was higher than that without the use of previous conditioning activity (5.59 ± 0.44), $p=0.02$, $g=0.19$. The use of DJs as a conditioning activity prior to the long jump promotes improvements in the performance of the jump, which can be explained by the increase in the take-off vertical velocity in the athletes.

Keywords: Track and field, Athletic performance, PAPE.

Introduction

Post-activation performance enhancement (PAPE) is one of the goals of warm-up, aiming at competitive performance (1). PAPE is characterized by improved performance in voluntary activities after a conditioning activity (CA)(2). The use of these strategies has been shown to be effective in performance in sports or movements that involve explosive actions, such as sprinting, throwing, and jumping (3,4).

The long jump consists of an approach run at optimal speed, an explosive take-off, a flight phase, and a landing(5). The performance in the long jump is mainly affected by three factors: take-off height, angle, and velocity (5). Success or failure in competition can be defined by centimeters. As an example, the difference in the jump between of the bronze medalist and the eighth place in the 2022 world athletics championship (Eugene-USA) is only 7 cm. Thus, the use of strategies is fundamental in improving sports performance in an acute way during warm-up. Therefore, CA in a competitive environment is accessible and should be prioritized(6).

Plyometric exercises (PE) are commonly used as a strategy to promote PAPE (7,8). The use of these exercises as CA does not require sophisticated equipment and is associated with the high recruitment of type II muscle fibers that have susceptibility to PAPE (6). In this sense, DJ is one of the PE used as a strategy for performance improvement in Countermovement Jump (CMJ)(9), sprint(10), throws (11), repeated sprints(12), and recently also effective for cycling (7). Few studies have investigated the use of the DJ in a competitive environment or in the performance of specific athletic tests (11,13). Some evidence indicated that the DJ could improve the 1000 m time in male runners(13). Additionally, the use of DJ before a throwing action increases performance in individuals with a high percentage of type II muscle fiber area(11).

The use of DJ is effective in improving the rate of force development, an important component of special strength for jumpers(14). Moreover, DJ is widely used in training sessions, aiming at chronic effects on long jump performance(14). However, the acute effect of DJ as a CA on long jump performance has not been explored. This information is of great importance for coaches of jumpers, who seek strategies to improve competitive performance of their athletes. We hypothesized that the inclusion of successive DJ as a PAPE strategy will promote performance improvement in the long jump. Therefore, this study aimed to identify whether PAPE is induced by successive DJ on long jump performances.

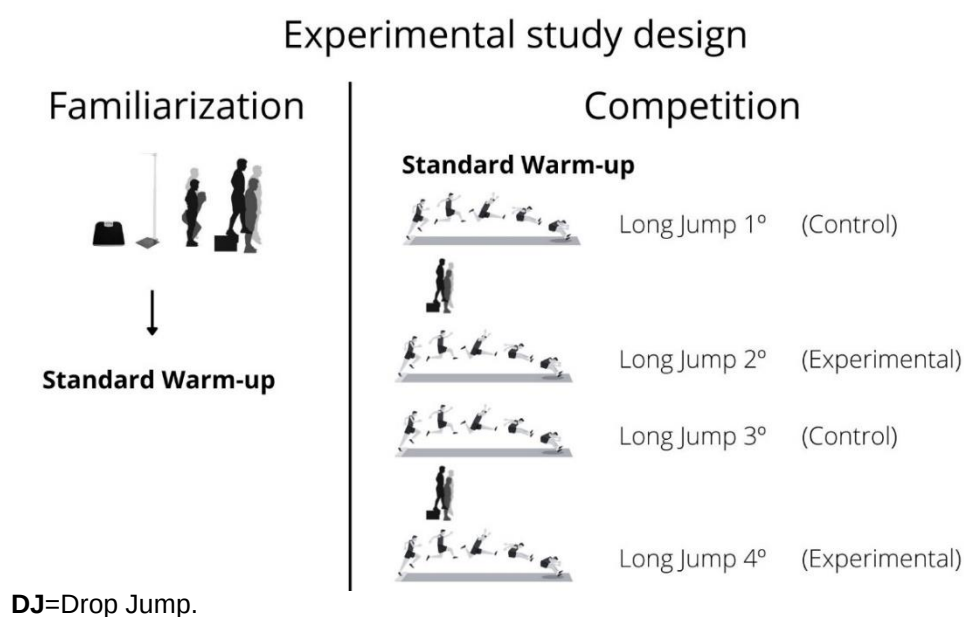
Materials and Methods

Study design

This investigation used competitive environment through pre- and post-intervention assessments to verify the acute effects of consecutive DJ on competitive performance in the long jump event. The present study was performed on the athletics track for two weeks. Each participant was informed about the purpose, procedures, and risks of the study. All procedures were approved by the Research Ethics Committee of the University, Federal of Sergipe, process no. 4.890.323.

The subjects were evaluated at two different times: on the first day, a familiarization session and anthropometric, CMJ, and SJ assessment were performed; and on the second day, subjects took part in a competition. Data collection was 1 week apart, allowing appropriate recovery period (**Figure 1**). In the competition, five DJ were performed as a CA strategy, 2 min before the second and fourth long jump attempts. The performances in these trials were compared with the results of the first and third trials in which no previous activation exercises were performed. Before these attempts, the athletes performed active recovery through skill exercises. Then, 2 min before the jumps, the athletes remained at rest. This experimental design is based on the study by Karampatsos et al.(15), which showed positive results in track and field throwers. Approach velocity, take-off duration, and angle, vertical take-off velocity, and horizontal take-off velocity were also evaluated.

Figure 1. Experimental study design.



Subjects

The sample was composed of male long jumpers, participants in the Trota Mundo Long Jump Challenge, promoted by the Athletics Federation of Sergipe. The sample size was calculated a priori based on a statistical power of 0.80, assuming an effect size of 0.392 according to the findings of Karampatsos et al(15) and an alpha level of $p < 0.05$. The minimum sample size of eleven subjects was obtained (G * Power software package [version 3.1.9.4], Franz, Universitat Kiel, Germany). To be included in the study, subjects had to meet the following criteria (1) be aged 16 years or older, (2) perform at least three training sessions per week, (3) have at least six months experience in plyometric training, and (4) be free of musculoskeletal and joint injuries in the last six months. Thirteen male athletes were included in the study. All subjects were encouraged to continue their normal training except for the 24 hours prior to the competition and the familiarization session. Alcohol and caffeine intake were not allowed before and during the experimental sessions. Exclusion criteria were some injury during the study period, failure to complete jump attempts and absence from any session. All subjects signed an informed consent form. Parents of athletes under 18 years of age signed the informed consent form.

Standard warm-up protocol

Athletes performed a warm-up during the familiarization session and on competition day. The protocol based on the usual warm-ups of the jumpers included three minutes of light running on the track, dynamic stretching, running training, and long jump drills. Dynamic stretching was standardized, performing hip flexion/extension and hip adduction/abduction, with a series of 15 repetitions for each movement by body segment, with increasing execution velocity until the tenth repetition and maintaining the velocity until the end of the exercise. Running skills included 1 × 20-meter (m) A-skips, B-skips, a-runs, in addition to performing 2 × 30 m of progressive running. The jumping drills consisted of two sets of 5 repetitions of take-offs every three strides, and two full approach runs with completion of the push-off, serving to gauge the running distance to the board. The warm-up lasted an average of 20 minutes.

Long Jump Competition

The athletes were participating in an official state competition and performed four long jump attempts with a complete approach run, the interval between jumps was 936 ± 36 s (≈ 15 min). In the first 10 minutes of each 15-minute interval, athletes performed a standardized active recovery that included dynamic stretches, 2 running progressions of 15 m, and technique-mimicking drills. This type of recovery is commonly used by long jumpers during competitions. In the control condition, after 10 minutes, the athletes rested and prepared for the next jump. For the experimental condition, the subjects performed the potentiation protocol whenever the second-to-last athlete ahead in the jump order started their attempt.

