

RUTI SANTOS DE MELO MACAIBA

**PROPOSTA PARA DETERMINAÇÃO DAS ALTURAS DE BARREIRAS E DO
VOLUME DE SALTOS NUMA SESSÃO DE TREINAMENTO PLIOMÉTRICO: um
estudo com jovens atletas universitários**

JOÃO PESSOA - PB

2026

RUTI SANTOS DE MELO MACAIBA

**PROPOSTA PARA DETERMINAÇÃO DAS ALTURAS DE BARREIRAS E DO
VOLUME DE SALTOS NUMA SESSÃO DE TREINAMENTO PLIOMÉTRICO: um
estudo com jovens atletas universitários**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física (UFPB/UPE), como requisito ao cumprimento do exame de defesa.

Linha de Pesquisa: Exercício Físico, Esporte e Desempenho.

Orientador: Prof. Dr. Ytalo Mota Soares.

JOÃO PESSOA - PB

2026

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M113p Macaiba, Ruti Santos de Melo.

Proposta para determinação das alturas de barreiras
e do volume de saltos numa sessão de treinamento
pliométrico: um estudo com jovens atletas
universitários / Ruti Santos de Melo Macaiba. - João
Pessoa, 2026.
58 f. : il.

Orientação: Ytalo Mota Soares.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCS.

1. Treinamento pliométrico. 2. Força muscular. 3.
Carga de treinamento. I. Soares, Ytalo Mota. II. Título.

UFPB/BC

CDU 796.42(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UPE-
UFPB CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

A Dissertação: Proposta para Determinação das Alturas de Barreiras e do
Volume de Saltos Numa Sessão de Treinamento
Pliométrico: um estudo com jovens atletas universitários.

Elaborada por Ruti Santos de Melo Macaiba

Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada
para obtenção do título de MESTRE EM EDUCAÇÃO FÍSICA na
Área de Concentração: Saúde, Desempenho E Movimento
Humano.

João Pessoa, 29 de janeiro de 2026

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
 **YTALO MOTA SOARES**
Data: 29/01/2026 12:43:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ytalo Mota Soares
UFPB – Presidente da Sessão

Documento assinado digitalmente
 **LUCAS DANTAS MAIA FORTE**
Data: 29/01/2026 20:48:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Lucas Dantas Maia Forte
FACENE/FAMENE - Membro Externo

Documento assinado digitalmente
 **MARIA DO SOCORRO BRASILEIRO SANTOS**
Data: 03/02/2026 18:10:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Maria do Socorro Brasileiro Santos
UFPB – Membro Interno

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, meu alicerce, minha força e meu refúgio. Foi Ele quem me sustentou nos dias mais difíceis, quando minhas forças pareciam insuficientes; quem me concedeu coragem quando pensei em desistir; e quem renovou minha esperança em meio à dor, às perdas e às incertezas.

Ao meu esposo, Moisés Geraldo Cavalcante Macaíba Costa de Sousa, dedico o agradecimento mais profundo e sincero. Foi base, sustento emocional, equilíbrio e segurança durante toda esta caminhada. Mesmo vivenciando simultaneamente o seu mestrado e uma intensa rotina de trabalho, nunca deixou de me apoiar, acreditar em mim e caminhar ao meu lado. Assumiu responsabilidades, renunciou a si e sustentou nossa casa, nossa família e os meus sonhos com amor, paciência e compromisso. Homem íntegro, companheiro e incansável, sem o qual eu jamais teria conseguido chegar até aqui. Esta conquista também é sua.

À minha filha, Bryanne Santos, minha maior inspiração e força diária. Mesmo sem compreender plenamente todo o processo, em razão da sua pouca idade, esteve comigo de forma constante e amorosa. Suportou minha rotina intensa, compreendeu minhas ausências e, muitas vezes, participou das coletas ao meu lado, caminhando comigo quando eu já estava exausta. Sua presença silenciosa, seu carinho e seu amor foram decisivos para que eu não desistisse.

Ao meu filho, Francisco Manoel, que ainda no ventre já fez parte desta trajetória, inclusive participando das coletas, sendo símbolo de esperança, renovação e vida em meio a um período tão desafiador.

À minha mãe, Maria das Dores Professor dos Santos, expresso meu agradecimento mais profundo pelo amor, cuidado, apoio e presença constantes ao longo de toda a minha vida. Foi ela quem me amparou quando eu não tinha ninguém, oferecendo acolhimento, força e incentivo para seguir estudando, mesmo sabendo que não tive a oportunidade de trilhar esse caminho. Durante esta caminhada, esteve presente de forma incansável no dia a dia, cuidando de mim, e garantindo o suporte necessário para que eu pudesse seguir e concluir esta etapa. Sua dedicação, generosidade e amor foram fundamentais para que esta conquista se tornasse possível.

Ao meu pai, Domingos Manoel de Melo (*in memoriam*), que faleceu no início

das coletas, antes de ver a concretização deste sonho. Mesmo tendo, em muitos momentos, duvidado dos meus sonhos e do meu potencial, o senhor fez e faz parte da minha história. Chegar até aqui também é a prova de que consegui, apesar das dúvidas e das barreiras, transformando questionamentos em força e superação.

A minha avó, Sebastiana dos Santos (*in memoriam*), expresso minha eterna gratidão e amor. Mesmo após sua partida, sua presença permanece viva em mim. Sempre foi amor, cuidado e acolhimento. Seu carinho, seus ensinamentos, esta conquista também carrega a marca do amor que ela sempre me ofereceu.

Aos meus irmãos que sempre torcem por mim, Renato Santos de Melo e José Carlos Professor dos Santos, deixo um agradecimento especial e profundo. Foram minha primeira base na vida, quando tudo ainda era difícil e incerto. Ofereceram lar, apoio financeiro, cuidado e encorajamento, acreditando em mim antes mesmo que eu pudesse acreditar totalmente. Sem o suporte de vocês no início dessa caminhada, este percurso sequer teria sido possível.

À minha sogra, Ilai Cavalcante da Costa, agradeço o cuidado e apoio oferecidos ao longo desta caminhada. Sua presença atenta e disponível, especialmente nos momentos mais difíceis, trouxe acolhimento e tranquilidade à nossa família.

Às minhas cunhadas, Maria Antônia Macaíba que em diversos momentos, esteve ao nosso lado cuidando da minha filha Bryanne, inclusive permanecendo com ela durante a noite, o que foi essencial para que eu pudesse cumprir etapas deste trabalho e Ana Paula Cassimiro com suas palavras de incentivo, apoio e presença.

À minha prima, Adriana Santos, expresso minha sincera gratidão pela ajuda direta e indireta ao longo desta caminhada, viabilizou etapas fundamentais deste trabalho. Sua disponibilidade, solidariedade e sensibilidade fizeram diferença real no meu percurso.

Aos participantes que aceitaram participar desta pesquisa, deixo meu profundo reconhecimento. Sem a disponibilidade, o compromisso e a colaboração de cada um, este estudo não teria sido possível.

Ao meu orientador, Ytalo Mota Soares, expresso minha gratidão por acreditado em mim mesmo ao longo desta caminhada, guiando-me até a conclusão deste trabalho.

Aos professores, Dr. Bruno Pena, Dr. Lucas Maia e à Dra. Socorro Brasileiro, que fizeram parte da banca examinadora, minha gratidão pela disponibilidade, atenção

e contribuição valiosa ao longo deste percurso.

De forma muito especial, agradeço aos amigos que o curso me proporcionou e que foram decisivos nesta caminhada: Maria Gabriela, João Lucas, Willian, Filipe e Orrana. Vocês foram apoio, escuta, cuidado e incentivo nos momentos de cansaço, insegurança e sobrecarga. A amizade e a presença de vocês tornaram essa trajetória mais leve e possível.

Aos meus colegas do GETRE, expresso minha gratidão pelas trocas acadêmicas, discussões e aprendizados construídos ao longo desta caminhada. Com vocês, aprendi, cresci e encontrei referências que me inspiram a buscar constante aprimoramento acadêmico e profissional. O convívio e o trabalho coletivo foram fundamentais para minha formação.

A Ricardo e Herson, que sempre estiveram dispostos a ajudar, dispondo de tempo e cuidado ao me ouvir e que, em diversos momentos, ofereceram conselhos valiosos para o prosseguimento desta jornada.

Por fim, agradeço a mim mesma. À mulher que enfrentou momentos difíceis, lidou com o cansaço, o medo, as dúvidas, a ansiedade e o luto e, ainda assim, escolheu seguir. Àquela que caiu, levantou-se e persistiu, mesmo quando tudo parecia pesado demais. Reconheço minha força, minha coragem e minha capacidade de transformar dor em conquista. Este título é fruto da minha resistência e da confiança de que eu seria capaz de concluir este sonho.

Eu vi coisas que me mudaram. Enfrentei batalhas que não escolhi e perdi amigos que amava. Mas descobri que, se não podemos mudar o que aconteceu, podemos decidir o que fazer com o que sobrou. Eu escolhi seguir a estrada, não porque não tivesse medo, mas porque descobri que a coragem é agir apesar dele.

TOLKIEN, J. R. R. O Hobbit.

RESUMO

Introdução: O treinamento pliométrico (TP) é utilizado para desenvolver, fundamentalmente, a potência muscular, sendo essencial em esportes que envolvem atividades explosivas, como os saltos. A eficácia do TP depende do manejo e da individualização de componentes da carga no desempenho; um exemplo específico é a determinação da altura ótima de barreiras (AOB), assim como o volume de treinamento. **Objetivo:** Individualizar a altura das barreiras e o volume de saltos em uma sessão de TP. **Métodos:** Foram avaliados 11 atletas universitários, estudantes de Educação Física, com idades entre 18 e 30 anos, praticantes de modalidades coletivas. O desenho experimental inclui cinco sessões: duas de familiarização, duas de determinação da AOB, medida por meio de tapetes de contato e outra de determinação do volume de saltos/ressaltos com barreiras individualizadas na Sessão de Treinamento, variando de 20 a 100 cm. A AOB foi calculada pela maior relação entre a altura de ressalto e o tempo de contato, classificada como Índice de força reativa (IFR), com o volume de saltos ajustado conforme a capacidade individual. Após a coleta de dados, foi gerado um banco de dados no programa Excel e o transferido para o software SPSS 20.0 para análise exploratória. Foi utilizado o CCI_{3,1} para confiabilidade dos dados entre a 3ª e 4ª sessões e também na sessão de treino para verificação da confiabilidade intraséries e interséries. Foi utilizado o teste ANOVA two-way para identificar possíveis diferenças no desempenho entre as séries na sessão de treino ou seu correspondente não paramétrico. O volume de saltos foi determinado pela frequência de saltos nas séries da sessão de treinamento. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$). **Resultados:** A AOB₁ obteve um nível moderado (0,67) de confiabilidade relativa, enquanto a AOB₂ um nível bom (0,81). O IFR₁ e o IFR₂, níveis moderado e bom, respectivamente. A confiabilidade relativa da sessão de treino atingiu níveis excelentes ($\geq 0,90$) intrasérie e intersérie, enquanto o número de contatos (série 1 vs série 2) alcançou valor moderado. A variabilidade quando considerada as duas séries (intraséries e interséries) atingiu valores baixos (10 e 13%, respectivamente), considerados satisfatórios se consideramos a tarefa e a amostra utilizada. O volume total de saltos apresentaram elevada variabilidade interindividual (52,08 e 52,24%, série 1 e série 2, respectivamente), com variações de até 70 cm na altura das barreiras e volumes oscilando entre 9 e 117 contatos totais. O número médio total de contatos da sessão de treino foi de $75 \pm 33,31$ contatos. **Conclusão:** foi possível determinar a altura das barreiras de forma individualizada, embora houvesse uma confiabilidade relativa moderada na altura da barreira 1, A sessão de treinamento individualizada demonstrou uma excelente confiabilidade e uma baixa variabilidade quando considerada as duas séries de treinamento, O método para determinação das alturas ótimas por meio do IFR como parâmetro foi bastante satisfatório, ponderando-se o resultado encontrado para a confiabilidade da AOB₁ que, espera-se que seja minimizado com o aumento do n amostral.

Palavras-chave: Treinamento pliométrico, força muscular, carga de treinamento.

ABSTRACT

Introduction: Plyometric training (PT) is primarily used to develop muscular power and is essential in sports involving explosive activities, such as jumping. The effectiveness of PT depends on the proper management and individualization of training load components; a specific example is the determination of optimal hurdle height (OHH), as well as training volume. **Objective:** To individualize hurdle height and jump volume in a PT session. **Methods:** Eleven university athletes, Physical Education students aged between 18 and 30 years and engaged in team sports, were evaluated. The experimental design consisted of five sessions: two familiarization sessions, two sessions to determine OHH measured using contact mats, and one session to determine jump/rebound volume using individualized hurdles during the training session, with heights ranging from 20 to 100 cm. OHH was calculated based on the highest ratio between rebound height and contact time, classified as the Reactive Strength Index (RSI), with jump volume adjusted according to individual capacity. After data collection, a database was created in Microsoft Excel and then transferred to SPSS version 20.0 for exploratory analysis. The ICC 3,1 model was used to assess data reliability between the 3rd and 4th sessions and also during the training session to verify intraset and interset reliability. A two-way ANOVA test was applied to identify possible performance differences between sets during the training session, or its nonparametric equivalent when appropriate. Jump volume was determined by the frequency of jumps performed within the training session sets. The adopted significance level was 5% ($p < 0.05$). **Results:** OHH1 demonstrated moderate relative reliability (0.67), whereas OHH2 showed good reliability (0.81). RSI1 and RSI2 presented moderate and good reliability levels, respectively. The relative reliability of the training session reached excellent levels (≥ 0.90) for both intraset and interset comparisons, while the number of contacts (set 1 vs. set 2) showed moderate reliability. When both sets were considered (intraset and interset), variability reached low values (10% and 13%, respectively), which are considered satisfactory given the task and sample characteristics. Total jump volume showed high interindividual variability (52.08% and 52.24% for set 1 and set 2, respectively), with hurdle height variations of up to 70 cm and volumes ranging from 9 to 117 total contacts. The mean total number of contacts during the training session was 75 ± 33.31 . **Conclusion:** It was possible to determine individualized hurdle heights, although moderate relative reliability was observed for hurdle height 1. The individualized training session demonstrated excellent reliability and low variability when both training sets were considered. The method used to determine optimal heights through RSI as a parameter proved to be highly satisfactory, considering that the reliability result observed for OHH1 is expected to improve with a larger sample size.

Keywords: Plyometric training, muscular strength, training load.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Funcionamento do sistema Jumptest.	29
Figura 2 - Desenho experimental.	30
Figura 3 - Saltos sobre barreira e posicionamento do tapete de contato.	32
Figura 4 - Sequência de Saltos sobre as barreiras e posicionamento dos tapetes de contato para familiarização e ST.	32
Figura 5 - Determinação da 1ª Barreira.	34
Figura 6 - Determinação da 2ª Barreira.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características Descritivas dos Participantes.	37
Tabela 2. Valores encontrados para determinação da AOB ₁ e AOB ₂ (dia 3).....	38
Tabela 3. Valores encontrados para determinação das AOB ₁ e AOB ₂ (dia 4).....	38
Tabela 4. Confiabilidade e variabilidade das medidas entre os dias 3 e 4: CCI, EPM (%), CV%.....	39
Tabela 5. Número de contatos (saltos), por série e total.	39
Tabela 6. Tempo de contato (s) para os saltos iniciais e finais das séries 1 e 2 do Teste de Salto com Barreiras.	40
Tabela 7. Confiabilidade intra-série e inter-série do tempo de contato (TC), expressa por CCI, EPM e VC, entre os momentos inicial e final das Séries 1 e 2 da Sessão de Treinamento (ST).	41
Tabela 8. Estatística descritiva das variáveis de desempenho e do volume de contatos nos dias 3, 4 e 5.	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOB	Altura Ótima de Barreiras
AR	Altura do Ressalto
AS	Altura do Salto
ATLÉTICAS	Associações Esportivas Universitárias
BJ	Box Jump
CAE	Ciclo de Alongamento e Encurtamento
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCI	Coeficiente de Correlação Interclasse
cm	Centímetro
CM	Contramovimento
CMJ	Salto Contramovimento
VC	Coeficiente de Variação
DJ	Drop Jump
DP	Desvio Padrão
EPM	Erro Padrão de Medida
F	Familiarização
GETRE	Grupo de Estudos em Treinamento e Rendimento Esportivo
HJ	Hurdle Jump
IFR	Índice de Força Reativa
IHT	Individualized hurdle test
Kg	Quilograma
M	Metros
MG	Minas Gerais
MJH	Altura Máxima do Salto
ms	Milissegundo
OHH	Optimal hurdle height
PAPGEF	Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física
PI	Posição Inicial
PT	Plyometric training
PVC	Policloreto de Vinila
R\$	Reais
RSI	Reactive Strength Index
SJ	Squat Jump
ST	Sessão de Treinamento
TC	Tempo de Contato
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TP	Treinamento Pliométrico
UFPB	Universidade Federal da Paraíba

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos	18
1.1.1	Objetivo Geral.....	18
1.1.2	Objetivos Específicos	18
2	REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1	Treinamento pliométrico	19
2.2	Determinação dos componentes das cargas no treinamento pliométrico	21
2.3	Prescrição do treinamento pliométrico com barreiras.....	23
2.3.1.	Altura ótima de barreiras	24
3	MÉTODOS.....	27
3.1	Caracterização do estudo.....	27
3.2	Participantes	27
3.3	Instrumentos	28
3.4	Procedimentos para coleta de dados Delineamento experimental.....	29
3.4.1.	Familiarização.....	30
3.4.2.	Determinação das alturas ótimas de barreiras	33
3.4.3.	Determinação do número de saltos numa sessão	36
3.5	Análise Estatística	36
4.	RESULTADOS	37
5.	DISCUSSÃO.....	42
5.1.	Individualização no Treinamento Pliométrico	42
5.2.	Determinação da altura de barreiras	42
5.3.	Confiabilidade teste-reteste das variáveis (dia 03 e 04).....	44
5.4.	Confiabilidade teste-reteste das variáveis na sessão de treinamento e análise do volume de saltos realizados.	47
5.5.	Limitações e Implicações Práticas.....	49
6	CONCLUSÃO.....	49

REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)..	56
ANEXO A: ESCALA DE QUALIDADE TOTAL DE RECUPERAÇÃO.....	58

1 INTRODUÇÃO

O treinamento pliométrico (TP) é reconhecido por sua eficácia em aumentar a potência muscular e melhorar o desempenho atlético (Ramirez-Campillo *et al.*, 2021). Esse método de treinamento envolve exercícios que utilizam movimentos rápidos e explosivos, como saltos e arremessos, para aumentar a capacidade dos músculos de gerar força rapidamente (Cappa; Behm, 2011, 2013). No que concerne especificamente aos membros inferiores, o TP se utiliza bastante dos saltos e ressaltos, fundamentais para o desenvolvimento da força explosiva e reativa. Um mecanismo central nesse contexto, é o Ciclo de Alongamento e Encurtamento – CAE, onde o bom desempenho relacionado ao TP, justifica-se tanto pelo aproveitamento da energia potencial elástica quanto pela utilização do reflexo miotático para aumentar substancialmente a potência muscular (Nicol; Avela; Komi, 2006; Wang; Zhang, 2016).

A literatura apresenta diferentes programas e variáveis de TP, destacando-se os trabalhos com membros inferiores, como os saltos verticais (Cappa; Behm, 2013; Vilela *et al.*, 2020) e horizontais (Ramirez-Campillo *et al.*, 2023). Saltos verticais e horizontais, por exemplo, são amplamente utilizados não apenas para melhorar a força explosiva, mas também para desenvolver a capacidade de aceleração e a reatividade muscular, cada um com suas especificidades e benefícios (Cappa; Behm, 2013; Vilela *et al.*, 2020). Os estudos de revisão de literatura (Montoro-Bombú *et al.*, 2023; Ramirez-Campillo *et al.*, 2020) mostram que os exercícios pliométricos, como os saltos verticais e horizontais, têm sido objeto de extensa pesquisa devido à sua eficácia comprovada em diferentes contextos esportivos, o que reforça a necessidade de uma prescrição adequada e baseada em evidências.

No entanto, um dos grandes desafios na prescrição do TP é a determinação precisa dos componentes da carga, como intensidade, volume e frequência (Montoro-Bombú *et al.*, 2023; Ramirez-Campillo *et al.*, 2020). A falta de individualização na prescrição pode resultar em maior risco de lesões e na redução da eficácia do treinamento. Muitos programas de TP utilizam abordagens padronizadas, sem considerar as características individuais dos praticantes, como nível de força muscular, experiência e objetivos específicos, o que pode comprometer os resultados (Claudino *et al.*, 2012). A dificuldade em ajustar a carga de maneira adequada é um problema recorrente que pode ser agravado pela falta de monitoramento contínuo durante o treinamento, dificultando a adaptação e a progressão individualizadas

(Hernández *et al.*, 2018).

Diante disso, a importância do monitoramento das cargas para a melhor prescrição do treinamento no contexto do TP é reconhecida na literatura (Claudino *et al.*, 2012; Jafari; Zolaktaf; Marandi, 2013; Santos; Janeira, 2008). Mesmo porque revisões como as de Montoro-Bombú *et al.*, (2023) e Ramirez-Campillo *et al.*, (2020), destacam a variabilidade de programas de treinamento sem, necessariamente uma clareza nos parâmetros que determinam os componentes da carga no TP.

Um implemento bastante utilizado no TP são as barreiras (Cappa; Behm, 2011, 2013; Hammami *et al.*, 2022; Janikov *et al.*, 2023; Permana *et al.*, 2022; Vilela *et al.*, 2020). Todavia, em alguns estudos não fica claro como os autores chegam à determinação da altura ou se as individualizam, no estudo de Jarvis, Graham-Smith e Comfort (2016), por exemplo, foi utilizado exercícios pliométricos populares, que utilizam alturas fixas dos obstáculos em 20 cm, 30 cm e 40 cm, para identificar e diferenciar a intensidade do TP, porém não ficou claro como eles chegaram às alturas dos exercícios utilizados ou por que os estudos fazem utilização de alturas fixas, ou não especificam distância entre os obstáculos.

Perante o exposto, uma aplicação prática mais coerente, seria a utilização do treinamento com obstáculos, de tal forma a incluir barreiras com alturas individualizadas. Foi encontrado na literatura, estudos que trabalham com barreiras de altura fixa para todos os participantes (Cappa; Behm, 2011; Janikov *et al.*, 2023; Kossow; Ebben, 2017), outros estudos, não explicam o porquê da distância escolhida entre barreiras (Hammami *et al.*, 2022; Vilela *et al.*, 2020); e algumas pesquisas não apresentam como chegaram a determinar a altura das barreiras (Fischetti; Cataldi; Greco, 2019; Vilela *et al.*, 2020). Essas lacunas, dificultam uma estratégia de individualização do treinamento.

Parâmetros mais específicos para controlar e monitorar as cargas do TP podem ser utilizados para adequar o programa de treinamento. Exemplos disso incluem pico de força, impulso (Jarvis; Graham-Smith; Comfort, 2016) e a taxa de produção de força (McLellan; Lovell; Gass, 2011). No entanto, essas variáveis são detectadas por meio de plataforma de força, equipamento dispendioso, que está geralmente disposto em laboratórios de grupos de pesquisa e universidades. Por outro lado, o tempo de contato (TC), altura do salto (AS) e o índice de força reativa (IFR), detectados por meio de um tapete de contato também podem proporcionar uma quantificação do desempenho do TP (Flanagan; Comyns, 2008; Young, 1995).

Embora o TC seja uma excelente variável para monitorar os saltos, não é recomendável utilizá-lo de forma isolada (Flanagan; Comyns, 2008; Walsh *et al.*, 2004). Integrar a altura do salto com o TC proporciona uma compreensão mais completa da estratégia adotada na sessão de treino (Jarvis; Graham-Smith; Comfort, 2016). Ao utilizar a altura do salto como variável para controlar a intensidade, é possível considerar tanto a altura máxima quanto a altura "ótima" dos saltos. A altura ótima consiste na razão entre a altura do salto e o tempo de contato utilizado para realizar o ressalto (Byrne *et al.*, 2010; Luna *et al.*, 2020).

Especificamente, sobre a prescrição do TP com a utilização de barreiras, o estudo de Soares (2016), propôs um protocolo para definir a altura individualizada de uma barreira, como também de duas barreiras, o estudo foi realizado com atletas jovens de taekwondo e basquetebol, atingindo altos níveis de confiabilidade no teste/reteste de variáveis, como altura do ressalto vertical e pico de força. A partir do estudo de Soares (2016), três estudos continuaram na perspectiva de prescrição do TP com a utilização da individualização das alturas das barreiras (Luna *et al.*, 2020; Pontual *et al.*, 2022; Rufino *et al.*, 2019). O estudo de Rufino *et al.*, e colaboradores (2019) além de utilizar a proposição de individualização de uma e de múltiplas barreiras (quatro), também propôs a individualização do volume de treinamento, esse estudo foi realizado com jovens atletas de corrida de velocidade. Pontual *et al.*, (2024) aplicou o mesmo protocolo, mas com mulheres atletas de voleibol e o comportamento do tempo de contato se deu em uma dinâmica bem distinta do estudo anterior desenvolvido com atletas mais reativos, esse fato motivou também a continuidade da aplicação desse protocolo, como no presente estudo que será realizado com atletas de modalidades distintas e com ajuste no método.

Por sua vez, Luna *et al.*, (2020) compararam o protocolo de individualização de barreiras desenvolvido por Soares (2016) com o Drop Jump (DJ), que consiste em uma queda livre de um caixote seguida de um ressalto vertical máximo. O objetivo foi verificar se as alturas dos obstáculos (barreira e caixote), o tempo de contato, a altura do ressalto e o índice de força reativa eram equivalentes. Os resultados demonstraram diferenças entre os protocolos.

Mesmo considerando os trabalhos citados, a prescrição das cargas no TP em geral e, especificamente, no TP com barreiras ainda permanece com lacunas. A problemática desse estudo se baseia na escassez sobre a individualização das cargas no TP, especialmente no que diz respeito à individualização na altura das barreiras e

à manipulação do volume e intensidade. Sem uma compreensão clara de como essas variáveis afetam a determinação do TP, os profissionais e técnicos enfrentam desafios na otimização da eficiência e segurança do treinamento, bem como na melhoria do desempenho atlético. Este estudo pode ser crucial para ajudar a preencher essa lacuna, oferecendo orientações valiosas para personalizar programas de treinamento, aprimorar a eficácia dos métodos e testes utilizados e prevenir riscos de lesões, beneficiando diretamente pesquisadores, estudantes e técnicos que buscam práticas mais informadas e eficazes. Portanto, o objetivo do presente estudo é individualizar uma sessão de TP com a individualização das alturas das barreiras e do volume do treinamento.

A hipótese levantada é que após realizar um teste para individualizar as barreiras, essas serão de tamanhos distintos conforme o desempenho do praticante relacionado a AOB, igualmente em relação ao volume que será diferente de voluntário para voluntário. Esta hipótese é respaldada por estudos anteriores que enfatizaram a importância da individualização e manipulação de variáveis do TP para otimizar seus efeitos sobre o desempenho esportivo e reduzir o risco de lesões (Cappa, 2011; Cappa; Behm, 2013; Luna *et al.*, 2020; Pontual *et al.*, 2024; Rufino *et al.*, 2019).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Individualizar uma sessão de TP por meio da altura de barreiras e do volume de treinamento.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar a Altura Ótima da Barreira 1 (AOB_1) e da Barreira 2 (AOB_2) por meio do maior Índice de Força Reativa (IFR).
- b) Analisar a confiabilidade teste-reteste do protocolo de determinação da AOB e das variáveis concernentes.
- c) Estimar o volume individual de saltos em uma sessão de treino baseado no critério de manutenção do tempo de contato ≤ 250 ms, da sensação subjetiva de fadiga e da manutenção da transposição das barreiras.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será realizada uma revisão da literatura sobre o tema TP, com foco em sua definição, classificação e alguns aspectos da prescrição e avaliação. Serão destacados os aspectos mais relevantes do TP com barreiras, incluindo a determinação da altura ótima dessas barreiras (Altura Ótima de Barreiras - AOB), que pode ser essencial para maximizar os benefícios do treino respeitando a individualidade do atleta. Após essa contribuição, discorreu-se também sobre os problemas na regulação da carga de treinamento, discutindo-se os parâmetros adequados para evitar sobrecargas e lesões, enquanto se potencializam ganhos de potência e explosão muscular.

2.1 Treinamento pliométrico

O TP é um método de treinamento utilizado desde os anos 50, pelo trabalho do treinador e professor Verkhoshansky e tem como objetivo desenvolver a capacidade explosiva dos atletas, combinando força e velocidade para melhorar o desempenho em atividades que exigem alta potência muscular, sendo um método de treinamento que, inicialmente, foi frequentemente usado no atletismo por saltadores (Verkhoshansky, 1999; Verkhoshansky; Verskhoshansky, 2011).

De acordo com Verkhoshansky ao desenvolver o método pliométrico, foi observado que, no salto triplo, os atletas produziam uma força de reação do solo significativa no segundo salto, gerando até 300 kg na extremidade dos membros inferiores (Verkhoshansky; Verkhoshansky, 2011). A ideia de Verkhoshansky, então, era desenvolver métodos de treinamento que simulassem o mesmo estresse detectado nessa avaliação do impacto.

Em vários esportes individuais e coletivos, a força, potência e velocidade são cruciais, o TP se destaca como um método eficaz para aprimorar essas capacidades específicas. Um dos mecanismos neuromusculares atrelados ao TP é o ciclo de alongamento-encurtamento (CAE), que envolve a acumulação de energia potencial elástica durante a fase excêntrica do movimento e sua conversão em energia cinética, aumentando o desempenho durante a fase concêntrica (Nicol; Avela; Komi, 2006). O reflexo miotático, ou reflexo de estiramento, desempenha um papel crucial também nesse processo, amplificando a força gerada e contribuindo para um desempenho

mais explosivo (Cappa; Behm, 2011). Essa contração reflexa, amplifica ainda mais a potência muscular, importante em esportes que demandam movimentos explosivos e rápidos (Ramirez-Campillo *et al.*, 2021, 2022; Wang; Zhang, 2016).