DJ potentiation protocol

Before the second and fourth long jump attempts, the athletes performed five DJs of the ideal drop height with a 15-second interval between jumps. The interval between the completion of the DJ and the long jump attempt was around 2 minutes (1 min e 45 s a 2 min e 15 s).

Approach velocity and takeoff analysis

Was evaluated using two pairs of photocells (Probotics Inc., USA) positioned at 11 and 1 m from the board. Contact time with the thrust board was calculated after filming using a smartphone iPhone 8 (Apple Inc, Cupertino, CA, USA), being defined the number of frames of the time interval between the start and the loss of total contact of the foot with the ground, verified through the software Kinovea - version 0.9.5. All video records of the jumps were filmed (Canon EOS Rebel SL2) processed and analyzed using Kinovea - version 0.9.5. Anthropometric points (iliac crest and femoral condyle) were two-dimensionally fixed.

CMJ and DJ evaluation

CMJ evaluation

The CMJ evaluation was performed during the familiarization session. Performance in the CMJ was verified from the jump height (cm) that was estimated using the Chronojump-Boscosystem (Chronojump Bosco systems, Barcelona, Spain). The participant started in a standing upright position with his feet on a mat,

approximately shoulder-width apart, and with his hands on his hips. Then he performed a downward movement flexing his knees and hips to approximately 90°. Then he jumped vertically extending these joints. Everyone had three attempts. The highest jump was used for analysis.

DJ evaluation

During the familiarization session, subjects participated in a test to determine the ideal DJ drop height. Participants performed three DJs from two different heights (20 and 40 cm). The optimal height was chosen using the reactive force index (jump height/contact time). The recording and analysis of the jump were done through the mobile application My Jump 2(16) installed on iPhone 8 (Apple Inc., Cupertino, CA, EUA).

Long Jump Performance in State-level Events

To examine if there is an effect of earlier attempts on later attempts in long jump performance during competitions held at the state level, we analyzed the results of 2020, 2021, and 2022 Sergipe state Athletics Championships (<https://www.fsat.org.br/resultados>). The analysis included only male participants who performed four valid jumps during each event. The final sample included 10 long jump athletes.

Statistical analyses

Results were presented as mean $\pm$ standard deviation. The normality for each variable was verified using the Shapiro-Wilk test. The paired t-test was used to check for differences in mean long jump performance between the DJ and Control conditions. Hedges (g) effect sizes (ES) were calculated for each paired comparison and interpreted as trivial (<0.20), small (0.20-0.49), moderate (0.50-0.79), and large > 0.80 (17). A one-way ANOVA with repeated measures was used to identify if there was an influence of the time factor on the performance of the long jump and other variables. It was also used to verify if there was an influence of the time factor on the performance of the jump in the state competitions in the years 2020, 2021, and 2022. Mauchly's test of sphericity was applied, and the Greenhouse-Geisser. Epsilon correction was used when the sphericity criteria were

not met. The size of the main effects was calculated as partial eta squared (η^2) and interpreted as small (0.01), medium (0.06), and large (0.14) effects(17). The analyses were supplemented with Fisher's Least Significant Difference (LSD) post hoc test. Pearson's product moment correlation coefficient (r) was used to explore the relationships between the different variables. A significance level of $p < 0.05$ was set in all analyses. SPSS software version 25.0 (IBM Corp., Chicago, IL, USA) was used to carry out all the analyzes.

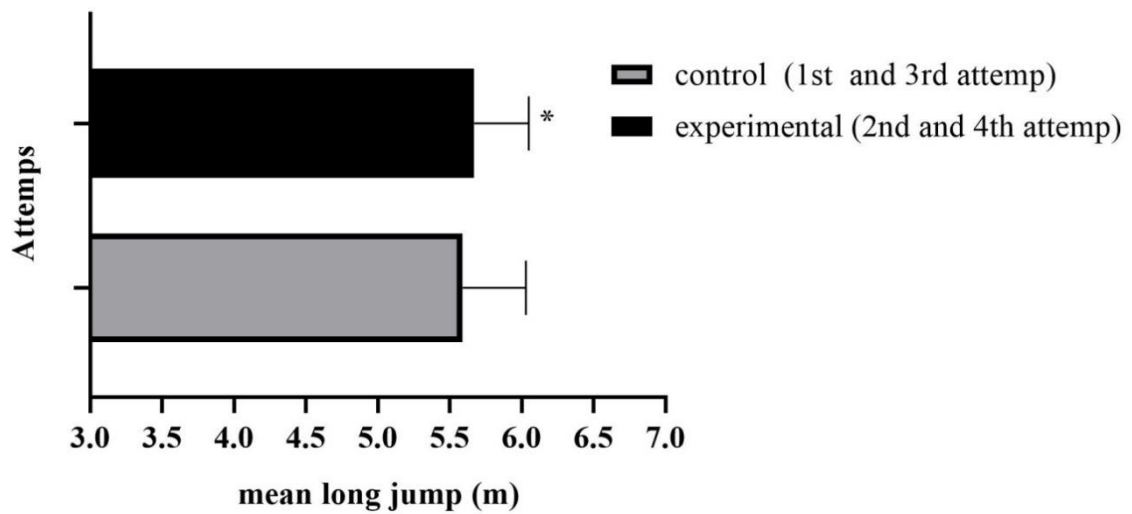
Results

The final sample included 11 male jumpers. Two athletes were excluded for not being able to make all jump attempts. Physical characteristics and training times are presented in **Table 1**. Through the paired t-test it was verified that the mean performance in jumping post-activation (5.67 ± 0.38) was higher than that without the use of previous conditioning activity (5.59 ± 0.44), $p = 0.02$, $g = 0.19$ (**Figure 2**). ANOVA with repeated measures showed that there was a difference in jump performance among trials, through Fisher's LSD post hoc, it was observed that the second and fourth jumps performed after activation were greater than the first in the control condition (**Table 2**). Differences were also found in the take-off vertical velocity among the four jump attempts. The post-hoc LSD found a difference in the take-off vertical velocity of the jump between the first and the fourth jump, $p = 0.006$. No significant differences were found in approach velocity, take-off horizontal velocity, take-off duration, and angle. (**Table 2**). Jump performance showed a positive correlation with approach velocity, vertical take-off velocity, and take-off duration (**Figure 3**). When analyzing the jump performance of the Sergipe athletes during 2020, 2021, and 2022 competitions no significant difference between attempts was observed [$F(3,27) = 1.930$; $p = 0.14$; $\eta^2 = 0.18$].

Table 1. Physical and anthropometric characteristics

Variables	Mean $\pm$ SD
Age (Y)	19.0 $\pm$ 2.0
Body mass (kg)	73.1 $\pm$ 8.9
Height (cm)	178.0 $\pm$ 9.0
CMJ height (cm)	38.8 $\pm$ 3.8
Training time (y)	3.5 $\pm$ 1.8
Personal record (m)	5.78 $\pm$ 0.44
RSI (cm/s)	2.6 $\pm$ 0.4

CMJ= Countermovement Jump; RSI= Reactive strength index.

Figure 2. Comparison of average performance between control and experimental condition.

*= $p < 0.05$.

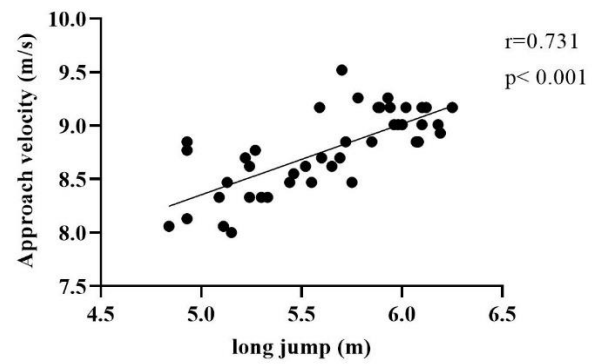
Table 2. Mean (SD) performance in the long jump and variables analyzed. Analysis by repeated measures ANOVA and LSD post-hoc (n=11).

	Condition				ANOVA		
	1st attempt (control)	2nd attempt (experimental)	3rd attempt (control)	4th attempt (experimental)	F (3,30)	P	η_p^2
Long jump (m)	5,54 (0,44)	5,63 (0,43) *	5,65 (0,46)	5,71 (0,34) *	3,131	0,040	0,238
Approach velocity (m/s)	8,75 (0,37)	8,74 (0,38)	8,82 (0,42)	8,78 (0,36)	0,687	0,567	0,064
Take-off duration (ms)	13,43 (1,89)	13,73 (2,11)	13,73 (1,30)	13,89 (1,70)	0,445	0,723	0,043
Horizontal velocity at take-off (m/s)	7,07 (0,62)	6,75 (0,84)	6,64 (0,47)	6,90 (0,62)	1,282	0,298	0,114
Vertical velocity at take-off (m/s)	1,29 (0,40)	1,40 (0,36)	1,38 (0,37)	1,55 (0,21) *	2,950	0,049	0,228
Take-off angle(°)	19,12 (3,31)	20,15 (3,84)	18,67 (2,98)	19,55 (4,10)	1,144	0,347	0,103

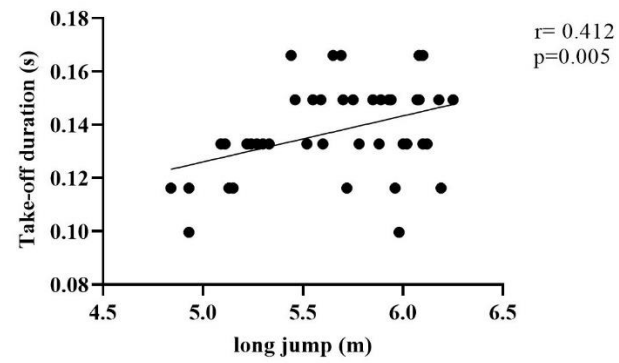
*P<0,05, compared to 1st attempt by LSD post-hoc.

Figure 3. Jump performance correlations: a) Approach velocity b) Take-off duration c) Take-off vertical velocity d) Take-off horizontal velocity

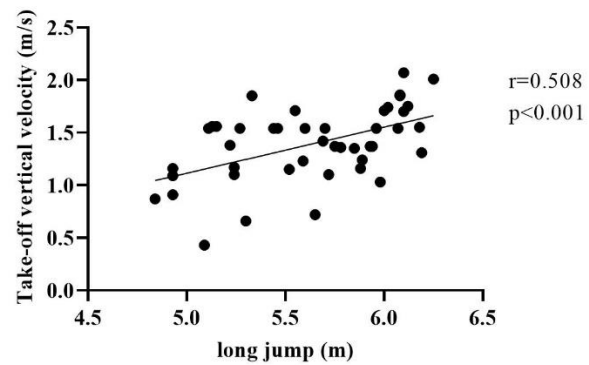
a)



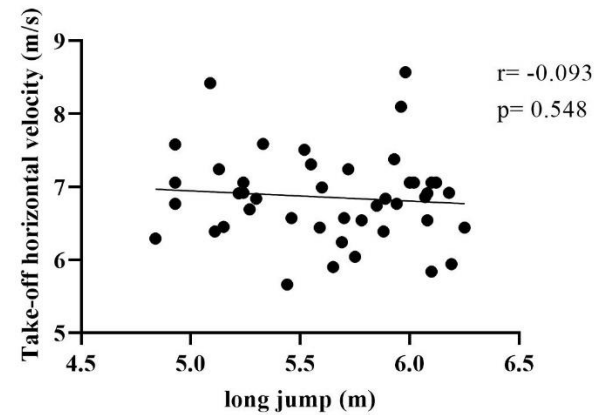
b)



c)



d)



Discussion

The objective of the present study was to identify whether PAPE is induced by successive DJ on long jump performances. Our results indicate that the use of DJ as a previous activity promotes improvement in the long jump performance when compared to the control condition. Through comparison between trials, it was found that the second and fourth trials using the potentiation protocol were higher compared to the first test, performed in the control condition. This suggests that the inclusion of successive DJ as an activity prior to long jump promotes acute performance improvement. To date, this is the first study to use the DJ as a conditioning activity aiming PAPE in the long jump test.

The use of DJ proved to be effective as a CA for acute performance in the long jump competition in a competitive environment. Confirming the effectiveness of plyometric exercises as a stimulus prior to the main activity. This evidence is like the studies, where decathletes had superior performance in the long jump when using rebound vertical jump as a PAPE strategy, when compared to the control condition(18). However, our sample confirmed the results for specialists in the long jump event and the study design comparing the jump performance between conditions at the same competitive moment, aiming for higher ecological validity. Moreover, the use of DJ allows for evaluating the intensity of the jump performance through the drop height, whereas for vertical jumps with rebound the intensity was determined subjectively.

When analyzing the other variables, an increase in the vertical take-off velocity was found when comparing the last attempt performed in the experimental with the first attempt in the control condition. A factor that may be a determinant of performance, because, at all acceleration speeds, the optimal take-off strategy that produces the greatest jump distance is to generate near the maximum possible vertical velocity(19). This finding also corroborates with Bogdanis et al.(18), in which there was an improvement in the performance of the jump when using the rebound vertical jump as CA and the vertical takeoff velocity was the variable that showed similar results. Nonetheless, the sample was composed of decathletes who were not experts in the long jump modality, our findings support this same indication of potentiating effect in expert athletes.

There was a positive correlation between approach velocity, vertical take-off velocity, and contact time with jump performance. Although a strong correlation between approach running and jumping distance is already known, the approach velocity and contact time did not reach significant differences when comparing between conditions, regardless of the differences in the performance of the jump. The non-influence of CA on approach speed and contact time can be explained by the technical aspects of long jump competition. As the athletes perform the attempt through an approach with optimal velocity and with the need to adjust the position of the body for the takeoff, this implies the execution of the approach run in an optimal margin of velocity, the increase in velocity would also implies changes in accuracy and positioning in the take-off(5,20). The contact time is related to the mechanical components of the jump, therefore, increasing or decreasing considerably the contact time would cause changes in the aspects related to elastic force and the stretching and shortening cycle at the moment of the jump(19).

We speculate that the improvement in jumping performance is associated with an increase in the rate of force development resulting from the PAPE effect. The mechanisms supporting the PAPE are increased phosphorylation of the myosin light chain kinase(21,22), changes in muscle temperature(21), and the increased water content in skeletal muscle (21), both factors have an influence on muscle contractility.

Our results imply the possibility of using plyometric exercises with drop as a previous CA even in complex activities such as the long jump that involves an approach run followed by a unilateral jump, being influenced by several factors to determine performance. Moreover, to indicate the use of these protocols in a competitive environment. Therefore, coaches should evaluate their athletes according to their experience in plyometric training and their competitive level to adapt the stimulus to each athlete. Researchers should explore national and international elite samples, verify if stimuli through plyometric exercises can improve performance. It is also possible to explore high jump and triple jump competitions, which involve different technical gestures than long jump competitions.

Conclusion

The use of DJ as a conditioning activity prior to the long jump promotes improvements in the performance of the jump, which could be explained by the increase in the take-off vertical velocity in the athletes. These results provide coaches with a strategy to be used in a competitive environment, aiming at the acute increase of performance, without the use of additional equipment and complex configurations.