Embora ocorram divergências entre as fases e quantas são as fases que formam a base do CAE entre alguns estudos (Flanagan; Comyns, 2008; Janikov *et al.*, 2023; Montoro- Bombú *et al.*, 2023; Wang; Zhang, 2016), o TP para os membros inferiores é composto por quatro fases principais, são elas: a **pré-ativação**, a **ação muscular excêntrica**, o **período de amortização** e a **ação muscular concêntrica**:

a) **Pré-Ativação**: é o momento inicial do CAE, e ocorre, por exemplo, quando os músculos dos membros inferiores se ativam antes do contato com o solo em atividades como saltos e corridas, preparando o corpo para absorver o impacto. Esse processo é controlado por uma integração dos sistemas visual, vestibular e proprioceptivo, que ajustam o momento e a intensidade da ativação muscular de acordo com a situação, preparando o indivíduo para a ação muscular seguinte. Ele é essencial para garantir a estabilidade e a rigidez muscular adequadas, ajudando a prevenir lesões e manter o equilíbrio durante o movimento, especialmente em situações de maior impacto, como saltos de alturas progressivamente maiores, onde o nível de pré-ativação tende a aumentar (Jones; Watt, 1971; Lesinski *et al.*, 2017; Taube *et al.*, 2012).

b) **Ação muscular excêntrica**: ainda utilizando os membros inferiores como exemplo, nessa fase, o músculo se alonga sob tensão à medida que absorve a força, geralmente resultante do impacto no solo. Durante a fase excêntrica, o músculo se prepara para a fase subsequente de contração, segundo Cormie, McGuigan e Newton (2010), sendo uma fase crítica porque permite o armazenamento de energia potencial elástica nos músculos, aumentando a eficiência do movimento quando liberada na fase concêntrica.

c) **Período de amortização**: Também conhecido como **fase de transição**, envolve o breve momento entre o final da ação excêntrica e o início da ação concêntrica. Nesse ponto, o músculo interrompe o alongamento e começa a contrair-se, utilizando a energia armazenada. De acordo com Bobbert (1990), o tempo de amortização deve ser o mais rápido possível para otimizar o uso da energia elástica. Se esse período for longo demais, parte da energia armazenada é dissipada

como calor, reduzindo a eficiência do ciclo de alongamento e encurtamento (CAE).

d) **Ação muscular concêntrica:** Esta é a fase em que ocorre a contração muscular propriamente dita, resultando no encurtamento do músculo e na produção de força para gerar movimento. Aqui, a energia elástica acumulada durante a fase excêntrica é liberada, potencializando o desempenho muscular. Segundo Komi (2000), essa fase concêntrica é maximizada pela interação entre a energia elástica liberada e a força muscular ativa, resultando em um movimento mais potente e eficiente.

Diante das conceituações gerais sobre o TP e específicas sobre o CAE, pode-se descrever uma definição mais clara desse método de treinamento. O TP utiliza o ciclo de alongamento-encurtamento – CAE, para desenvolver a potência muscular, aproveitando a energia elástica armazenada durante o movimento (Cappa; Behm, 2011). Flanagan e Comyns (2008), descrevem o TP como uma modalidade amplamente utilizada para aprimorar a eficiência do CAE, sendo fundamental no desenvolvimento de potência e velocidade em atletas. Markovic *et al.*, (2007) caracterizam o TP como um método de treinamento padrão, para melhorar o desempenho atlético e potência muscular. Ramirez-Campillo *et al.*, (2020), destacam o TP como uma abordagem de treinamento versátil que exige pouco ou nenhum equipamento, podendo ser realizada em espaços reduzidos, o que o torna uma alternativa de baixo custo e acessível.

2.2 Determinação dos componentes das cargas no treinamento pliométrico

Uma revisão recente que aborda os critérios de determinação do volume e intensidade no TP (Montoro-Bombú *et al.*, 2023), bem como críticas a ausência, em vários artigos, de parâmetros de carga do TP (Ramirez-Campillo *et al.*, 2020) destacam a importância de se entender melhor a prescrição nesse tipo de treinamento. Embora o debate sobre as variáveis de treinamento continue avançando, ainda há incertezas na forma como os componentes da carga como (volume, intensidade), estão sendo definidos. Exemplo disto é o estudo de Jarvis, Graham-Smith e Comfort (2016), que propôs uma abordagem de quantificar a intensidade com base em parâmetros biomecânicos e neuromusculares. Da mesma forma, o estudo de Wilson *et al.*, (1993), comparando 3 modalidades de treinamento diferentes, e mostrou que a altura do salto é um parâmetro relevante para a intensidade, mas o impacto da

variação na altura do salto quando submetido a diferentes protocolos de treinamento, permanece pouco explorado.

Além disso, questões como a duração dos programas de TP continuam sendo estudadas. O estudo de Markovic e Mikulic (2010), sugere que a adaptação neural ocorre predominantemente nas primeiras semanas e que um volume moderado (aproximadamente 100 saltos por sessão) é mais seguro do que volumes mais elevados, mas outros autores, como Villarreal *et al.*, (2010), defendem que períodos mais longos são necessários, como 8 a 10 semanas para consolidar adaptações neuromusculares e estruturais, enfatizando também que a duração do treinamento influencia nas melhorias de força e potência. Essas variações destacam a falta de uniformidade na determinação dos componentes da carga, estudos como o de Ramirez-Campillo *et al.*, (2020), criticam justamente a falta de diretrizes e propõe maiores investigações que abordem essa lacuna, com foco na determinação de volume e intensidade. Da mesma forma, o estudo de revisão de Asadi *et al.*, (2016) destaca que a falta de protocolos bem estabelecidos sobre a determinação das cargas de intensidade e volume tem levado a resultados inconsistentes em diferentes estudos de TP.

Villarreal *et al.*, (2010) realizaram uma meta-análise com 56 estudos e demonstraram a grande variabilidade de manejo dos componentes da carga no treinamento pliométrico nesses estudos. Esses mesmos autores afirmaram que apesar das vantagens do treinamento pliométrico, a principal questão que é determinar os elementos ideais de um programa pliométrico permanece inconclusiva. Conforme Jarvis, Graham-Smith e Comfort (2016) a intensidade no TP é pobremente definida. Nessa perspectiva, esses autores destacam que a intensidade do TP é frequentemente determinada de maneira subjetiva, com poucos parâmetros quantitativos claros. Eles afirmam que a falta de padronização na definição da intensidade pode levar a dificuldades na prescrição precisa e eficaz do treinamento, afetando os resultados desejados. Jarvis, Graham-Smith e Comfort (2016) sugerem que, para aprimorar o controle da carga no TP, é necessário identificar e medir variáveis biomecânicas e fisiológicas mais detalhadas, como a altura de salto, a força de impacto e a taxa de desenvolvimento de força, o que permitiria um ajuste mais preciso da intensidade para diferentes populações de atletas. Nesse sentido, a variabilidade nos protocolos e a ausência de uma definição consensual de intensidade fazem com que a criação de diretrizes otimizadas para o TP continue sendo um desafio

para treinadores e pesquisadores.

Percebe-se pelas lacunas apresentadas a importância de se continuar estudando a determinação dos componentes da carga no TP (Montoro-Bombú *et al.*, 2023). Pois, a dosagem adequada do volume e da intensidade do TP, em conjunto com a otimização da função do CAE, pode permitir que os atletas melhorem significativamente a força, a potência e a eficiência neuromuscular, fatores essenciais para o sucesso no rendimento esportivo (Ramirez-Campillo *et al.*, 2020). Percebe-se ainda, que a regulação das cargas de treinamento é um aspecto crucial no TP, haja visto que precisa ser cuidadosamente ajustados para evitar o risco de lesões e garantir que o treinamento seja eficaz.

Especificamente em relação ao volume, é fundamental que programas de treinamento avaliem a quantidade total de trabalho realizada em uma sessão ou período, frequentemente expressa em repetições, duração ou distância, como no caso da corrida (Campos *et al.*, 2002; Kraemer; Ratamess, 2004). No TP, o volume é definido pelo número de saltos ou contatos com o solo, com o objetivo de otimizar a performance. Contudo, a definição de um volume ainda apresenta inconsistências, as revisões de literatura de Markovic *et al.*, (2007), Ramirez-Campillo *et al.*, (2020) e Villarreal *et al.*, (2009) sugerem que o volume no TP deve ser adaptado à individualidade do atleta.

2.3 Prescrição do treinamento pliométrico com barreiras

A prescrição do TP com barreiras exige um ajuste cuidadoso de variáveis como volume, intensidade, distância e altura das barreiras, que influenciam diretamente a segurança e a eficácia do treinamento (Montoro-Bombú *et al.*, 2023). Os estudos encontrados sobre saltos sobre barreiras geralmente se unem a outros tipos de exercícios, com Drop jump (DJ), Box jump (BJ), Squat jump (SJ) e salto contramovimento (CMJ) (Janikov *et al.*, 2023; Seki; Hondo, 2023). Em relação ao volume, o estudo de Claudino *et al.*, (2012), determinou o tempo de contato - TC médio de 200 saltos. No entanto, muitos estudos não esclarecem como se determina o número de contatos com o solo, o que dificulta a padronização dos protocolos. Quanto à intensidade, esta variável é ajustada com base na altura das barreiras. Por exemplo, Kibele *et al.*, (2015), tentaram justificar a escolha da altura da barreira utilizando um ajuste de 150% do melhor desempenho em saltos de CMJ. Além disso, o estudo de

Seki e Hondo (2023) não explicam o porquê utilizaram uma distância de 1,20 m entre as barreiras, evidenciando a falta de um padrão unificado. Essa variabilidade nas abordagens torna a prescrição do TP com barreiras desafiadora, sublinhando a necessidade de diretrizes mais consistentes para otimizar o treinamento.

Cappa e Behm (2011), ao comparar as características dos saltos sobre barreira unilaterais e bilaterais com CMJ, determinaram a altura das barreiras com base na performance no CMJ, ajustando para 100%, 120%, 140%, e 160% da altura máxima do salto para saltos bilaterais e 70%, 80%, e 90% para saltos unilaterais. Em contraste, Kibele *et al.*, (2015), investigaram os efeitos de um programa de TP de 7 semanas em superfícies estáveis e instáveis, estabelecendo a altura da barreira em 150% do melhor valor de salto de CMJ. Ambos os estudos enfatizam a individualização, mas Cappa e Behm (2011), exploram uma gama mais ampla de alturas, enquanto Kibele *et al.*, (2015), destacam a influência da altura das barreiras na otimização da resposta muscular e potência do salto, reafirmando a importância das barreiras no treinamento pliométrico.

O estudo de Chelly *et al.*, (2014) analisou o efeito de um programa de TP para membros inferiores e superiores em atletas adolescentes de handebol de elite. Durante as primeiras quatro semanas, o protocolo incluiu o uso de testes com barreiras. Contudo, o estudo não apresentou justificativa para a escolha fixa das séries e repetições, nem explicou a razão para a ausência de uma determinação individualizada da altura das barreiras. Da mesma forma, Ruben *et al.*, (2017), implementaram um programa de TP com saltos sobre barreiras para avaliação de desempenho. Neste estudo, foram utilizadas cinco barreiras com altura correspondente a 5,1 cm acima da patela dos participantes, resultando em uma média de 65 cm de altura das barreiras, com espaçamento de 45 cm entre elas. Apesar de uma tentativa de padronização, o estudo também não forneceu justificativas para a não adaptação individual da altura das barreiras, o que poderia impactar a especificidade do treinamento para cada atleta.

2.3.1. Altura ótima de barreiras

Byrne *et al.*, (2010) foi o primeiro estudo que encontramos a se referir a nomenclatura como altura “ótima”, para determinar um ponto de altura de queda ideal no salto em profundidade. O estudo envolveu 22 estudantes de educação física do

sexo masculino, todos fisicamente ativos e comparou dois métodos: o método da altura máxima do salto (MJH) e o método do índice de força reativa (RSI, do inglês Reactive Strength Index), com o objetivo de determinar qual desses métodos seria mais eficaz na identificação da altura de queda ideal para o treinamento do DJ, visando aprimorar a força reativa e o desempenho no CMJ. Concluindo-se que ambos os métodos podem ser utilizados para identificar a altura da queda ideal no teste do DJ para melhoria do desempenho do CMJ, mas apenas o método MJH pode ser utilizado para aumento de força reativa. Soares (2016), trouxe uma proposta de determinação de altura semelhante à proposta de Byrne *et al.*, (2010), porém voltado especificamente a determinar a altura ótima de barreiras (AOB).

Determinar a AOB envolve avaliar a altura máxima do salto, o tempo de contato e, por conseguinte o índice de força reativa, e as características individuais do atleta, como força muscular e técnica (Byrne, *et al.*, 2010). Essa abordagem é crucial para determinação da altura das barreiras e para individualização do treinamento dos atletas. O estudo de Soares (2016), teve como objetivo a criação de um protocolo para individualização da altura máxima de transposição de barreiras no TP, o estudo contou com 35 participantes. O estudo evidenciou que a maioria das variáveis apresentaram alta confiabilidade ($0,80 \leq CCI < 0,99$). Além disso, o estudo constatou que a individualização das alturas das barreiras pode ser estabelecida por parâmetros distintos, respeitando a individualidade dos participantes.

Partindo dos resultados acima obtidos, o Grupo de Estudos em Treinamento e Rendimento Esportivo (GETRE), da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, dedicou-se a aprofundar o tema da AOB. O estudo de Rufino *et al.*, (2019) teve como objetivo determinar o volume ideal de saltos sobre barreiras em uma sessão de TP. A pesquisa contou com a participação de seis velocistas que participavam das provas de 100, 200 e 400 metros. O protocolo de treinamento incluiu duas sessões de familiarização e duas sessões de teste: uma voltada para a determinação da AOB e outra para definir o número ideal de saltos. Foram utilizadas quatro barreiras no protocolo, com dois tapetes de contato posicionados entre a 1ª e a 3ª barreira para medir o tempo de contato dos atletas com o solo. Os participantes foram instruídos a manter um tempo de contato inferior a 200 ms, e as barreiras eram ajustadas de acordo com a AOB determinada para cada atleta. Entre os resultados, ficou evidente a individualização do volume de saltos, já que variou entre os participantes, indo de 57 a 108 contatos com o solo ao somar as duas séries, sendo uma forma interessante

de avaliar tanto o desempenho, quanto para monitoramento da rotina de treino dos atletas.

No estudo de Luna *et al.*, (2020), foi utilizado o protocolo de Soares (2016) para determinar a AOB de uma única barreira, servindo como parâmetro para comparar o se a altura obtida para a barreira era a mesma obtida para o caixote. A pesquisa envolveu 13 jogadores de uma equipe masculina de basquetebol. O desenho experimental foi randomizado e incluiu quatro sessões: duas de familiarização e duas de testes, sendo estas últimas realizadas de forma aleatória entre a 3ª e a 4ª sessão. Nos testes, a altura inicial era de 20 cm para ambos os exercícios, aumentando progressivamente em 10 cm para os atletas que executavam três tentativas de DJ e os mantinham o tempo de contato inferior a 200 ms no Hurdle Jump (HJ). Os resultados do estudo mostraram variações significativas nas alturas das barreiras entre os participantes, o que pode evidenciar a importância da individualização dos obstáculos e da especificidade dos testes para cada atleta. Essas diferenças reforçam a necessidade de personalizar os parâmetros de treinamento de acordo com as características individuais, podendo contribuir para a maximização do desempenho esportivo.

Pontual *et al.*, (2024), buscou estimar a AOB e o volume de saltos para o TP, através de um estudo piloto, com participação de 6 jogadoras de voleibol de nível universitário. O estudo em questão também utilizou 4 sessões e dois tapetes de contato, além de barreiras de Policloreto de Vinila (PVC), com alturas de 20 cm a 100 cm. Entre os resultados, observou-se que o número de contatos por série, quando somadas a primeira e a segunda série, variou de 43 a 105. Esses achados são consistentes com os resultados de Rufino *et al.*, (2019), embora este último tenha focado em uma modalidade esportiva diferente. O estudo de Pontual (2024), reforça a importância da individualização da altura das barreiras no TP, levando em consideração as especificidades de cada modalidade e a individualidade dos atletas, um princípio fundamental para a prescrição e otimização do TP.

3 MÉTODOS

3.1 Caracterização do estudo

No presente estudo, a tipologia adotada é caracterizada como quase-experimental de corte transversal, com uma abordagem quantitativa. De acordo com Thomas, Nelson e Silverman (2012), esse tipo de estudo é adequado por sua semelhança com o ambiente real, permitindo o controle do maior número possível de ameaças à validade interna. O desenho de corte transversal é recomendado por Levin (2006), que enfatiza sua eficácia em capturar as características de uma população em um ponto específico no tempo, e por Mann (2003), que observa seu valor em fornecer um panorama descritivo imediato de uma população. Quanto à abordagem quantitativa, Creswell (2014) reforça seu valor na medição precisa de variáveis, facilitando a interpretação de resultados, e se destaca pela capacidade de testar hipóteses por meio de dados numéricos e análise estatística.

3.2 Participantes

Participaram do estudo inicialmente 14 atletas universitários do sexo masculino ($24,09 \pm 3,04$ anos, estatura $178 \pm 7,53$ cm, massa corporal $78,82 \pm 16,61$ kg e percentual de gordura corporal $13,82 \pm 7,38$ %), pertencentes às modalidades esportivas de Handebol, Voleibol, Basquetebol e Futsal da Universidade Federal da Paraíba. Os critérios de inclusão adotados foram: estar regularmente matriculado no curso de Educação Física; ter idade entre 18 e 30 anos; praticar a respectiva modalidade esportiva há pelo menos seis meses; realizar treinamento de força voltado aos membros inferiores por, no mínimo, três meses ininterruptos anteriores à execução do estudo, com frequência mínima de duas vezes por semana; não apresentar histórico de lesões em membros inferiores que pudessem comprometer a realização dos movimentos avaliados; e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Como critérios de exclusão, consideraram-se a ausência em alguma das sessões programadas e o não cumprimento das orientações fornecidas pelos pesquisadores, como ter feito esforço extenuante anterior aumentando o risco de fadiga e possivelmente lesão, não realizar o repouso no tempo solicitado, prejudicando

o protocolo. Durante o período experimental, houveram perda amostral de dois participantes e uma exclusão; um por não comparecer a uma das sessões e outro por relatar desconfortos prévios à pesquisa, mencionados apenas durante o momento das coletas. No participante excluído observou-se que sua primeira avaliação foi comprometida por não compreender o empenho que deveria ser empregado durante o teste, mas, sobretudo pela sua insegurança, relatada só após a finalização dos resultados. O fato foi explicitamente observado no seu segundo momento de teste (3 dias depois), não havendo qualquer justificativa para mudança no seu desempenho da forma como foi registrada em função de adaptações ao exercício ou a algum outro programa de exercício que pudesse ter desenvolvido, justificando assim sua não inclusão no estudo.

Assim, a amostra final foi composta por 11 participantes que completaram todas as etapas do protocolo experimental. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal da Paraíba com nº de parecer: 7.468.120. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos e métodos da pesquisa aos quais foram submetidos e assinaram o TCLE por livre e espontânea vontade.

3.3 Instrumentos

No presente estudo, utilizamos o sistema Jumptest com *dois tapetes de contato* (50 x 50 cm) Hidrofit® (Belo Horizonte, MG), utilizando Altura do Ressalto - AR, Índice de Força Reativa - IFR e Tempo de contato- TC (figura 1), para garantir a mensuração precisa dos saltos. Além disso, barreiras de PVC, com alturas variando entre 20 e 100 cm ou barreiras ajustáveis com as mesmas alturas descritas, foram utilizadas para individualizar as alturas das barreiras durante os testes. Foi utilizado uma fotocélula posicionada estrategicamente a 5 cm acima da altura estipulada para a barreira em cada tentativa na determinação da AOB₁ e AOB₂. A função precípua da fotocélula foi o controle e maior rigor na determinação da altura de transposição da barreira, servindo como uma conferência para que o participante transpusesse a barreira mais próximo possível do seu limite. Foi utilizada a Escala de Qualidade Total de Recuperação (TQR) (Anexo 46) para o monitoramento do estado de prontidão neuromuscular e do nível de fadiga residual entre as sessões. A altura dos participantes foi aferida por meio de um estadiômetro vertical, enquanto para massa corporal/composição corporal pelo o *Inbody 570*, assegurando maior precisão nos

dados antropométricos.



Figura 1- Funcionamento do sistema Jumptest.

Fonte: Autor

3.4 Procedimentos para coleta de dados Delineamento experimental

As coletas ocorreram ao longo de cinco visitas em dias não consecutivos. No primeiro dia, ocorreu a primeira visita, que correspondeu à primeira sessão de familiarização, e no segundo dia, foi realizada a segunda sessão da familiarização, ambas com um intervalo de 48 a 72 horas entre elas. Após a familiarização, houve um intervalo de quatro dias antes da medição da primeira sessão da Altura ótima de barreira (AOB) que ocorreu no terceiro dia, seguido da segunda sessão da determinação da AOB, que foi realizada na quarta visita, ambas separadas por um intervalo de 48 a 72 horas entre elas. Em seguida, estabeleceu-se um intervalo de 48 a 72 horas entre a determinação da AOB e a quinta visita, que correspondeu à aplicação do Sessão de Treinamento – ST, que corresponde a sessão de treino que será individualizada, tanto no que corresponde a AOB da primeira e segunda barreiras, como em relação ao volume de saltos obtidos nessa sessão. (Figura 2).

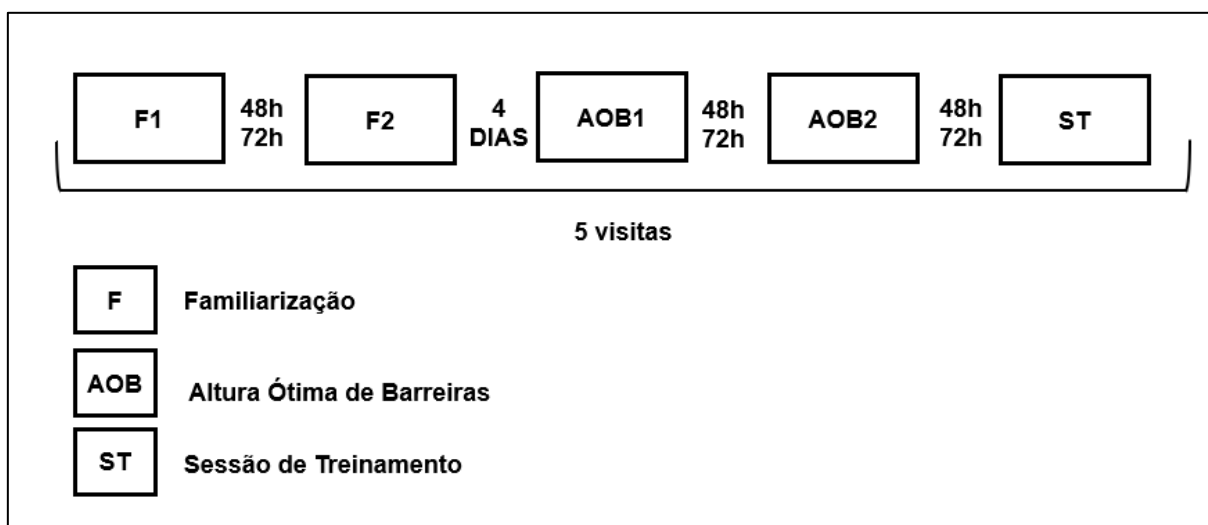


Figura 2 - Desenho experimental.

Fonte: Adaptado de Rufino *et al.*, (2019).

3.4.1. Familiarização

Os participantes foram instruídos a comparecer a duas sessões de familiarização realizadas em dia não consecutivos, com intervalo de 48 horas a 72 horas entre as sessões. No início da primeira sessão, foi feita uma introdução à Escala de Qualidade Total de Recuperação (Kenttä; Hassmén, 1998), posteriormente em todas as visitas experimentais os participantes seguiram o protocolo padronizado. Ao chegarem ao local da coleta, na pista de atletismo da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), permaneciam sentados por 5 minutos e respondiam à Escala de Qualidade Total de Recuperação, onde os participantes deveriam pontuar no mínimo 15 para prosseguir com a familiarização. Esse procedimento visou controlar o estado de recuperação dos participantes já que alguns vinham andando reduzindo a influência da fadiga residual sobre o desempenho nos testes.

Em todas as sessões, os indivíduos realizaram uma atividade preparatória, consistindo em 3 minutos de trote indo e vindo no sentido da largura da quadra de futsal oficial (22 m), após 40 segundos de intervalo realizaram 10 agachamentos sem sobrecarga, e após 30 segundos de descanso, 5 sequências de saltos sobre duas barreiras, de 20 e 30 cm, consecutivamente, totalizando 10 saltos cada participante. Todos os saltos foram realizados com o auxílio do balanço dos braços para simular a execução real do movimento esportivo e os treinos habituais dos participantes. A sessão teve início a partir de uma posição ereta, com os joelhos estendidos; o participante realizou um movimento de contramovimento com balanço dos braços para atingir a altura selecionada antes do salto inicial, conforme ilustrado na Figura 2. Essa

figura representa de forma inequívoca a primeira fase da familiarização descrita anteriormente.

Após o aquecimento padronizado, os participantes foram familiarizados com a primeira barreira e segunda (conforme teste de AOB). Inicialmente a primeira barreira era fixa em 20cm de altura, onde eram executavam 8 saltos consecutivos com intervalo de 15 segundos entre cada salto, permitindo a manutenção da qualidade técnica e minimizando o acúmulo de fadiga, posteriormente tinham um intervalo de 5 minutos, e então realizavam mais 8 saltos com as mesmas características, totalizando 16 saltos sobre a barreira, conforme adaptação do protocolo de Claudino *et al.*, (2012; 2013), o mesmo protocolo foi repetido utilizando duas barreiras. Nessa etapa, a primeira barreira foi mantida com altura de 20 cm e a segunda ajustada para 30 cm, respeitando uma progressão gradual da complexidade da tarefa e aumentando em 10cm a altura da barreira. Assim como na condição anterior, os participantes realizaram inicialmente 8 saltos, com intervalo de 15 segundos entre cada execução, seguidos de um intervalo de 5 minutos, e posteriormente repetiram os mesmos 8 saltos, totalizando 16 saltos com duas barreiras. Esse procedimento teve como objetivo assegurar que os participantes estivessem prontos para a determinação da AOB. Após essa primeira fase de familiarização, houve um intervalo de 5 minutos e, a seguir, os participantes foram instruídos a saltos e ressaltos contínuos sobre as quatro barreiras, sendo duas séries de 20 saltos com intervalo de 5 minutos entre as séries; essa configuração visou familiarizar os participantes para o ST. A segunda sessão de familiarização foi realizada com um intervalo mínimo de 48 horas e máximo de 72 horas e consistindo na replicação dos procedimentos da primeira sessão.

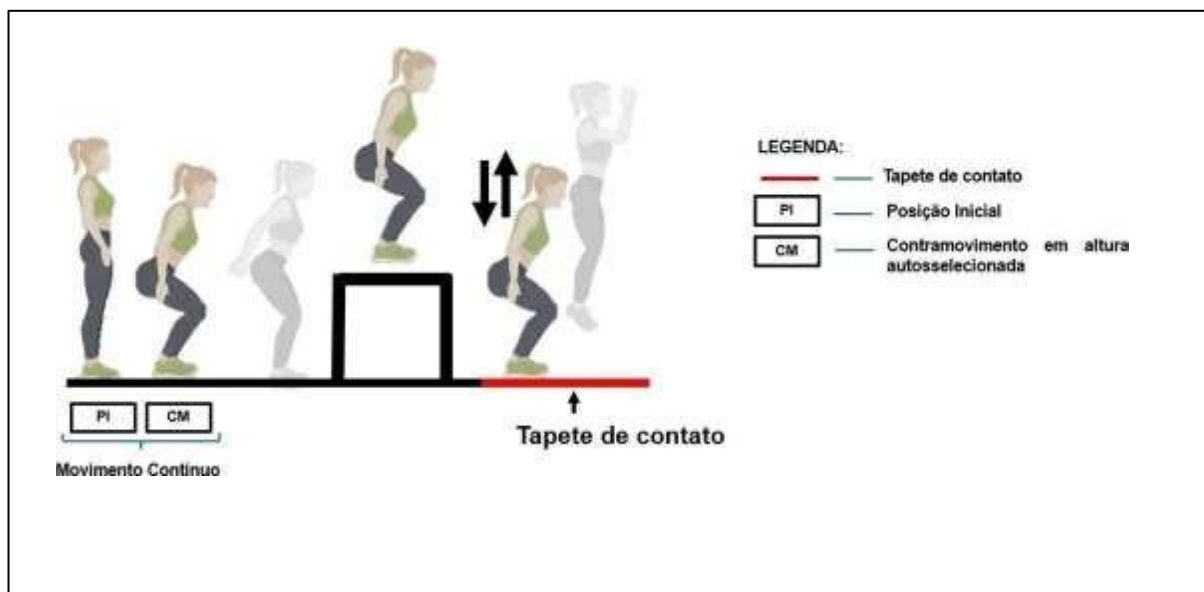


Figura 3 - Saltos sobre barreira e posicionamento do tapete de contato.

Fonte: Adaptado de Rufino *et al.*, (2019).

A figura 3, correspondeu a segunda fase da familiarização, com o salto inicial e os ressaltos sobre as demais barreiras. Após o salto inicial, os participantes deverão realizar ressaltos subsequentes de forma contínua, transpondo as demais barreiras com um TC limite 250 ms (Schmidtbleicher, 2005), conforme o protocolo previamente estabelecido.

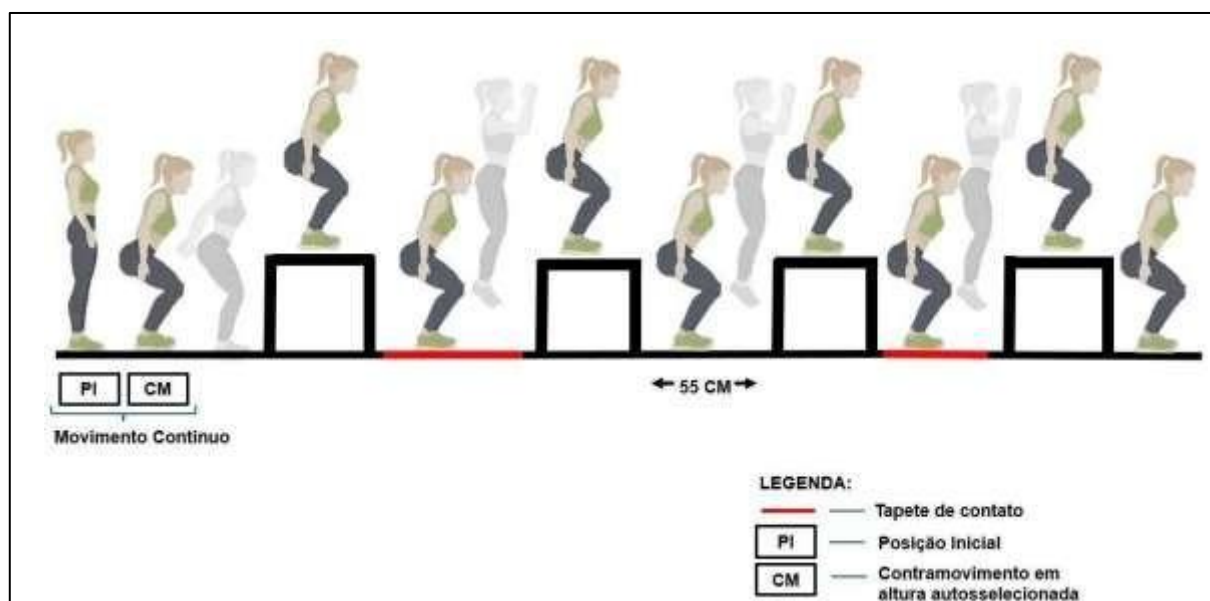


Figura 4 - Sequência de Saltos sobre as barreiras e posicionamento dos tapetes de contato para familiarização e ST.