References

1. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Medicine*. 2015;45(11):1523–46.
2. Cuenca-Fernández F, Smith IC, Jordan MJ, MacIntosh BR, López-Contreras G, Arellano R, et al. Nonlocalized postactivation performance enhancement (PAPE) effects in trained athletes: a pilot study. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2017 Oct;42(10):1122–5.
3. Seitz LB, Haff GG. Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2016;46(2):231–40.
4. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SMC, et al. Meta-Analysis of Postactivation Potentiation and Power. *J Strength Cond Res*. 2013;27(3):854–9.
5. Hay JG. Citius, altius, longius (faster, higher, longer): the biomechanics of jumping for distance. *J Biomech*. 1993;26 Suppl 1:7–21.
6. Maloney SJ, Turner AN, Fletcher IM. Ballistic Exercise as a Pre-Activation Stimulus: A Review of the Literature and Practical Applications. *Sports Medicine*. 2014;44(10):1347–59.
7. de Poli RAB, Boullosa DA, Malta ES, Behm D, Lopes VHF, Barbieri FA, et al. Cycling Performance Enhancement After Drop Jumps May Be Attributed to Postactivation Potentiation and Increased Anaerobic Capacity. *Journal of Strength & Conditioning Research* (Lippincott Williams & Wilkins). 2020 Sep;34(9):2465–75.
8. Al Kitani M, Ambussaidi A, Al Busafi M, Al-Hadabi B, Sassi RH, Bouhlel E, et al. Acute effect of post activation potentiation using drop jumps on repeated sprints

- combined with vertical jumps in young handball players. *Isokinet Exerc Sci*. 2021 Jun;29(2):147–54.
9. Chen ZR, Wang YH, Peng HT, Yu CF, Wang MH. The acute effect of drop jump protocols with different volumes and recovery time on countermovement jump performance. *J Strength Cond Res*. 2013 Jan;27(1):154–8.
 10. Bomfim Lima J, Marin D, Barquilha G, da Silva L, Puggina E, Pithon-Curi T, et al. Acute effects of drop jump potentiation protocol on sprint and countermovement vertical jump performance. *Human Movement*. 2011;12(4):324–30.
 11. Terzis G, Spengos K, Karampatsos G, Manta P, Georgiadis G. Acute effect of drop jumping on throwing performance. *J Strength Cond Res*. 2009 Dec;23(9):2592–7.
 12. Zagatto AM, Claus GM, Dutra YM, de Poli RA, Lopes VHF, Goodall S, et al. Drop jumps versus sled towing and their effects on repeated sprint ability in young basketball players. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2022 Jan;14(1):4.
 13. Boullosa D, Abad CCC, Reis VP, Fernandes V, Castilho C, Candido L, et al. Effects of Drop Jumps on 1000-m Performance Time and Pacing in Elite Male and Female Endurance Runners. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020 Mar;1–4.
 14. Moura N, MOURA T. MOURA, N.A. and MOURA, T.F.P. Training principles for jumpers: Implications for the special strength development. *NEW STUDIES IN ATHLETICS*. 2001 Oct 1;15:51–61.
 15. Karampatsos GP, Korfiatis PG, Zaras ND, Georgiadis G v, Terzis GD. Acute Effect of Countermovement Jumping on Throwing Performance in Track and Field Athletes During Competition. *J Strength Cond Res*. 2017 Feb;31(2):359–64.
 16. Haynes T, Bishop C, Antrobus M, Brazier J. The validity and reliability of the My Jump 2 app for measuring the reactive strength index and drop jump performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2019;253–8.
 17. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* [Internet]. Routledge; 2013. Available from: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781134742707>
 18. Bogdanis GC, Tsoukos A, Veligekas P. Improvement of Long-Jump Performance During Competition Using a Plyometric Exercise. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017 Feb;12(2):235–40.
 19. Linthorne NP. Biomechanics of the long jump. In: *Routledge handbook of biomechanics and human movement science*. Routledge; 2008. p. 352–65.

20. Hay JG. The biomechanics of the long jump. *Exerc Sport Sci Rev.* 1986;14:401–46.
21. Blazeovich AJ, Babault N. Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. *Front Physiol.* 2019;10:1359.
22. Tillin N, Bishop DJ. Factors Modulating Post-Activation Potentiation and its effects on performance. *Sports Medicine.* 2009;39(2):147–66.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos foram desenvolvidos sob a perspectiva de obter respostas sobre o efeito agudo do DJ no desempenho do salto em distância. Desta maneira o primeiro estudo realizou uma investigação em relação ao desempenho do *sprint* de 40 metros após realização dos DJ, essa distância foi escolhida, por ser similar à distância média de corrida de aproximação dos saltadores em distância, ademais a velocidade de aproximação está correlacionada com o desempenho dos atletas nos saltos horizontais do atletismo (64–66). Além disso, foi considerada a combinação de DJs com alongamentos dinâmicos através de diferentes ordens, pois as rotinas de aquecimento dos atletas comumente envolvem a execução de alongamentos dinâmicos(58,96).

Para tanto, objetivou-se verificar o efeito da sequência de exercícios (alongamento dinâmico + DJ) versus (DJ + alongamento dinâmico). Através desta investigação, identificou-se melhora de performance no intervalo de 20 a 40 metros para a condição (alongamento dinâmico + DJ), esse achado trouxe implicações para a prova de salto em distância. Pois, a velocidade final nos 40 metros corresponde a velocidade final de aproximação para o salto, o que possivelmente implicaria em maior desempenho na prova. Ainda através desta investigação, visualizamos uma maior mudança de performance nos atletas com menor potência de membros inferiores, avaliada através do CMJ. Deste modo, a atividade condicionante deveria ser ajustada, visando estimular os atletas com maior nível de potência.

Diante dos desfechos encontrados no primeiro estudo, alguns ajustes metodológicos foram feitos para o segundo estudo. A utilização de alongamentos dinâmicos durante o aquecimento padronizado manteve-se de acordo com o volume realizado no estudo anterior, o aumento no volume do DJ de três para cinco,

buscando estimular de forma satisfatória os atletas com maior nível de potência. Com a hipótese de que a utilização de DJ melhoraria de forma aguda o desempenho do salto em distância, o segundo estudo teve como proposta verificar as respostas MPPA induzidas por sucessivos DJ no desempenho do salto em distância.

Os resultados permitiram identificar um efeito positivo da inclusão de DJ previamente as tentativas de salto em distância. As tentativas em condição experimental apresentaram melhor desempenho quando comparadas a condição controle na primeira tentativa de salto. Como ponto de comparação, foram analisados os resultados dos três últimos campeonatos estaduais e não foi encontrada influência da ordem das tentativas no desempenho do salto. Para tanto, a melhora no desempenho foi atribuída a inclusão da atividade prévia antes das tentativas.

Contudo, a melhora no desempenho do salto não esteve ligada ao aumento na velocidade final da corrida de aproximação, como era esperado de acordo com os resultados do primeiro estudo. Essa manutenção da velocidade de aproximação na corrida foi atribuída a questões técnicas da prova de salto em distância. Pois, diferentemente da corrida rasa realizada na primeira investigação, a corrida de aproximação requer alguns ajustes relacionados a acurácia e ajustes do centro de gravidade no final da corrida(65). A melhora no desempenho do salto pôde ser explicada por alterações na velocidade vertical de saída corroborando os achados de Bogdanis et al.(45). O aumento na taxa de desenvolvimento de força, resultado das alterações das microestruturas contráteis(14) e a similaridade da ação vertical do *drop jump* com a parte final da corrida de *sprint* e o impulso do salto em distância, são fatores que podem estar relacionados com a melhora no desempenho na parte final do *sprint* de 40 metros e do salto em distância, encontrados na primeira e segunda investigação respectivamente.

Diante do exposto, verifica-se que a estrutura metodológica utilizada, possibilitou a verificação do efeito dos DJ no desempenho de saltadores em distância. No entanto, algumas análises ainda podem ser mais bem exploradas, especialmente com a utilização de amostras com atletas de elite. Além disso Apesar de possíveis ajustes que possam ser realizados, todo o projeto executado

envolveu uma grande validade ecológica, trazendo resultados com relevância e aplicabilidade no contexto profissional, bem como no meio acadêmico-científico.

5.1 Limitações

Apesar de não impossibilitarem a obtenção de resultados e análise dos desfechos, algumas limitações estiveram presentes no projeto:

- O período de isolamento decorrente da pandemia da COVID-19 e sem competições provocou uma diminuição no número de atletas treinando e limitou o período em que o estudo poderia ser realizado.
- Parâmetros de seleção dos atletas (Estudo I), através da indicação dos medalhistas, pode ter impossibilitado a participação de atletas que atendiam os demais critérios.

5.2 Implicações práticas e sugestões

O presente estudo traz evidências da importância da utilização de exercícios DJs prévios a atividade principal, quando a atividade principal envolve *sprint* e saltos em distância. Dessa forma, treinadores de saltadores e velocistas devem utilizar esta estratégia, buscando opções de exercícios pliométricos que se adequem ao nível do seu atleta, controlando as variáveis intensidade, volume e tempo de recuperação até a atividade principal. Além de ser um indicativo de que essas estratégias podem ser utilizadas nas demais provas de salto (salto em altura, salto triplo e salto com vara), adequando a estratégia de melhora de performance pós ativação as regras de cada prova.

Ao analisar a literatura atual envolvendo a melhora de performance pós ativação, diante da ampla utilização das diversas estratégias através de exercícios pliométricos como AC, indicamos a compilação desses achados através de revisão sistemática. Buscando verificar se existe algum padrão nas evidências que indique a prescrição ótima dos exercícios pliométricos como atividade condicionante de acordo com o público. Se não houver padrão nos achados uma revisão pode indicar metodologias a serem utilizadas em novos estudos, vislumbrando a homogeneização dos métodos. Ademais, partindo da análise dos achados envolvendo a prova de salto em distância, sugere-se estudos utilizando atletas de elite nacional e investigações com as demais provas de salto do atletismo.

6 CONCLUSÕES

Em conclusão, a utilização de *drop jumps* e alongamentos dinâmicos não promovem melhora no desempenho do *sprint* de 40 m, porém, o desempenho na fase de aceleração final do *sprint* de 40 m foi melhorado após utilização de alongamentos dinâmicos e *drop jumps* nessa ordem. A inclusão de *drop jumps* no aquecimento de saltadores promove melhora no desempenho do salto em distância, que pôde ser explicada pelo aumento da velocidade vertical de saída no salto. Os atletas com menor potência de membros inferiores alcançaram maior efeito agudo no desempenho da aceleração final no *sprint* de 40 m.

Referências

1. Issurin V. Block periodization versus traditional training theory: A review. J Sports Med Phys Fitness. 2008 Apr 1;48:65–75.
2. Peeling P, Binnie MJ, Goods PSR, Sim M, Burke LM. Evidence-Based Supplements for the Enhancement of Athletic Performance. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2018 Mar;28(2):178–87.
3. Watson AM. Sleep and Athletic Performance. Curr Sports Med Rep. 2017;16(6):413–8.
4. Bompa TO, Haff GG. Periodization: theory and methodology of training. 5 th. 2009.
5. Mason B, McKune A, Pumpa K, Ball N. The Use of Acute Exercise Interventions as Game Day Priming Strategies to Improve Physical Performance and Athlete Readiness in Team-Sport Athletes: A Systematic Review. Sports Medicine [Internet]. 2020;50(11):1943–62. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01329-1>
6. Kilduff LP, Finn C v., Baker JS, Cook CJ, West DJ. Preconditioning strategies to enhance physical performance on the day of competition. Int J Sports Physiol Perform. 2013;8(6):677–81.
7. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. Sports Medicine. 2015;45(11):1523–46.
8. Bishop D. Warm up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. Sports Medicine. 2003;33(6):439–54.

9. Bishop D. Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine* [Internet]. 2003;33(7):483–98. Available from: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed6&NEWS=N&AN=2003241218>
10. Marshall J, Bishop C, Turner A, Haff GG. Optimal Training Sequences to Develop Lower Body Force, Velocity, Power, and Jump Height: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2021 Jun 5;51(6):1245–71.
11. Boulosa D. Post-activation performance enhancement strategies in sport: a brief review for practitioners. *Human Movement*. 2021;22(3):101–9.
12. Boulosa D, Beato M, Iacono A dello, Cuenca-Fernández F, Doma K, Schumann M, et al. A new taxonomy for postactivation potentiation in sport. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020;15(8):1197–200.
13. MacIntosh BR, Robillard ME, Tomaras EK. Should postactivation potentiation be the goal of your warm-up? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2012 Jun;37(3):546–50.
14. Blazeovich AJ, Babault N. Post-activation Potentiation Versus Post-activation Performance Enhancement in Humans: Historical Perspective, Underlying Mechanisms, and Current Issues. *Front Physiol*. 2019;10:1359.
15. Vandenboom R. Modulation of skeletal muscle contraction by myosin phosphorylation. *Compr Physiol*. 2017;7(1):171–212.
16. Baudry S, Duchateau J. Postactivation potentiation in a human muscle: effect on the rate of torque development of tetanic and voluntary isometric contractions. *J Appl Physiol*. 2007 Apr;102(4):1394–401.
17. Gago P, Zoellner A, César Lima da Silva J, Ekblom MM. Post Activation Potentiation and Concentric Contraction Performance: Effects on Rate of Torque Development, Neuromuscular Efficiency, and Tensile Properties. *J Strength Cond Res*. 2020 Jun;34(6):1600–8.
18. Carbone L, Garzón M, Chulvi-Medrano I, Bonilla D, Alonso D, Benítez-Porres J, et al. Effects of heavy barbell hip thrust vs back squat on subsequent sprint performance in rugby players. *Biol Sport*. 2020;37(4):325–31.
19. Beato M, Bigby AEJ, de Keijzer KL, Nakamura FY, Coratella G, McErlain-Naylor SA. Post-activation potentiation effect of eccentric overload and

- traditional weightlifting exercise on jumping and sprinting performance in male athletes. *PLoS One*. 2019;14(9):1–13.
20. Maloney SJ, Turner AN, Fletcher IM. Ballistic Exercise as a Pre-Activation Stimulus: A Review of the Literature and Practical Applications. *Sports Medicine*. 2014;44(10):1347–59.
 21. Bodden D, Suchomel TJ, Lates A, Anagnost N, Moran MF, Taber CB. Acute Effects of Ballistic and Non-ballistic Bench Press on Plyometric Push-up Performance. *Sports (Basel)*. 2019 Feb;7(2).
 22. Waddingham DP, Millyard A, Patterson SD, Hill J. Effect of Ballistic Potentiation Protocols on Elite Sprint Swimming: Optimizing Performance. *J Strength Cond Res*. 2021 Oct;35(10):2833–8.
 23. Gil MH, Neiva HP, Garrido ND, Aida FJ, Cirilo-Sousa MS, Marques MC, et al. The Effect of Ballistic Exercise as Pre-Activation for 100 m Sprints. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 May;16(10).
 24. Seitz LB, Mina MA, Haff GG. A sled push stimulus potentiates subsequent 20-m sprint performance. *J Sci Med Sport [Internet]*. 2017;20(8):781–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2016.12.074>
 25. Winwood PW, Posthumus LR, Cronin JB, Keogh JWL. The acute potentiating effects of heavy sled pulls on sprint performance. *J Strength Cond Res*. 2016;30(5):1248–54.
 26. Vargas-Molina S, Salgado-Ramírez U, Chulvi-Medrano I, Carbone L, Maroto-Izquierdo S, Benítez-Porres J. Comparison of post-activation performance enhancement (PAPE) after isometric and isotonic exercise on vertical jump performance. *PLoS One*. 2021 Dec 2;16(12):e0260866.
 27. Spieszny M, Trybulski R, Biel P, Zając A, Krzysztofik M. Post-Isometric Back Squat Performance Enhancement of Squat and Countermovement Jump. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Oct 5;19(19):12720.
 28. Maroto-Izquierdo S, Bautista I, Rivera F. Post-activation performance enhancement (PAPE) after a single-bout of high-intensity flywheel resistance training. *Biol Sport*. 2020;37(4):343–50.
 29. Tseng KW, Chen JR, Chow JJ, Tseng WC, Condello G, Tai HL, et al. Post-activation Performance Enhancement after a Bout of Accentuated Eccentric