Fonte: Adaptado de Rufino *et al.*, (2019).

Para as sessões de familiarização, foram utilizadas barreiras com alturas de 30 cm. Os tapetes de contato foram posicionados após as barreiras 1 e 3 (ver Figura

3), e as barreiras foram espaçadas a uma distância de 65 cm entre si, conforme adaptação de protocolos já utilizados anteriormente (Luna *et al.*, 2020; Soares, 2016). O tapete de contato foi posicionado a uma distância de 6 cm após a barreira transposta, permitindo a mensuração precisa do tempo de contato e da altura do ressalto imediatamente após a aterrissagem. Nos testes com duas barreiras, estas foram posicionadas com distância de 65 cm entre si, sendo o tapete de contato mantido a 6 cm após a segunda barreira, configuração adotada para preservar a dinâmica do ciclo de alongamento e encurtamento durante os ressaltos consecutivos. Adicionalmente, foi utilizada uma fotocélula posicionada a 5 cm acima da altura da barreira, com a finalidade de verificar se a transposição era realizada acima da altura estabelecida. Esse controle teve como objetivo assegurar a validade técnica da execução e evitar que estratégias compensatórias, como a passagem excessivamente próxima à barreira, interferissem nos resultados do teste.

As duas sessões de familiarização ocorreram em dias diferentes, com um intervalo mínimo de 48 horas entre as sessões e máximo de 72 horas. Durante as etapas de familiarização e nos dias de teste, os participantes receberam orientações detalhadas *sobre a técnica correta de execução dos saltos. Os participantes receberam também feedback* verbal em relação à realização da técnica e do desempenho relacionado ao tempo de contato durante a execução.

Os participantes foram considerados familiarizados quando executaram os saltos sobre as barreiras com a técnica adequada e com um tempo de contato igual ou inferior a 250 ms.

3.4.2. Determinação das alturas ótimas de barreiras

Para a determinação das Alturas ótimas de barreiras (AOBs), foi utilizado o protocolo descrito por Soares (2016), o qual é dividido em duas fases principais: a primeira fase envolveu a definição da AOB para a primeira barreira (AOB₁), uma vez que ela partiu de um salto com contramovimento. Em seguida, a segunda fase determinou a AOB da barreira 2 (AOB₂), que foi realizada a partir de um salto inicial seguido de um ressalto subsequente, a altura da segunda barreira foi replicada para a barreira 3 e 4 no ST, devido à característica do ressalto.

No terceiro dia do procedimento experimental, para determinar a altura da primeira barreira, foi inicialmente utilizada uma barreira de 30cm, conforme utilizado

na familiarização. Cada participante saltou sobre a barreira 1 e, em seguida, realizou um ressalto vertical em um tapete de contato posicionado 6 cm após a barreira, pousando novamente sobre o tapete para que a altura do ressalto pudesse ser registrada. A distância do participante no ponto inicial até a primeira barreira foi autosselecionada, permitindo que cada um se sentisse confortável em ajustar o salto.

Figura 4.

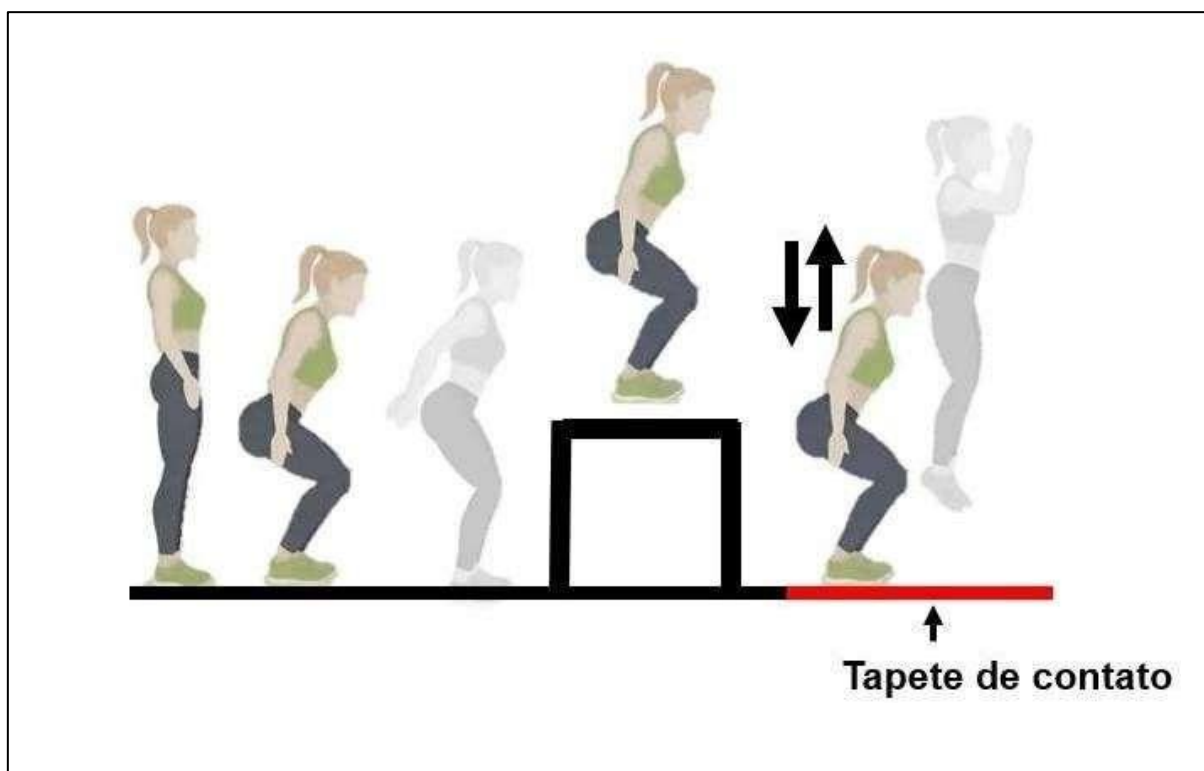


Figura 5 - Determinação da 1ª Barreira.
Fonte: Adaptado de Rufino *et al.*, (2019).

Dessa forma, o participante teve direito a três tentativas em cada altura de barreira, respeitando um intervalo de 15 segundos entre as tentativas e 1 minuto entre cada altura executada (conjunto de três barreiras) para garantir a manutenção da qualidade técnica e minimizar o acúmulo de fadiga. Essa altura de barreira foi gradualmente aumentada em incrementos de 10 cm (até o limite de 100 cm) com o intuito de determinar a AOB, utilizando como referência o maior Índice de força reativa (IFR). O IFR foi obtido pela razão entre a altura do ressalto (AR) e o tempo de contato (TC), conforme proposto por Flanagan e Comyns (2008). A tentativa era considerada inválida, se o participante não conseguisse manter o tempo de contato igual ou abaixo de 250 ms e/ou derrubar a barreira. Foi considerada como AOB, àquela que estivesse relacionada ao maior IFR. Os participantes continuaram suas tentativas até

conseguirem pelo menos um salto em cada altura de barreira com o TC igual ou inferior a 250 ms. Caso não conseguissem realizar um único salto com tempo igual ou inferior a 250 ms em determinada transposição de barreira, o teste era interrompido

Após a determinação da AOB relacionada a barreira 1, foi estipulado um intervalo mínimo de 5 minutos para prevenir que a fadiga não comprometesse a precisão dos resultados e a atividade anterior não seja condicionante da seguinte. Com a AOB da primeira barreira previamente definida, ela foi posicionada respeitando um espaçamento de 55 cm entre ela e a segunda barreira, a segunda barreira teve sua altura ajustada inicialmente para um valor 10 cm inferior à da primeira. Os participantes então executaram saltos contínuos sobre ambas as barreiras, realizando um ressalto vertical no tapete de contato após a transposição da segunda barreira. Conforme a Figura 5.

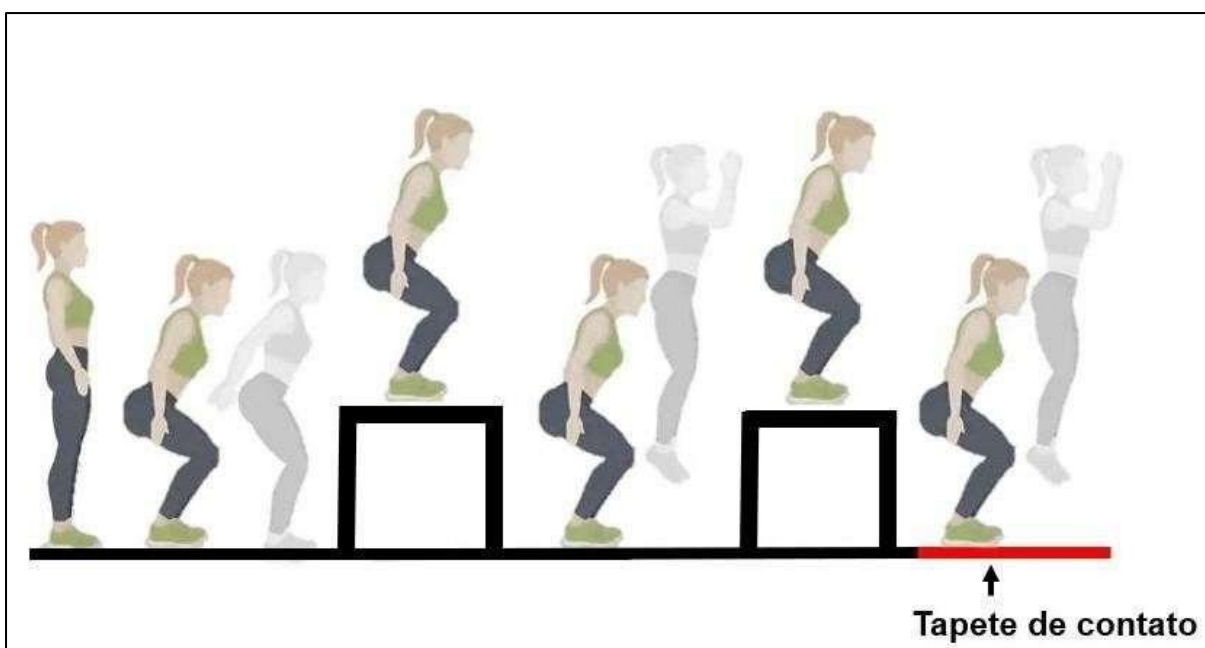


Figura 6 - Determinação da 2ª Barreira.
Fonte: Adaptado de Rufino *et al.*, (2019).

O mesmo procedimento de aumento progressivo da barreira foi implementado até que os participantes não conseguissem realizar os ressaltos dentro do tempo de contato estipulado e/ou derrubassem as barreiras, também em três tentativas consecutivas, respeitando o intervalo de 15 segundos entre as tentativas e 1 minuto entre cada altura executada. Isso permitiu a determinação da altura da segunda barreira com base no maior score de IFR. Contudo, não foi necessário definir as alturas das barreiras 3 e 4, pois, devido às características semelhantes do ressalto, mantendo-

se a altura da segunda barreira para essas duas barreiras. Essa abordagem foi adotada para evitar que os participantes realizem um número excessivo de saltos. A determinação da AOB ocorreu após um intervalo mínimo de 72 horas desde a última sessão, no quarto dia foi executada a mesma sequência de determinação da AOB do dia três, para minimizar o erro padrão.

3.4.3. Determinação do número de saltos numa sessão

No quinto dia, para a sessão de teste com barreiras individualizadas - ST, as alturas foram ajustadas de acordo com as medidas estabelecidas na sessão de determinação da AOB e foram dispostas conforme ilustrado nas Figuras 4 e 5. O teste consistiu na execução de duas séries de saltos sobre as barreiras, conforme utilizado nos dois primeiros dias de familiarização (figura 3) sem que houvesse um limite previamente estipulado para a quantidade de saltos em cada série, entretanto, o tempo de contato não deveria ultrapassar 250 ms, assim a quantidade de saltos por série foi limitada pela execução de três saltos consecutivos acima de 250 ms ou 5 (cinco) saltos alternados, ou que as barreiras fossem derrubadas três vezes ao longo do teste. Além disso, o participante poderia sinalizar estado de fadiga mesmo sem apontar os dois parâmetros citados. Assim como na sessão de familiarização, sempre que os participantes superavam a última barreira, retornavam à barreira 1 e reiniciavam a sequência de saltos conforme estudos anteriores (Pontual, 2022; Pontual; Diniz; Soares, 2024; Rufino *et al.*, 2019).

3.5 Análise Estatística

Os dados coletados foram inicialmente tabulados e organizados no Microsoft Excel, com o objetivo de realizar a verificação e conferência das informações. Posteriormente, as análises estatísticas foram conduzidas por meio do software IBM SPSS Statistics 20.

Foram realizadas análises descritivas para a caracterização da amostra, expressas em média e desvio padrão (média $\pm$ DP). A confiabilidade relativa entre as medidas foi avaliada por meio do Coeficiente de Correlação Intraclass (Intraclass Correlation Coefficient – CCI_{3,1}), adotando-se um modelo de efeitos mistos bidirecional (two-way mixed). Este teste foi aplicado às variáveis de desempenho no teste-reteste

entre o Dia 3 e o Dia 4 (AOB, ARB, TC e IFR), bem como para verificar a consistência do tempo de contato (intrasérie e intersérie) e do volume de saltos (intersérie) na Sessão de Treinamento, os valores de CCI foram interpretados segundo critérios utilizados na literatura (Koo; Li, 2016), que classificam a confiabilidade como: pobre ($< 0,50$); moderada ($0,50-0,75$); boa ($0,75-0,90$); e excelente ($> 0,90$). Para a confiabilidade absoluta (teste-reteste, dias 3 e 4), utilizou-se o erro padrão de medida (EPM %), para todas as variáveis (AOB, ARB, TC, IFR) e para o TC e volume de saltos na sessão de treinamento, sendo calculado a partir do desvio padrão do dia 3 e do coeficiente de correlação intraclasse obtido entre o dia 3 e o dia 4, o parâmetro utilizado foi $\leq 10\%$. Posteriormente, os valores foram expressos em porcentagem em relação à média do dia 3, permitindo uma interpretação relativa do erro de medida. Adicionalmente, o coeficiente de variação (CV%) foi utilizado como medida complementar de variabilidade, sendo a variação percentual do delta do coeficiente de variação, calculada entre os valores obtidos no dia 3 e no dia 4, para as variáveis (AOB, ARB, TC, IFR), como também na sessão de treinamento, valores intrasérie (início da série 1 vs final da série 1; início da série 2 vs final da série 2) e intersérie (série 1 vs série 2), o parâmetro utilizado foi $\leq 10\%$, conforme outros estudos que eram compostos de ressalto (ex.: Byrne *et al.*, 2010). O volume de saltos foi determinado pela frequência de ocorrência nas duas séries da sessão de treinamento. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$) como referência para indicar diferenças estatisticamente significativas.

4. RESULTADOS

As características descritivas da amostra foram apresentadas na Tabela 1. Esses dados iniciais forneceram uma visão geral sobre idade, massa corporal, estatura e percentual de gordura dos participantes.

Tabela 1. Características Descritivas dos Participantes.

Variáveis	Média	Desvio Padrão
Idade (anos)	24,09	3,04
Estatura (cm)	178,00	7,53
Massa Corporal (kg)	78,82	16,61
% de Gordura	13,82	7,38

As Tabelas 2 e 3 apresentam os valores respectivos a Altura ótima de barreira

1 (AOB₁) e Altura ótima de Barreira 2 (AOB₂) nos dias 3 e 4 de coleta. Esses valores foram obtidos mediante o maior valor de IFR correspondente à barreira. Caso o maior IFR fosse obtido após a transposição de uma barreira de 30 cm, a barreira de 30 cm era considerada a AOB e, assim, por diante.

Tabela 2. Valores encontrados para determinação da AOB₁ e AOB₂ (dia 3).

Sujeito	Definição da barreira 1				Definição da barreira 2			
	AOB ₁ cm	ARB ₁ cm	TCB ₁ ms	IFRB ₁	AOB ₂ cm	ARB ₂ cm	TCB ₂ ms	IFRB ₂
1	70	59,2	156	3,80	90	56,5	168	3,36
2	80	58,5	146	4,01	70	51,6	152	3,40
3	30	46,8	166	2,82	40	47,6	179	2,66
4	100	39,7	214	1,85	90	40	212	1,89
5	40	51	156	3,27	30	49	146	3,35
6	50	42,4	143	2,96	60	45,3	199	2,28
7	60	36,1	167	2,16	60	32,4	167	1,94
8	40	31,6	189	1,67	50	39,1	221	1,77
9	70	40,4	123	3,28	60	39,8	139	2,87
10	30	36,9	145	2,55	50	36,1	156	2,32
11	60	40,4	171	2,38	50	38,3	191	2,01
Média	57,27	43,8	161,45	2,77	59,09	43,21	175,45	2,51
± DP	± 21,95	± 8,87	± 24,59	± 0,77	± 18,68	± 7,31	± 27,33	± 0,65

AOB₁ - Altura Ótima da Barreira 1; ARB₁ - Altura do Ressalto da Barreira 1; TCB₁ - Tempo de Contato para Barreira 1; IFRB₁ - Índice de Força Reativa para Barreira 1; AOB₂ - Altura Ótima de Barreira 2; ARB₂ - Alturade Ressalto da Barreira 2; TCB₂ - Tempo de Contato para Barreira 2; IFRB₂ - Índice de Força Reativa para Barreira 2; DP- Desvio Padrão; cm – centrimetros; ms – milissegundos.

Tabela 3. Valores encontrados para determinação das AOB₁ e AOB₂ (cm (dia 4).

Sujeito	Definição da barreira 1				Definição da barreira 2			
	AOB ₁ cm	ARB ₁ cm	TCB ₁ ms	IFRB ₁	AOB ₂ cm	ARB ₂ cm	TCB ₂ ms	IFRB ₂
1	100	47,3	157	3,01	80	53,9	179	3,01
2	40	45,8	129	3,55	50	45,9	131	3,50
3	30	53,9	197	2,74	20	49,6	175	2,83
4	100	32,3	200	1,61	100	23,6	199	1,19
5	50	50,1	135	3,71	40	54,2	172	3,15
6	50	47,9	184	2,60	60	42,4	169	2,51
7	70	37,8	184	2,05	70	33,3	165	2,02
8	30	35,3	191	1,85	40	41,5	225	1,85
9	40	34,7	125	2,78	50	34,8	101	3,45
10	40	35,6	151	2,36	30	31,5	148	2,13
11	50	43	164	2,64	40	40,8	154	2,65
Média	54,55	42,19	165,18	2,66	52,73	41,2	165,27	2,56
±DP	± 25,04	± 7,28	± 27,75	± 0,67	± 23,27	± 9,54	± 32,83	± 0,68

AOB₁ - Altura Ótima da Barreira 1; ARB₁ - Altura do Ressalto da Barreira 1; TCB₁ - Tempo de Contato para Barreira 1; IFRB₁ - Índice de Força Reativa para Barreira 1; AOB₂ - Altura Ótima de Barreira 2; ARB₂ - Alturade Ressalto da Barreira 2; TCB₂ - Tempo de Contato para Barreira 2; IFRB₂ - Índice de Força Reativa para Barreira 2; DP- Desvio Padrão; cm – centrimetros; ms – milissegundos.

Na Tabela 4, pode-se observar os resultados dos coeficientes de correlação intraclasse (CCI), do EPM (%), do coeficiente de variação CV% referentes às variáveis AOB, ARB, TC e IFR entre o Dia 3 e o Dia 4 de coleta.

Tabela 4. Confiabilidade e variabilidade das medidas entre os dias 3 e 4: CCI, EPM (%), CV%

Variáveis CCI (Dia 3 vs. Dia 4)	CCI_{3,1}	EPM %	CV%
AOB_{1 cm} vs AOB (1)_{cm}	0,67	21,95	7,58
ARB_{1 cm} vs ARB (1)_{cm}	0,66	11,65	3
TCB_{1 ms} vs TCB (1)_{ms}	0,73	7,84	1,56
IFRB₁ vs IFRB(1)	0,70	14,95	2,61
AOB_{2 cm} vs AOB (2)_{cm}	0,81	13,7	12,52
ARB_{2 cm} vs ARB (2)_{cm}	0,75	8,39	6,24
TCB_{2 ms} vs TCB (2)_{ms}	0,74	7,8	4,02
IFRB₂ vs IFRB(2)	0,81	11,13	1,29

AOB₁ – altura Ótima da Barreira 1; ARB₁ - Altura do Ressalto da Barreira 1; TCB₁ - Tempo de Contato para Barreira 1; IFRB₁ - Índice de Força Reativa para Barreira 1; AOB₂ - Altura Ótima de Barreira 2; ARB₂ - Alturade Ressalto da Barreira 2; TCB₂ - Tempo de Contato para Barreira 2; IFRB₂ - Índice de Força Reativa para Barreira 2; Coeficiente de Correlação Intraclasse - CCI (3,1); EPM% - Erro padrão de medida %; CV%- Variação percentual do Coeficiente de Variação entre o momento (Dia 3) e o momento (Dia 4); cm – centrimetros; ms – milissegundos.

Após o cálculo da AOB₁ e AOB₂, conforme descrito nos métodos, o valor da AOB₂ foi repetido para uma terceira e quarta barreira, com o objetivo de realizar a Sessão de Treinamento, que consistiu em duas séries. Os resultados, apresentados na Tabela 5, demonstram o total de contatos realizados individualmente por cada participante.

Tabela 5. Número de contatos (saltos), por série e total.

Sujeito	Contatos Série 1	Contatos Série 2	Total de contatos
1	14	16	30
2	37	29	66
3	30	32	62
4	5	4	9
5	25	75	100
6	46	34	80
7	32	33	65
8	44	49	93
9	69	48	117
10	49	42	91
11	71	41	112
Média	38,36	36,63	75
±DP	± 20,5	± 18,42	± 33,31

DP- Desvio Padrão.

O desempenho médio total no teste foi de $75 \pm 33,31$ contatos. Ao analisar as séries separadamente, verificou-se que o número de contatos na Série 1 e na Série 2 foram muito similares, indicando que, em média, os sujeitos mantiveram o número de contatos entre as séries. De modo complementar, observou-se que na primeira série, sete participantes interromperam a execução por terem derrubado a barreira 3 vezes e quatro por fadiga, enquanto, na segunda série, seis interromperam por ter derrubado a barreira 3 vezes e cinco por fadiga, evidenciando distribuição semelhante dos motivos de interrupção entre as séries.

Para a análise do comportamento do tempo de contato (TC) ao longo do Sessão de Treinamento, os valores de TC de cada série foram organizados em ordem cronológica e divididos em duas metades (inicial e final), ex. se o indivíduo atingisse 40 saltos numa série, os primeiros 20 saltos eram comparados com os outro 20, em termos de valores do tempo de contato. Para cada participante, foram calculadas a média e o desvio padrão (DP) dos TCs em cada metade, separadamente para a Série 1 e a Série 2. A comparação entre os momentos inicial e final, realizada por meio de ANOVA para medidas repetidas, não indicou diferenças estatisticamente significativas no tempo de contato (Tabela 6; $F = 0,95$; $p = 0,46$).

Tabela 6. Tempo de contato (s) para os saltos iniciais e finais das séries 1 e 2 do Teste de Salto com Barreiras.

Sujeito	Início da série 1	Final da série 1	Início da série 2	Final da série 2
1	$192 \pm 8,67$	$183 \pm 3,96$	$185 \pm 10,9$	$185 \pm 11,7$
2	$183,5 \pm 23$	186 ± 24	177 ± 23	186 ± 28
3	$189 \pm 15,79$	$174 \pm 11,66$	$181 \pm 28,26$	$188 \pm 17,04$
4	$232 \pm 8,48$	$240,5 \pm 7,7$	$249,5 \pm 0,7$	$241 \pm 5,65$
5	193 ± 25	$186 \pm 11,27$	$189 \pm 18,14$	$182 \pm 16,54$
6	$188 \pm 19,38$	$186 \pm 19,2$	$192 \pm 18,64$	$199,5 \pm 14,25$
7	$209 \pm 15,36$	$215 \pm 16,76$	$213 \pm 20,51$	$202 \pm 12,60$
8	$188,5 \pm 22,19$	$191 \pm 33,28$	$201 \pm 19,47$	$196 \pm 17,68$
9	$158 \pm 20,34$	$138 \pm 13,25$	$145,5 \pm 11,79$	$152 \pm 15,88$
10	$169 \pm 16,47$	$185,5 \pm 16,29$	$176 \pm 13,76$	$190 \pm 9,16$
11	$181 \pm 17,52$	$176 \pm 17,34$	$190 \pm 13,34$	$180 \pm 20,62$
Média	189,36	187,36	190,91	191,09
$\pm$DP	$\pm 19,29$	$\pm 25,13$	$\pm 25,79$	$\pm 21,26$

DP- Desvio Padrão; Início e final da série correspondem, respectivamente, à primeira e à segunda metade do total de saltos realizados em cada série.

A confiabilidade do TC entre os momentos inicial e final das séries 1 e 2, bem como série 1 vs série 2, foram avaliadas por meio do CCI, apresentando valores elevados (0,94; 0,96; 0,92) e baixos EPMS, indicando excelente nível de confiabilidade

relativa das medidas, exceto quando avaliados o número de contatos da série 1 vs série 2, ver Tabela 7.

Tabela 7. Confiabilidade intrasérie e intersérie do tempo de contato (TC), expressa por CCI, EPM e VC, entre os momentos inicial e final das Séries 1 e 2 do Sessão de Treinamento (ST).

Variáveis	Média	DP	CCI (3,1)	EPM	EPM (%)	CV%
Início série 1 vs final série 1	189,36	19,29	0,94	4,6	2,43	10,18
Início série 2 vs final série 2	187,36	25,13	0,96	4,63	2,47	13,41
TC Série 1 vs Série 2	184,91	24,07	0,92	6,41	3,46	13,01
Contatos totais série 1 vs contatos totais série 2	38,36	6,18	0,65	3,65	9,51	1,01

DP- Desvio Padrão; Início e final da série correspondem, respectivamente, à primeira e à segunda metade do total de saltos realizados em cada série; Coeficiente de Correlação Intraclassa - CCI (3,1); EPM - Erro Padrão de Medida; EPM% - Erro Padrão de Medida %; CV% - Coeficiente de Variação; TC – Tempo de contato.

Na Tabela 8, são apresentados de forma complementar os valores de média, desvio padrão, mínimo e máximo das variáveis AOB, ARB, TC e IFR referentes aos Dias 3 e 4 de coleta, bem como o volume de contatos das Séries 1 e 2 e o volume total registrados no Dia 5.

Tabela 8. Estatística descritiva das variáveis de desempenho e da volume de contatos nos Dias 3, 4 e 5.

Variável	Média	DP	Mínimo	Máximo
(Dia3)				
AOB _{1 cm}	57,27	21,95	30	100
ARB _{1 cm}	43,8	8,87	32	59
TCB _{1 ms}	161,45	24,59	123	214
IFRB _{1 ms}	2,77	0,77	1,67	4,01
AOB _{2 cm}	59,09	18,68	30	90
ARB _{2 cm}	43,21	7,31	32,4	56
TCB _{2 ms}	175,45	27,33	139	221
IFRB ₂	2,51	0,65	1,77	3,4
(Dia4)				
AOB _{1 cm}	54,55	25,04	30	100
ARB _{1 cm}	42,19	7,28	32,3	54
TCB _{1 ms}	165,18	27,75	125	200
IFRB _{1 ms}	2,66	0,67	1,61	3,71
AOB _{2 cm}	52,73	23,27	20	100
ARB _{2 cm}	41,20	9,54	24	54
TCB _{2 ms}	165,27	32,83	101	225
AOB _{1 cm}	2,56	0,68	1,19	3,5
(Dia5)				
Volume Série 1 (contatos)	39,36	20,50	5	71
Volume Série 2 (contatos)	36,64	18,41	4	75
Volume Total (contatos)	75	33,30	9	117

AOB₁ – altura Ótima da Barreira 1; ARB₁ - Altura do Ressalto da Barreira 1; TCB₁ - Tempo de Contato para Barreira 1; IFRB₁ - Índice de Força Reativa para Barreira 1; AOB₂ - Altura Ótima de Barreira 2; ARB₂ - Alturade Ressalto da Barreira 2; TCB₂ - Tempo de Contato para Barreira 2; IFRB₂ - Índice de Força Reativa para Barreira 2; DP- Desvio Padrão; cm – centrimetros; ms – milissegundos.

5. DISCUSSÃO

5.1. Individualização no Treinamento Pliométrico

O presente estudo teve como objetivo geral individualizar uma sessão de treinamento pliométrico (TP) por meio da altura das barreiras e do volume de treinamento. Especificamente, buscou-se determinar a Altura Ótima da Barreiras (AOB₁ e AOB₂), a partir do maior Índice de Força Reativa (IFR) obtido; analisar a confiabilidade teste–reteste do protocolo de determinação da AOB e estimar o volume individual de saltos com base na manutenção do tempo de contato ≤ 250 ms, na sensação subjetiva de fadiga e na preservação da transposição das barreiras. Partiu-se da hipótese de que a aplicação de um protocolo específico de individualização resultaria em diferenças expressivas entre os participantes quanto às alturas ótimas das barreiras e ao volume total de saltos numa sessão de treinamento, em função das particularidades biomecânicas, neuromusculares e técnicas individuais e que o teste proposto teria alta confiabilidade.

Os resultados confirmaram parcialmente a questão da alta confiabilidade em todas as variáveis mensuradas, principalmente em relação a AOB₁ e demonstrou de forma indubidosa a variabilidade individual nas alturas de barreira e no número de saltos na sessão de treinamento, evidenciando ampla variabilidade interindividual tanto nas AOBs quanto no volume de contatos, além de adequada confiabilidade das principais variáveis analisadas, especialmente do IFR, sustentando a viabilidade do protocolo proposto para a individualização do TP. O presente estudo parte do pressuposto de que é de suma importância o controle rigoroso das variáveis de treinamento para otimizar o Ciclo de Alongamento e Encurtamento (CAE).