- Loading in Collegiate Male Volleyball Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Dec 12;18(24):13110.
30. Moreno-Pérez V, Hernández-Davó JL, Nakamura F, López-Samanes Á, Jiménez-Reyes P, Fernández-Fernández J, et al. Post-activation performance enhancement of dynamic stretching and heavy load warm-up strategies in elite tennis players. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2021 May 24;34(3):413–23.
 31. Turki O, Chaouachi A, Behm DG, Chtara H, Chtara M, Bishop D, et al. The effect of warm-ups incorporating different volumes of dynamic stretching on 10- and 20-m sprint performance in highly trained male athletes. *J Strength Cond Res*. 2012 Jan;26(1):63–72.
 32. Kalinowski R, Pisz A, Kolinger D, Wilk M, Stastny P, Krzysztofik M. Acute effects of combined isometric and plyometric conditioning activities on sports performance and tendon stiffness in female volleyball players. *Front Physiol*. 2022 Oct 11;13.
 33. Pereira LA, Boullosa D, Moura TBMA, Mercer VP, Fernandes V, Bishop C, et al. Post-Activation Performance Enhancement in Sprinters: Effects of Hard Versus Sand Surfaces. *J Hum Kinet*. 2022;82(1):173–80.
 34. Moura Zagatto A, Medeiros Dutra Y, Claus G, de Sousa Malta E, Araujo Bonetti de Poli R, Motta Pinheiro Brisola G, et al. Drop jumps improve repeated sprint ability performance in professional basketball players. *Biol Sport* [Internet]. 2022 Jan;39(1):59–66. Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=154327775&lang=pt-br&site=ehost-live>
 35. Germano MD, Braz T v, Sindorf MAG, Crisp AH, de A. Cruz W, Cunha LG, et al. Effect of Different Pre-Conditioning Activities on Repeated Sprint Ability in Professional Handball Players. *J Exerc Physiol Online* [Internet]. 2017 Jun;20(3):141–55. Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=123430648&lang=pt-br&site=ehost-live>
 36. Marshall J, Turner AN, Jarvis PT, Maloney SJ, Cree JA, Bishop CJ. Postactivation potentiation and change of direction speed in elite academy rugby players. *J Strength Cond Res*. 2019;33(6):1551–6.

37. Beato M, de Keijzer KL, Leskauskas Z, Allen WJ, dello Iacono A, McErlain-Naylor SA. Effect of Postactivation Potentiation After Medium vs. High Inertia Eccentric Overload Exercise on Standing Long Jump, Countermovement Jump, and Change of Direction Performance. *J Strength Cond Res.* 2021 Sep;35(9):2616–21.
38. Krzysztofik M, Kalinowski R, Trybulski R, Filip-Stachnik A, Stastny P. Enhancement of Countermovement Jump Performance Using a Heavy Load with Velocity-Loss Repetition Control in Female Volleyball Players. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Nov 2;18(21):11530.
39. Yi W, Chen C, Zhou Z, Cui W, Wang D. Acute effects of ballistic versus heavy-resistance exercises on countermovement jump and rear-hand straight punch performance in amateur boxers. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2022 Aug 28;14(1):161.
40. Terraza-Rebollo M, Baiget E. Effects of postactivation potentiation on tennis serve velocity and accuracy. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020;15(3):340–5.
41. Đurović M, Stojanović N, Stojiljković N, Karaula D, Okičić T. The effects of post-activation performance enhancement and different warm-up protocols on swim start performance. *Sci Rep.* 2022 Dec 31;12(1):9038.
42. Kontou EI, Berberidou FT, Piliandis TC, Mantzouranis NI, Methenitis SK. Acute Effect of Upper and Lower Body Postactivation Exercises on Shot Put Performance. *J Strength Cond Res.* 2018 Apr;32(4):970–82.
43. Karampatsos GP, Korfiatis PG, Zaras ND, Georgiadis G v, Terzis GD. Acute Effect of Countermovement Jumping on Throwing Performance in Track and Field Athletes During Competition. *J Strength Cond Res.* 2017 Feb;31(2):359–64.
44. de Alcantara Borba D, de Souza Epifânio J, dos Santos Monteiro Nunes JG, Mauro Vidigal J, Costa Martins HC. EFEITO DA ATIVIDADE CONDICIONANTE DE MEMBROS SUPERIORES E INFERIORES NO DESEMPENHO DO ARREMESSO DE PESO. / Effect of upper and lower limbs conditional activity on shot put performance. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício [Internet].* 2019 Nov;13(86):1099–106. Available from:

- <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=143229620&lang=pt-br&site=ehost-live>
45. Bogdanis GC, Tsoukos A, Veligekas P. Improvement of Long-Jump Performance During Competition Using a Plyometric Exercise. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017 Feb;12(2):235–40.
 46. dos Santos Silva D, Ferreira ARP, Aida FJ, Gama de Matos D, Kalinine E, da Silva-Grigoletto ME, et al. Post-Activation Potentiation Effect after Acute Plyometric Exercises on the Performance of Long Jumpers. *Muscle Ligaments and Tendons Journal*. 2021 Sep;11(03):494.
 47. de Poli RAB, Boullosa DA, Malta ES, Behm D, Lopes VHF, Barbieri FA, et al. Cycling Performance Enhancement After Drop Jumps May Be Attributed to Postactivation Potentiation and Increased Anaerobic Capacity. *J Strength Cond Res*. 2020;34(9):2465–75.
 48. Boullosa D, Abad CCC, Reis VP, Fernandes V, Castilho C, Candido L, et al. Effects of drop jumps on 1000-m performance time and pacing in elite male and female endurance runners. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020;15(7):1043–6.
 49. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, Wilson SMC, et al. Meta-Analysis of Postactivation Potentiation and Power. *J Strength Cond Res*. 2013;27(3):854–9.
 50. Seitz LB, Haff GG. Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2016;46(2):231–40.
 51. Boullosa D, del Rosso S, Behm DG, Foster C. Post-activation potentiation (PAP) in endurance sports: A review. *Eur J Sport Sci [Internet]*. 2018;18(5):595–610. Available from: <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1438519>
 52. Kons RL, Orssatto LBR, Ache-Dias J, de Pauw K, Meeusen R, Trajano GS, et al. Effects of Plyometric Training on Physical Performance: An Umbrella Review. *Sports Med Open*. 2023 Jan 10;9(1):4.
 53. McBride JM, Nimphius S, Erickson TM. The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. *J Strength Cond Res*. 2005 Nov;19(4):893–7.

54. Sharma SK, Raza S, Moiz JA, Verma S, Naqvi IH, Anwer S, et al. Postactivation Potentiation Following Acute Bouts of Plyometric versus Heavy-Resistance Exercise in Collegiate Soccer Players. *Biomed Res Int*. 2018;2018:3719039.
55. Blagrove RC, Holding KM, Patterson SD, Howatson G, Hayes PR. Efficacy of depth jumps to elicit a post-activation performance enhancement in junior endurance runners. *J Sci Med Sport*. 2019 Feb;22(2):239–44.
56. Krzysztofik M, Kalinowski R, Filip-Stachnik A, Wilk M, Zajac A. The Effects of Plyometric Conditioning Exercises on Volleyball Performance with Self-Selected Rest Intervals. *Applied Sciences*. 2021;11(18):8329.
57. Zimmermann HB, Knihs D, Diefenthaler F, MacIntosh B, Dal Pupo J. Continuous Jumps Enhance Twitch Peak Torque and Sprint Performance in Highly Trained Sprint Athletes. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2021 Apr;16(4):565–72. Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=149393415&lang=pt-br&site=ehost-live>
58. Weldon A, Duncan MJ, Turner A, Lockie RG, Loturco I. Practices of strength and conditioning coaches in professional sports: a systematic review. *Biol Sport*. 2022;39(3):715–26.
59. Hester GM, Pope ZK, Sellers JH, Thiele RM, DeFreitas JM. Potentiation: Effect of Ballistic and Heavy Exercise on Vertical Jump Performance. *J Strength Cond Res*. 2017 Mar;31(3):660–6.
60. Bobbert MF. Drop Jumping as a Training Method for Jumping Ability. *Sports Medicine*. 1990 Jan;9(1):7–22.
61. Markovic G, Mikulic P. Neuro-Musculoskeletal and Performance Adaptations to Lower-Extremity Plyometric Training. *Sports Medicine*. 2010 Oct;40(10):859–95.
62. Moura N, MOURA T. MOURA, N.A. and MOURA, T.F.P. Training principles for jumpers: Implications for the special strength development. *NEW STUDIES IN ATHLETICS*. 2001 Oct 1;15:51–61.
63. Hay JG. The biomechanics of the long jump. *Exerc Sport Sci Rev*. 1986;14:401–46.

64. Linthorne NP. Biomechanics of the long jump. In: Routledge handbook of biomechanics and human movement science. Routledge; 2008. p. 352–65.
65. Hay JG. Citius, altius, longius (faster, higher, longer): the biomechanics of jumping for distance. *J Biomech.* 1993;26 Suppl 1:7–21.
66. Moura N, Moura T, Borin J. MOURA, N. A.; MOURA, T. F. DE P.; BORIN, J. P. Approach speed and performance in the horizontal jumps: What do Brazilian athletes do? *New Studies in Athletics*, v. 20, n. 3, p. 43-48, 2005. *New Studies in Athletics.* 2005 Jan 1;
67. Bomfim Lima J, Marin D, Barquilha G, da Silva L, Puggina E, Pithon-Curi T, et al. Acute effects of drop jump potentiation protocol on sprint and countermovement vertical jump performance. *Human Movement.* 2011;12(4):324–30.
68. Brink NJ, Constantinou D, Torres G. Postactivation performance enhancement (PAPE) of sprint acceleration performance. *Eur J Sport Sci.* 2021 Aug;1–7.
69. Simitzi V, Tsoukos A, Kostikiadis I, Parotsidis C, Paizis C, Nassis G, et al. The acute effects of different high-intensity conditioning activities on sprint performance differ between sprinters of different strength and power characteristics. *Kinesiology.* 2021;53(2):193–205.
70. Creekmur CC, Haworth JL, Cox RH, Walsh MS. Effects of plyometrics performed during warm-up on 20 and 40 m sprint performance. *J Sports Med Phys Fitness.* 2017 May;57(5):550–5.
71. Turki O, Chaouachi A, Drinkwater EJ, Chtara M, Chamari K, Amri M, et al. Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potentiate vertical jump performance characteristics. *J Strength Cond Res.* 2011 Sep;25(9):2453–63.
72. Silva LM, Neiva HP, Marques MC, Izquierdo M, Marinho DA. Effects of Warm-Up, Post-Warm-Up, and Re-Warm-Up Strategies on Explosive Efforts in Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine.* 2018 Oct 2;48(10):2285–99.
73. Opplert J, Babault N. Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature. *Sports Medicine.* 2018 Feb 23;48(2):299–325.

ANEXO

Anexo 1: Parecer de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa.



**UFS - UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SERGIPE**



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTRATÉGIAS DE POTENCIAÇÃO PÓS ATIVAÇÃO NAS PROVAS DE SALTO NO ATLETISMO

Pesquisador: RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 43687121.8.0000.5546

Instituição Proponente: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.890.323

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº Bairro: Saratão CEP: 49.060-110 UF: SE Município: ARACAJU Telefone: (79)3194-7208 E-mail: cep@academico.ufs.br				

Página 27 de 28



**UFS - UNIVERSIDADE
FEDERAL DE SERGIPE**



Continuação do Parecer: 4.890.323

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_P ROJETO_1696040.pdf	30/06/2021 22:38:59		Aceito
Outros	Instrumento_para_coletar_informacoes. docx	30/06/2021 22:36:32	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_Ppa.doc	30/06/2021 22:36:38	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_AS_PENDENCIA S.docx	30/06/2021 22:36:10	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	30/06/2021 22:32:58	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Tcle_Ppa_distancia_triplo.doc	30/06/2021 22:29:59	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	Termo_de_compromisso_e_confidencial idade_ufs_Raphael.pdf	21/02/2021 12:12:40	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TERMO DE AUTORIZACAO E EXIST ENCIA DE INFRAESTRUTURA CEP_ UFS_Ailton.pdf	21/02/2021 12:09:43	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto_PPA_distancia_triplo.pdf	02/02/2021 15:55:45	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ARACAJU, 06 de Agosto de 2021

Assinado por:
FRANCISCO DE ASSIS PEREIRA
(Coordenador(a))

APÊNDICES

Apêndice 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012)

Você atleta está convidado a participar da pesquisa intitulada “ESTRATÉGIAS DE POTENCIAÇÃO PÓS ATIVAÇÃO NAS PROVAS DE SALTO NO ATLETISMO ”. É através das pesquisas que ocorrem os avanços importantes em todas as áreas, e sua participação é fundamental.

O objetivo do presente estudo será avaliar o efeito do exercício de saltos como atividade condicionante, na performance do sprint e do salto em distância.

Foram verificados em estudos anteriores que o uso de alguns exercícios específicos, realizados minutos antes da prática esportiva escolhida, podem melhorar a performance. Fato que desejamos avaliar a partir da realização de exercícios de saltos minutos antes do salto em distância.

Caso você decida participar, será necessário preencher um questionário simples contendo dados gerais sobre suas atividades físicas diárias e sobre seu estado de saúde atual.

As atividades propostas estão relacionadas diretamente com a atividade competitiva de todos os atletas, não trazendo nenhum efeito colateral. No entanto a prática esportiva traz riscos de desconforto como (lesão muscular, óssea ou articular). Diante de qualquer desconforto os participantes terão assistência médica gratuita imediata. Os participantes da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, têm direito à indenização, por parte do pesquisador, do patrocinador e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa.

Como providências adotadas para evitar ou diminuir qualquer risco durante a pesquisa, será evitado sessão experimental com condições climáticas desfavoráveis a prática esportiva, será realizado os testes em horários e condições climáticas favoráveis a prática esportiva, bem como serão obrigatórios a utilização de roupas e calçados adequados. Em relação aos comportamentos preventivos relacionados à pandemia em decorrência da covid-19, todos os procedimentos serão realizados seguindo o Protocolo de Prevenção do COVID-19 que obedecerá às recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Ministério da Saúde, garantindo a todos um processo de coleta com distanciamento e

segurança. Entre essas ações: disponibilizaremos máscaras descartáveis para os voluntários/acompanhantes/avaliadores e álcool gel 70% para todos os participantes da pesquisa; higienização de equipamentos e, verificação da temperatura de todos os participantes. Caso seja identificada febre, reagendaremos a coleta. Os agendamentos dos testes serão individuais e com intervalos de uma hora, para evitar aglomerações.

Após o término da pesquisa, você poderá ser beneficiado indiretamente com informações sobre seus dados antropométricos (peso, estatura, porcentual de gordura, massa magra, massa gorda), performance física, nível de desempenho esportivo específico, estratégias de aquecimento para a prática esportiva, bem como o conhecimento dos resultados desta pesquisa que serão divulgados posteriormente.

A sua participação neste estudo é voluntária. Você tem a liberdade de se recusar a participar ou, se aceitar participar, retirar seu consentimento a qualquer momento. Ao aceitar participar, será necessário que você compareça no dia e horário marcado, na barraca que estará próximo pista de atletismo, para a realização de avaliações antropométricas.

O profissional de Educação física Raphael Fabricio de Souza, responsável por esta pesquisa poderá ser contatado pelo telefone **(79) 99163-6001** ou e-mail **raphaelctba20@hotmail.com** para responder eventuais dúvidas a respeito da pesquisa.