5.2. Determinação da altura de barreiras

Alguns estudos, a exemplo de Cappa; Behm (2011); Kibelle *et al.*, (2014) e Hammami *et al.*, (2022) utilizaram o salto vertical com contramovimento (CMJ) para

estimarem a altura ótima de barreiras. Cappa e Behm (2011) definiram a altura das barreiras, a partir da altura máxima do CMJ, considerada como 100%, e testaram progressivamente 120, 140 e 160% da referência utilizada. Com base nos resultados, os autores recomendaram o uso de alturas entre 100 e 140% do CMJ para saltos bilaterais sobre barreiras em programas de treinamento pliométrico, enquanto alturas menores de barreiras (70–90% do CMJ) seriam mais adequadas para saltos unilaterais, a fim de manter tempos de contato semelhantes aos observados em ações esportivas específicas. Por sua vez, Kibelle *et al.*, (2014) ao utilizar o CMJ como parâmetro para a determinação da alturas de barreiras, fizeram uso de barras de plástico na altura dos joelhos dos participantes para a realização do CMJ. Os autores detalham que utilizaram 150% da altura do CMJ para determinar a altura das barreiras nas primeiras semanas de treinamento e, posteriormente, aumentaram cinco centímetros, a partir da quinta semana. Ocorre que, em ambos os estudos foi utilizado um tipo de salto que inicia e finaliza de forma vertical, o salto sobre barreiras têm inicialmente um componente horizontal que pode acarreta diferenças na avaliação, outra crítica, é que não fica claro o porquê de valores próximos a 150% da altura do CMJ, sendo ainda um valor de referência fixo para todos os participantes, além do valor de cinco centímetros que também foi arbitrariamente aumentado nas sessões de forma igualitária para todas os participantes. Outra crítica ao estudo de Kibelle *et al.*, (2014) é a uniformidade da altura das barreiras, ocorre que a primeira barreira é realizada a partir de um salto e as demais utilizando ressalto. Nessa perspectiva, o presente estudo procurou individualizar as barreiras, considerando as características dos diferentes movimentos, em que a realização do ressalto provém de uma aceleração anterior e uma aterrissagem.

Hammami *et al.*, (2022) aplicaram os protocolos de salto em ordem aleatória após um aquecimento padronizado, como parte da rotina de treinamento de voleibol. Foram utilizados dois protocolos distintos: intensidade submáxima, com barreiras de 20 cm, e um protocolo de intensidade máxima, com barreiras de 30 cm, ambos protocolos de altura fixa. Entretanto, o estudo não descreve claramente critérios para a definição dessas alturas, nem a utilização de testes prévios ou individualização com base na capacidade dos atletas, o que limita a reprodutibilidade do protocolo e a garantia de exigência mecânica dos participantes. Esses autores citam o termo máximo e submáximo, mas geram dúvidas porque só relacionam duas medidas e é como se todos os participantes atingissem o máximo e o submáximo nas mesmas

alturas. E o protocolo que o mesmo cita como base (Lees, 2014), também utilizou o CMJ.

É importante exaltar a tentativa desses autores na individualização das alturas de barreiras. No entanto, os valores fixos utilizados como parâmetros, enfraquece o processo de individualização do treinamento.

Na perspectiva de comparação de diferentes métodos de determinação de alturas ótimas de obstáculos, Luna *et al.*, (2020), utilizaram uma barreira e um caixote em alturas graduais de 10 em 10 centímetros, com os parâmetros altura máxima de ressalto e altura ótima com base no maior valor de IFR. Nos achados desse estudo, fica evidente que, a altura do caixote não pode ser utilizada como base para determinar a altura da barreira, pois demonstra-se algumas particularidades distintas no desempenho. Esse estudo foi exclusivamente para tais determinações, não havendo sessões de treinamento. No presente estudo foi utilizado inicialmente duas barreiras para determinação da altura ótima (AOB_1 e AOB_2) e quatro na sessão de treinamento, ficando assim, mais próximo da realidade da prática esportiva.

Com relação à determinação da altura de caixotes, são clássicos os estudos de Asmussen e Bode-Petersen (1974), e, a partir desse estudo, foi desenvolvida pesquisa de Komi e Bosco (1978). Esses estudos serviram de base para a proposta de Soares (2016) e Luna *et al.*, (2020), como também para o presente estudo.

O estudo de Rufino *et al.*, (2019), bem como o de Pontual (2019) utilizaram como base a proposta de Soares (2016), para a determinação das alturas de barreira, utilizando o maior valor de IFR como parâmetro. No entanto, o presente estudo além de utilizar a confiabilidade teste-reteste para conferir maior rigor na determinação das alturas de barreiras e demais variáveis, assim como Soares havia realizado (2016). O presente estudo utilizou as barreiras para determinar o volume de treinamento de uma sessão. Rufino *et al.*, (2019) e Pontual (2019), já haviam determinado esse volume, mas sem tanto rigor metodológico, pois além não realizaram teste-reteste para a altura das barreiras, e também não realizaram a confiabilidade intrasérie e intersérie na sessão de treinamento.

5.3. Confiabilidade teste-reteste das variáveis (dia 03 e 04)

Conforme um dos objetivos específicos do presente estudo, um ponto decisivo

a ser discutido é o nível de confiabilidade relativa e absoluta das variáveis, principalmente pela natureza desta pesquisa. A análise da confiabilidade teste-reteste revelou valores de CCI variando de moderados a bons (Koo; Li, 2016), quando considerados os dias 3 e 4 de avaliação. O CCI de 0,67 encontrado para a AOB₁ é classificado como moderado, essa confiabilidade moderada é inferior à observada por Soares (2016) em estudo semelhante, tanto para os atletas como também para os estudantes fisicamente ativos. Esse *score* encontrado (0,67) da AOB₁ divergiu do nível de confiabilidade relativa da AOB₂, onde o valor foi de 0,81, encontrando-se numa classificação boa. Talvez a natureza do ressalto, diferente do salto pode ter influenciado esses valores, pelo fato dos participantes já estarem em aceleração anterior, mesmo com o fato de, logo após a transposição da barreira, terem que manter a verticalidade. Soares (2016) encontrou valores excelentes de confiabilidade relativa para estudantes fisicamente ativos em ambas barreiras, divergindo do presente estudo fortemente em relação ao nível de confiabilidade da AOB₁. O fato dos participantes da presente pesquisa terem experiência em modalidades coletivas que incluem salto e ressaltos em seus fundamentos, gerou a expectativa de valores mais altos de confiabilidade, inclusive para a estabilidade da altura da primeira barreira, fato que só foi confirmado para a barreira 2 (AOB₂). A especificidade da tarefa não executada cotidianamente pelos participantes pode ter influenciado os resultados.

Complementando a análise do parágrafo anterior, em relação à confiabilidade absoluta (EPM%), o valor encontrado para a AOB₁ (21,95%) confirma uma certa dificuldade dos participantes, até então avaliados, em estabilizar a altura da barreira.

Curiosamente, mesmo sendo estudantes fisicamente ativos, Soares (2016) encontrou valor de 6,2% para AOB₁. Essa discrepância entre os estudos suscita a curiosidade em manter essa linha de pesquisa e, especificamente, no presente estudo aumentar o *n* amostral e verificar o que de fato ocorre no comportamento dessa amostra em relação às variáveis concernentes à primeira barreira (AOB₁). A segunda barreira (AOB₂) revelou valores aproximados de confiabilidade absoluta ao estudo de Soares (2016) que obteve 9,12, sendo 13,7% no presente estudo.

As variáveis do tempo de contato (TC) das barreiras 1 e 2, expressas em TCB₁ e TCB₂ (tabela 4), demonstraram ser estáveis, com valores pequenos de erro absoluto (EPM de 7,84% e 7,8%, respectivamente). Vale salientar, porém, que o estudo de Soares (2016) utilizou 200 milissegundos como valor limite para o tempo de contato e o presente estudo utilizou 250 ms, o que poderia ter favorecido aquele estudo em

relação à confiabilidade das medidas, mas se forem observadas as tabelas 2 e 3, os participantes do presente estudo, em geral, raramente ultrapassaram 200ms, o que demonstra bom desempenho se for considerada a reatividade ligada ao CAE curto/rápido.

Os resultados revelados na Tabela 4 mostram que o TC não apenas foi a variável de maior reprodutibilidade, como também apresentou baixa variabilidade entre os dias 3 e 4 (CV%: 1,56 e 4,02, TCB₁ e TCB₂, respectivamente). Isso demonstra que a amostra, mesmo sendo composta por estudantes e não atletas de elite, possui um tempo de contato tanto para o salto como para o ressalto muito consistente, independentemente da oscilação na altura atingida ou na barreira utilizada.

No que concerne à Altura de Ressalto (ARB), os resultados de confiabilidade relativa seguiram a tendência observada nas barreiras, com a ARB₁ apresentando um índice moderado (0,66) e a ARB₂ alcançando uma classificação boa (0,75) (Tabela 4). É interessante notar que, apesar do CCI moderado na primeira transposição, o erro absoluto (EPM de 11,65%) foi menor que o da AOB₁, sugerindo que a capacidade de impulsão vertical após o impacto foi mais estável em termos de confiabilidade absoluta do que a precisão técnica necessária para estabilizar a altura da transposição da barreira inicial. Essa distinção entre o desempenho do salto relativo a capacidade física/ grupos musculares dos membros inferiores, não repercute o desempenho do controle motor que poderia repercutir numa estabilidade maior para altura da barreira, essa observação pode ser acostada aos achados de de Bobbert *et al.*, (1987) num contexto de utilização do drop jump, que também é realizado com ressalto.

Por fim, o Índice de Força Reativa (IFRB) consolidou essa estabilidade com valores de CCI de 0,70 para o IFRB₁ (moderada correlação) e 0,81 (boa correlação) para o IFRB₂. No estudo de Byrne *et al.*, (2017), o IFR atingiu o valor de 0,87, considerando alturas de caixotes variáveis com a mesma classificação (boa) da AOB₂ do presente estudo. No entanto aquele estudo utilizou somente um implemento (um caixote).

O IFR foi escolhido para determinar a AOB₁ e AOB₂, conforme Flanagan e Comyns (2008), o IFR é uma medida robusta da eficiência mecânica, mas que exige um ajuste motor que muitas vezes só é alcançado após as repetições iniciais do complexo de saltos. Os valores de confiabilidade e a baixa variabilidade no IFRB₁ e IFRB₂ (CV% = 2,61 e 1,29, respectivamente) demonstram que o protocolo parece oferecer uma confiabilidade aceitável para a utilização do IFR como parâmetro para a

determinação da altura das barreiras.

É importante ratificar que a discussão aqui descrita se baseia no que tange aos parâmetros de classificação do Coeficiente de Variação em estudos que utilizaram ressalto, como o de Byrne *et al.*, (2017) que utilizou $CV \leq 10\%$ como parâmetro confiável, vale salientar que esse estudo foi realizado com atletas de Hurling. Há semelhanças com o presente estudo, por se tratar de esporte coletivo, alturas do implemento variáveis (nesse caso foram caixotes de 20, 30, 30, 50 e 60 cm) e também pela utilização do IFR como variável para determinação da altura do implemento. Partindo desse espectro de classificação, os valores de CV encontrados demonstram baixa variabilidade entre os dias 3 e 4, pois apenas uma variável (AOB₂) apresentou valor acima de 10%, mesmo assim com uma diferença pequena, pois foi encontrado 12,50%. Se for considerado que a mecânica do ressalto é mais complexa para manutenção da verticalidade após a transposição de barreiras do que a queda livre de um caixote (drop jump), a variabilidade do terceiro para o quarto dia no presente estudo foi bem satisfatória.

5.4. Confiabilidade teste-reteste das variáveis na sessão de treinamento e análise do volume de saltos realizados.

Em relação à confiabilidade relativa da série 1 para série 2 no número de saltos, o valor de CCI encontrado foi de 0,65, o EPM% foi de 9,51 e o CV% = 1,01. Apesar do CCI ter sido moderado, vale destacar que os valores de EPM% e CV% são animadores em relação ao erro da medida e a variabilidade entre as séries, respectivamente. Não foi encontrado nenhum estudo que realizou esse tipo de comparação utilizando método similar que compreendesse a confiabilidade das alturas de barreiras.

Considerando à confiabilidade teste-reteste em relação ao TC, os valores intrasérie (início da série 1 vs final da série 1; início série 2 vs final série 2) e intersérie (série 1 vs série 2) (tabela 7), apresentaram valores excelentes para o CCI (acima de 0,9), de 4,60 a 6,40% para o EPM, que também são ótimos números e CV% próximo a 10%. Revelando uma alta consistência e, por consequência, baixa variabilidade em relação ao tempo de contato. No presente estudo, na primeira série, quatro indivíduos interroperam a série por fadiga e cinco na segunda série pelo mesmo motivo. No estudo de Rufino *et al.*, (2019), todos os participantes terminaram as séries por conta

da fadiga, mantendo até o final das séries baixos tempos de contato. Em ambos estudos, os participantes mantiveram níveis médios bem abaixo de 200 milissegundos, no presente estudo apenas dois participantes ultrapassaram esse limite, que é considerado CAE rápido/curto por Schmidbleicher (2005). Vê-se que o método proposto caracterizou bem as duas amostras, pois nenhum participante da amostra de Rufino *et al.*, (2019), composta de saltadores e velocistas terminou as séries por motivos distintos da fadiga, aqueles atletas, embora não sejam de alto nível estão bem habituados aos treinos com barreiras e demais situações de reatividade curta e, ainda, praticam provas com essas características. A amostra do presente estudo revelou também outros motivos para interrupção das séries, como ultrapassar o limite de 250 milissegundos por três vezes consecutivas.

Considerando o objetivo específico relativo à determinação do volume de saltos em uma única sessão de treinamento, é importante destacar que vários estudos fazem críticas à falta de parâmetros que possam nortear a determinação dos componentes da carga, incluindo o volume de treinamento (Ramirez-Campillo *et al.*, 2020; Watkins, *et al.*, 2021; Montoro-Bombú, 2023). Especificamente em relação ao treinamento pliométrico utilizando salto sobre barreiras, estudos prévios que utilizaram não explicitam como chegaram ao volume de treinamento (ver p.ex.: Kibelle *et al.*, 2014; Hammami *et al.*, 2022; Janikov *et al.*, 2023; Permana *et al.*, 2022; Vilela *et al.*, 2020).

Considerando os estudos que tentaram determinar o número de contatos por sessão de treino, o número médio de contatos observado no presente estudo foi de $75 \pm 33,31$ contatos, valor próximo ao reportado por Rufino *et al.*, (2019), que encontrou uma média de $82,5 \pm 21,0$ contatos no solo em velocistas e saltadores. Pontual *et al.*, (2024), observaram um volume médio total de $105,33 \pm 26,88$ contatos em jogadoras de voleibol após a individualização das alturas das barreiras. Em conjunto, esses achados evidenciam certa proximidade dos valores de saltos, mesmo considerando as características de cada amostra.

No que se refere à organização das duas séries/volume ao longo da sessão, Rufino *et al.*, (2019) reportou médias de $39,7 \pm 9,8$ contatos na primeira série e $42,8 \pm 11,6$ contatos na segunda. Pontual *et al.*, (2024) também relataram médias similares de $43 \pm 11,06$ contatos na primeira série e $63,33 \pm 17,32$ contatos na segunda. No presente estudo, os valores médios observados foram de $38,36 \pm 20,5$ contatos na Série 1 e $36,63 \pm 18,42$ contatos na Série 2, aproximando-se dos valores de Rufino *et*

al., (2019).

Diferentemente de Rufino *et al.*, (2019) e Pontual *et al.*, (2024), que não analisaram a confiabilidade das variáveis na sessão de treinamento, o presente estudo avançou ao avaliar a confiabilidade intrasérie e intersérie das variáveis envolvidas.

5.5. Limitações e Implicações Práticas

Uma limitação parece está relacionada à experiência prévia dos participantes com tarefas pliométrica envolvendo múltiplas barreiras. Diferentemente de estudos como o de Soares (2016), no qual os atletas eram submetidos rotineiramente a protocolos semelhantes, os participantes do presente estudo apresentaram menor familiaridade com esse tipo de tarefa, o que pode ter contribuído para menor valor de confiabilidade para a AOB₁, mesmo após as sessões de familiarização. Outra limitação do estudo foi a dificuldade em encontrar investigações que avaliassem saltos múltiplos com barreiras em delineamentos de teste–reteste, limitando a argumentação nessa discussão. O *n* amostral é um fator crítico desse estudo que, após cumprimento da tarefa relativa à entrega e defesa da dissertação, irá ser aumentado na perspectiva da submissão em formato de artigo. Adicionalmente, o número de tentativas necessárias para a identificação da AOB, embora metodologicamente justificado para fins de individualização pode ter havido uma certa influência da fadiga devido ao número de saltos e ressaltos já utilizados.

No que se refere às aplicações práticas, evidencia-se a importância de utilização de protocolos como o aqui proposto para desenvolvimento de parâmetros mais rigorosos no treinamento pliométrico, aspecto que vem sendo bem criticado nas revisões de literatura recentes (Ramirez-Campillo *et al.*, 2020; Montoro-Bombú, 2023).

6 CONCLUSÃO

Considerando o objetivo geral, os específicos, a hipótese delineada, bem como os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- É possível individualizar uma sessão de treinamento com as variáveis aqui descritas;

- O método para determinação das alturas ótimas por meio do IFR como parâmetro foi bastante satisfatório, ponderando-se o resultado encontrado para a confiabilidade da AOB_1 que, espera-se que seja minimizado com o aumento do n amostral.

- A sessão de treinamento individualizada demonstrou uma excelente confiabilidade e uma baixa variabilidade quando considerada as duas séries de treinamento.

Em conjunto, os achados reforçam que a individualização é essencial tanto para a prescrição da altura das barreiras quanto para o controle do volume total de saltos, contribuindo para intervenções mais seguras, eficazes e alinhadas às características fisiológicas e mecânicas de cada praticante. O estudo avança no campo da aplicabilidade prática da pliometria ao fornecer critérios objetivos e mensuráveis para a personalização do treinamento, que pode vir a superar modelos tradicionais baseados em volumes fixos e alturas arbitrárias de barreiras.

REFERÊNCIAS

- ASADI, A. *et al.*, The effects of plyometric training on change-of-direction ability: A meta-analysis. **International journal of sports physiology and performance**, v. 11, n. 5, p. 563-573, 2016.
- ASMUSSEN, E.; BONDE-PETERSEN, F. Storage of elastic energy in skeletal muscle in man. **Acta Physiologica Scandinavia**, v.92, p. 537- 545, 1974.
- BOBBERT, M. F. Drop jumping as a training method for jumping ability. **Sports Medicine**, v. 9, n. 1, p. 7–22, 1990.
- BOBBERT, M. F.; HUIJING, Peter A.; VAN INGEN SCHENAU, Gerrit Jan. Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 19, n. 4, p. 332-338, 1987.
- BYRNE, D. J. *et al.*, Interday reliability of the reactive strength index and optimal drop height. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 3, p. 721-726, 2017.
- BYRNE, D. J. *et al.*, A comparison of methods used to identify ‘optimal’ drop height for early phase adaptations in depth jump training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 8, p. 2050-2055, 2010.
- CAMPOS, G. E. *et al.*, Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. **European journal of applied physiology**, v. 88, n. 1, p. 50-60, 2002.
- CAPPA, D. F.; BEHM, David G. Neuromuscular characteristics of drop and hurdle jumps with different types of landings. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 27, n. 11, p. 3011-3020, 2013.
- CAPPA, D. F.; BEHM, David G. Training specificity of hurdle vs. countermovement jump training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 10, p. 2715-2720, 2011.
- CHELLY, M. S. *et al.*, Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 5, p. 1401-1410, 2014.
- CLAUDINO, J. G. *et al.*, Pre vertical jump performance to regulate the training volume. **International journal of sports medicine**, v. 33, n. 02, p. 101-107, 2012.
- CLAUDINO, J. G. *et al.*, Desenvolvimento de um método de familiarização individualizado para saltos verticais. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 19, p. 359-362, 2013.
- CORMIE, P; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Changes in the eccentric phase contribute to improved stretch-shorten cycle performance after training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 42, n. 9, p. 1731-1744, 2010.

CRESWELL, J. W. **RESEARCH DESIGN: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches**. 4 ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2014.

FLANAGAN, E. P.; COMYNS, T. M. The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. **Strength & Conditioning Journal**, v. 30, n. 5, p. 32-38, 2008.

HAMMAMI, R. *et al.*, Acute effects of maximal versus submaximal hurdle jump exercises on measures of balance, reactive strength, vertical jump performance and leg stiffness in youth volleyball players. **Frontiers in physiology**, v. 13, p. 984947, 2022.

HAMMAMI, R. *et al.*, Effects of drop jump training on physical fitness in highly trained young male volleyball players: comparing maximal rebound height and standard drop height training. **Sports**, v. 12, n. 12, p. 336, 2024.

HERNÁNDEZ, S. *et al.*, Effects of plyometric training on neuromuscular performance in youth basketball players: a pilot study on the influence of drill randomization. **Journal of sports science & medicine**, v. 17, n. 3, p. 372, 2018.

JAFARI, M.; ZOLAKTAF, V.; MARANDI, S. M. Determination of the best pre-jump height for improvement of two-legged vertical jump. **International journal of preventive medicine**, v. 4, n. Suppl 1, p. S104, 2013.

JANIKOV, M. T. *et al.*, Countermovement, hurdle, and box jumps: data-driven exercise selection. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 8, n. 2, p. 61, 2023.

JARVIS, M. M.; GRAHAM-SMITH, P.; COMFORT, P. A methodological approach to quantifying plyometric intensity. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 30, n. 9, p. 2522-2532, 2016.

JONES, G. M.; WATT, D. G. D. Muscular control of landing from unexpected falls in man. **The Journal of physiology**, v. 219, n. 3, p. 729-737, 1971.

KENTTÄ, G; HASSMÉN, P. The development and validation of the Recovery Stress Questionnaire for Athletes. **Journal of Sports Sciences**, v. 16, n. 3, p. 206-212, 1998.

KIBELE, Armin *et al.*, Metastability in plyometric training on unstable surfaces: a pilot study. **BMC sports science, medicine and rehabilitation**, v. 6, n. 1, p. 30, 2014.

KOMI, P.; B. C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. **Medicine and Science in Sports and exercise**, v.10, p.261-265, 1978.

KOMI, P. V. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. **Journal of biomechanics**, v. 33, n. 10, p. 1197-1206, 2000.

KOO, T. K.; LI, M. Y. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. **Journal of chiropractic medicine**, v. 15, n. 2, p.

155-163, 2016.

KOSSOW, A. J.; EBBEN, W. P. Kinetic analysis of horizontal plyometric exercise intensity. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 5, p. 1222-1229, 2018.

KRAEMER, W. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine & science in sports & exercise**, 2004.

LEES, A.; VANRENTERGHEM, J.; DE CLERCQ, D.. The maximal and submaximal vertical jump: implications for strength and conditioning. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 787-791, 2004.

LESINSKI, M. *et al.*, Effects of drop height and surface instability on neuromuscular activation during drop jumps. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 27, n. 10, p. 1090-1098, 2017.

LEVIN, K. A. Study design III: Cross-sectional studies. **Evidence-based dentistry**, v. 7, n. 1, p. 24-25, 2006.

LUNA, Y. K. S. *et al.*, Comparison of tests to evaluate the vertical rebound jump in basketball players. **Journal of Physical Education**, v. 31, p. e3128, 2020.

MANN, C. J. Observational research methods. Research design II: cohort, cross sectional, and case-control studies. **Emergency medicine journal**, v. 20, n. 1, p. 54-60, 2003.

MARKOVIC, G. *et al.*, Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 21, n. 2, p. 543-549, 2007.

MARKOVIC, G.; MIKULIC, P. Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. **Sports medicine**, v. 40, n. 10, p. 859-895, 2010.

MCLELLAN, C. P.; LOVELL, D. I.; GASS, G. C. The role of rate of force development on vertical jump performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 2, p. 379-385, 2011.

MONTORO-BOMBU, R. *et al.*, Methodological considerations for determining the volume and intensity of drop jump training. A systematic, critical and prepositive review. **Frontiers in physiology**, v. 14, p. 1181781, 2023.

NICOL, C.; AVELA, J.; KOMI, P. V. The stretch-shortening cycle. **Sports Medicine**, 36(11), 977–999. 2006.

PERMANA, A. D *et al.*, A six-week plyometric training program improves explosive power and agility in professional athletes of east java. **Physical Education Theory and Methodology**, v. 22, n. 4, p. 510-515, 2022.

PONTUAL, A. **Estimativa da altura ótima de barreiras e do volume ideal de saltos**

para o treinamento pliométrico: um estudo com jogadoras de voleibol de nível universitário. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

PONTUAL, A.; DINIZ, C. N.; SOARES, Y. M. Estimativa da altura ótima de barreiras e do volume ideal de saltos para o treinamento pliométrico: Um estudo piloto com jogadoras de voleibol de nível universitário. In: **Anais do VIII Congresso de Ciência do Desporto e VII Simpósio Internacional de Ciência do Desporto.** Campinas, Galoá, 2024. Disponível em: <<https://proceedings.science/8ccd7sicc/trabalhos/estimativa-da-altura-otima-de-barreiras-e-do-volume-ideal-de-saltos-para-o-trein?lang=pt-br>> Acesso em: 14 Out. 2024.

RAMIREZ-CAMPILLO, R. *et al.*, Effects of plyometric jump training on jump and sprint performance in young male soccer players: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 50, n. 12, p. 2125-2143, 2020.

RAMIREZ-CAMPILLO, R. *et al.*, The effects of plyometric jump training on physical fitness attributes in basketball players: A meta-analysis. **Journal of sport and health science**, v. 11, n. 6, p. 656-670, 2022.

RAMIREZ-CAMPILLO, R. *et al.*, Tapering strategies applied to plyometric jump training: A systematic review with meta-analysis of randomized-controlled trials. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 61(1), 53-62. 2021.

RAMIREZ-CAMPILLO, R. *et al.*, Plyometric-jump training effects on physical fitness and sport-specific performance according to maturity: a systematic review with meta-analysis. **Sports medicine-open**, v. 9, n. 1, p. 23, 2023.

RUBEN, R. M. *et al.*, The acute effects of an ascending squat protocol on performance during horizontal plyometric jumps. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 2, p. 358-369, 2010.

RUFINO, H. V. O *et al.*, Estimativa do volume ótimo de saltos com barreira para o treinamento pliométrico. In: **II Simpósio Brasileiro de Ciência do Exercício e do Esporte (SEBRACE)**, João Pessoa. 2019.

SANTANA, E. E. *et al.*, Effect of plyometric and sprint training on repeated sprint and vertical jump capacities in volleyball players aged 11 to 14 Years: A longitudinal study. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 2, p. e8313244923-e8313244923, 2024.

SANTOS, E. J.; JANEIRA, M. A. Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 3, p. 903-909, 2008.

SCHMIDTBLEICHER, D. Stretch-Shortening-Cycle of the neuromuscular system – From research to the practice of training. In: CARVALHO, C. (ed) **Treino e Avaliação de Força e Potência muscular**, Maia: Edições ISMAI, 2005, p.38-48.

SEKI, K.; HONDO, S. Effects of hurdle height on lower limb joint kinematics and kinetics of male trainee sprinters during hurdle jumps. **Sports Biomechanics**, v. 23, n. 12, p. 3131-3140, 2024.

SOARES, Y. M. Criação e validação de um protocolo para individualizar a altura máxima de transposição de barreiras no treinamento pliométrico. **Tese de doutorado**. 2016.

TAUBE, W. et al., The drop height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch-shortening cycle training. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 22, n. 5, p. 671-683, 2012.

TENELSEN, F. *et al.*, Validity and reliability of an electronic contact mat for drop jump assessment in physically active adults. **Sports**, v. 7, n. 5, p. 114, 2019.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Research methods in physical activity**. 7. ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 2012.

VERKHOSHANSKI, Y. **Todo sobre el Método Pliométrico**. Barcelona: Paidotribo. 1999.

VERKHOSHANSKY, Y.; VERKHOSHANSKY, N. **Special strength training: manual for coaches**. Rome: Verkhoshansky Sstm, 2011.

VILELA, G. *et al.*, Effects of plyometric training on explosive strength in pubescent girls volleyball players. **Retos**, 40, 41–46. 2021.

DE VILLARREAL, E. S.S; REQUENA, B.; NEWTON, R. U. Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. **Journal of science and medicine in sport**, v. 13, n. 5, p. 513-522, 2010.

WALSH, M. *et al.*, The effect of drop jump starting height and contact time on power, work performed, and moment of force. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 3, p. 561-566, 2004.

WANG, Y.C.; Z, N. Effects of plyometric training on soccer players. **Experimental and therapeutic medicine**, v. 12, n. 2, p. 550-554, 2016.

WEIR, J. P. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 19, n. 1, p. 231-240, 2005.

WILSON, G. J. *et al.*, The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 25, n. 11, p. 1279-1286, 1993.

YOUNG, W. Laboratory strength assessment of athletes. **New Studies in Athletics**, 10(1), 89–96. 1995.

APÊNDICES

APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA UPE/UFPB



Eu, _____

portador (a) do CPF _____, declaro por meio deste termo que concordo em participar da pesquisa intitulada: **“Proposta para determinação das alturas de barreiras e do volume de saltos numa sessão de treinamento pliométrico”**. Esta pesquisa é coordenada pela mestranda **Ruti Santos de Melo** e supervisionada pelo orientador, professor **Dr. Ytalo Motta Soares**.

Afirmo que aceito participar de forma voluntária, sem qualquer incentivo financeiro, com a finalidade exclusiva de colaborar para o desenvolvimento da pesquisa. Fui devidamente informado(a) sobre os procedimentos da coleta e os objetivos estritamente acadêmicos do estudo, cujo objetivo principal é **individualizar uma sessão de treinamento pliométrico, determinando as alturas ótimas das barreiras e o volume ideal de saltos, a fim de maximizar o desempenho atlético de atletas universitários**.

Em relação aos riscos e desconfortos, fui informado(a) de que os riscos à saúde são mínimos, sendo possível apenas sentir leve desconforto físico decorrente da execução dos saltos e do uso dos tapetes de contato durante os testes. Na condição de sujeito participante, fui informado(a) dos meus direitos: a garantia de esclarecimento e resposta a qualquer dúvida; a liberdade de desistir da pesquisa a qualquer momento, sem qualquer prejuízo para mim; e a garantia de privacidade e confidencialidade das minhas informações pessoais.

Após ter recebido todos os esclarecimentos mencionados, e estando ciente dos meus direitos, eu, por meio deste, dou o meu consentimento livre e informado para participar desta pesquisa. Autorizo, também, o uso dos dados coletados para divulgação e publicação em periódicos, revistas, congressos, workshops ou quaisquer

outros eventos de caráter científico.

Dúvidas e Esclarecimentos:

Pesquisadora responsável: Ruti Santos de Melo

Telefone: (83) 9 8630-0641

E-mail: ruti.santos.melo@gmail.com

João Pessoa, _____ de _____ de _____.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

ANEXOS

ANEXO A: ESCALA DE QUALIDADE TOTAL DE RECUPERAÇÃO

Índice	Descritor
6	Em nada recuperado
7	Extremamente mal recuperado
8	
9	Muito mal recuperado
10	
11	Mal recuperado
12	
13	Razoavelmente recuperado
14	
15	Bem recuperado
16	
17	Muito bem recuperado
18	
19	Extremamente bem recuperado
20	Totalmente bem recuperado