A equipe de pesquisa compromete-se a utilizar os dados obtidos nas avaliações exclusivamente para o estudo, assim como a manter a confidencialidade sobre estes dados e a privacidade de seus conteúdos, como preconizam os Documentos Internacionais e a Res. 466/12 do Ministério da Saúde. Os resultados obtidos neste estudo serão publicados em eventos científicos e periódicos indexados.

As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas por profissionais de Educação física que executam a pesquisa e pelas autoridades legais. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **confidencialidade** seja mantida. Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa (papéis, cartuchos, computadores, telefone, canetas, custos com deslocamento) não será de sua responsabilidade.

Todos os custos com transporte e alimentação do participante e acompanhantes serão ressarcidos de forma integral. Possíveis danos relacionados a prática competitiva serão tratados de forma imediata, através de assistência médica gratuita, qualquer dano persistente será ressarcido de forma integral. Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro.

Serão feitos alguns registros do processo de coleta, no entanto, não haverá exposição dos participantes, apenas divulgação dos métodos. Mas como forma de pactuação nesse processo de filmagem, a página 4-4 o TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGENS E OU DEPOIMENTO.

As informações existentes neste documento são para que vossa senhoria entenda perfeitamente os objetivos deste estudo, e saiba que a sua participação é espontânea. Qualquer dúvida poderá ser esclarecida por telefone ou mesmo pessoalmente na Universidade Federal do Sergipe, setor de Educação Física no horário das 8:00hrs às 18:00hrs e no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº Bairro: Sanatório – Aracaju CEP: 49.060-110 – SE Contato por e-mail: cep@academico.ufs.br Telefone e horários para contato: (79) 3194-7208 – Segunda a Sexta-feira das 07 às 12h.

Estão garantidas todas as informações que você queira, antes, durante e depois do estudo.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo, rubricando todas as páginas e assinando 2 vias do TCLE sendo que uma via será entregue ao participante da pesquisa

São Cristóvão, __ de novembro de 202__.

Pesquisador

Participante da pesquisa

Apêndice 2: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/2012/Resolução 510/2016)

(Para menores com idade entre 12 a 17 anos)

Você atleta está sendo convidado a participar como voluntário do projeto de pesquisa “ESTRATÉGIAS DE POTENCIAÇÃO PÓS ATIVAÇÃO NAS PROVAS DE SALTO NO ATLETISMO” sob responsabilidade do(a) pesquisador(a) Raphael Fabricio de Souza telefone **(79) 99163-6001** ou e-mail **raphaelctba20@hotmail.com**.

O objetivo do presente estudo será avaliar o efeito do exercício de saltos como atividade condicionante, no resultado do sprint e salto em distância. Caso você decida participar, será necessário preencher um questionário simples contendo dados gerais sobre suas atividades físicas diárias e sobre seu estado de saúde atual. As atividades propostas estão relacionadas diretamente com a atividade competitiva de todos os atletas, não trazendo nenhum efeito colateral. No entanto a prática esportiva traz riscos de desconforto como (lesão muscular, óssea ou articular). Os participantes da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Assentimento Livre e Esclarecido, têm direito à indenização, por parte do pesquisador, do patrocinador e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa.

As atividades propostas estão relacionadas diretamente com a atividade competitiva de todos os atletas, não trazendo nenhum efeito colateral. No entanto a prática esportiva traz riscos de desconforto como (lesão muscular, óssea ou articular). Diante de qualquer desconforto os participantes terão assistência médica gratuita imediata. Os participantes da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, têm direito à indenização, por parte do pesquisador, do patrocinador e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa.

Como providências adotadas para evitar ou diminuir qualquer risco durante a pesquisa, será evitado sessão experimental com condições climáticas

desfavoráveis a prática esportiva, será realizado os testes em horários e condições climáticas favoráveis a prática esportiva, bem como serão obrigatórios a utilização de roupas e calçados adequados. Em relação aos comportamentos preventivos relacionados à pandemia em decorrência da covid-19, todos os procedimentos serão realizados seguindo o Protocolo de Prevenção do COVID-19 que obedecerá às recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Ministério da Saúde, garantindo a todos um processo de coleta com distanciamento e segurança. Entre essas ações: disponibilizaremos máscaras descartáveis para os voluntários/acompanhantes/avaliadores e álcool gel 70% para todos os participantes da pesquisa; higienização de equipamentos e, verificação da temperatura de todos os participantes. Caso seja identificada febre, reagendaremos a coleta. Os agendamentos dos testes serão individuais e com intervalos de uma hora, para evitar aglomerações.

Após o término da pesquisa, você poderá ser beneficiado indiretamente com informações sobre seus dados antropométricos (peso, estatura, porcentual de gordura, massa magra, massa gorda), performance física, nível de desempenho esportivo específico, estratégias de aquecimento para a prática esportiva, bem como o conhecimento dos resultados desta pesquisa que serão divulgados posteriormente.

Os seus pais (ou responsáveis) autorizaram você a participar desta pesquisa, caso você deseje. Você não precisa se identificar e está livre para participar ou não. Caso inicialmente você deseje participar, posteriormente você também está livre para, a qualquer momento, deixar de participar da pesquisa. O responsável por você também poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Todas as informações por você fornecidas e os resultados obtidos serão mantidos em segredo, e estes últimos só serão utilizados para divulgação em reuniões e revistas científicas. Você será informado de todos os resultados obtidos, independentemente do fato de estes poderem mudar seu assentimento em participar da pesquisa. Você não terá quaisquer benefícios ou direitos financeiros sobre os eventuais resultados decorrentes da pesquisa. Este estudo é importante porque seus resultados fornecerão informações para subsidiar técnicos e atletas em relação as estratégias de aquecimento mais adequado para saltadores no atletismo.

As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas por profissionais de Educação física que executam a pesquisa e pelas autoridades legais. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **confidencialidade** seja mantida. Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa (papéis, cartuchos, computadores, telefone, canetas, custos com deslocamento) não será de sua responsabilidade.

Todos os custos com transporte e alimentação do participante e acompanhantes serão ressarcidos de forma integral. Possíveis danos relacionados a prática competitiva serão tratados de forma imediata, através de assistência médica gratuita, qualquer dano persistente será ressarcido de forma integral. Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro.

Serão feitos alguns registros do processo de coleta, no entanto, não haverá exposição dos participantes, apenas divulgação dos métodos. Mas como forma de pactuação nesse processo de filmagem, a página 4-4 o TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGENS E OU DEPOIMENTO.

As informações existentes neste documento são para que entenda perfeitamente os objetivos deste estudo, e saiba que a sua participação é espontânea. Qualquer dúvida poderá ser esclarecida por telefone ou mesmo pessoalmente na Universidade Federal do Sergipe, setor de Educação Física no horário das 8:00hrs às 18:00hrs, e no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº Bairro: Sanatório – Aracaju CEP: 49.060-110 – SE Contato por e-mail: cep@academico.ufs.br Telefone e horários para contato: (79) 3194-7208 – Segunda a Sexta-feira das 07 às 12h.

Estão garantidas todas as informações que você queira, antes, durante e depois do estudo.

Diante das explicações, se você concorda em participar deste projeto, forneça os dados solicitados e coloque sua assinatura a seguir.

São Cristóvão, __ de novembro de 202__.

Participante

Pesquisador(a) responsável

OBS.: Termo apresenta duas vias, uma destinada ao participante e a outra ao pesquisador, todas as páginas devem ser rubricadas.

Apêndice 3: Termo de autorização de uso de imagens e ou depoimento

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGENS E OU DEPOIMENTO

Venho por meio deste termo autorizar a utilização de imagens referentes à coleta de dados do projeto intitulado **ESTRATÉGIAS DE POTENCIAÇÃO PÓS ATIVAÇÃO NAS PROVAS DE SALTO NO ATLETISMO** para fins exclusivamente acadêmicos.

São Cristóvão, __ de novembro de 202__.

Pesquisador

Participante da pesquisa