

YTALO MOTA SOARES

**CRIAÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM PROTOCOLO PARA INDIVIDUALIZAR A  
ALTURA MÁXIMA DE TRANSPOSIÇÃO DE BARREIRAS NO TREINAMENTO  
PLIOMÉTRICO**

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Educacional - UFMG  
2016

Ytalo Mota Soares

**CRIAÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM PROTOCOLO PARA INDIVIDUALIZAR A  
ALTURA MÁXIMA DE TRANSPOSIÇÃO DE BARREIRAS NO TREINAMENTO  
PLIOMÉTRICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências do Esporte.

Área de Concentração: Treinamento Esportivo

Linha de Pesquisa: Metodologia do Treinamento Esportivo

Orientador: Prof. Dr. Leszek Antoni Szmuchrowski

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Educacional - UFMG  
2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte

A Tese intitulada “Criação e validação de um protocolo para individualizar a altura de transposição de barreiras no treinamento pliométrico”, de autoria do doutorando **Ytalo Mota Soares**, defendida em 07 de dezembro de 2016, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, foi submetida à banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. Leszek Antoni Szmuchrowski (orientador)  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Reginaldo Gonçalves  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Profa. Dra. Gislane Ferreira de Melo  
Universidade Católica de Brasília

Prof. Dr. João Paulo Borin  
Universidade Estadual de Campinas

Belo Horizonte, 07 de dezembro de 2016.

Dedico este trabalho aos meus pais, Senhor Erinaldo Barros Soares e Sra. Maria José Mota Soares (que, infelizmente, faleceu no percurso da realização deste estudo). Recebi desses dois seres humanos maravilhosos as melhores lições de altruísmo.

## AGRADECIMENTOS

Esta tese, embora seja um trabalho de característica individual, só foi possível pela colaboração de inúmeras pessoas e instituições que tornaram possível sua execução e conclusão com êxito. A elas, deixo aqui, meus sinceros agradecimentos.

A Deus, que simboliza meus atos de fé em um mundo mais humanitário, com menos arrogância e com mais altruísmo.

Ao meu pai Sr. Erinaldo Barros Soares e a minha mãe Sra. Maria José Maria Soares, meus mestres e principais exemplos. Eles sempre foram os meus melhores amigos e maiores incentivadores. Sem a presença deles jamais teria chegado até aqui.

Aos meus irmãos que sempre torcem muito por mim e por serem exemplares. A distância física apenas nos aproxima mais e mais. Yrania Mota Soares, Yrlan Mota Soares, Yvana Mota Soares, Ylka Mota Soares, Ysmar Mota Soares e José Yoge Mota Soares.

Ao meu orientador Prof. Doutor Leszek Antoni Szmuchrowski, por todos os desafios colocados, por todos os aconselhamentos e orientações específicas durante a realização deste estudo, bem como pelo exemplo de amor ao treinamento esportivo que me contagia.

Ao Prof. Doutor Bruno Pena Couto, por todos os incentivos e ensinamentos. Sempre disposto a me orientar e a discutir sobre o tema em questão e também sobre outros temas relativos ao treinamento esportivo. Além de tudo, reforçamos o nosso laço de amizade, fato que é igualmente importante.

Ao Prof. Doutor Reginaldo Gonçalves, por todas as discussões sobre o tema deste trabalho e outros temas tão importantes na minha formação e, ainda, por toda atenção que teve comigo em todo tempo que estive em Belo Horizonte.

Ao Professor Doutor Mauro Heleno Chagas, pelo compromisso demonstrado na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte. Compromisso também demonstrado com os alunos para dirimir qualquer dúvida. Agradeço ainda, todas as palavras de incentivo e pelo exemplo de profissional que é.

Ao Professor Doutor Fernando Vitor Lima, chefe do departamento de esportes da EEFFTO, por ter liberado, sem maiores burocracias, o local para recolha dos dados deste estudo. Agradeço ainda, por toda atenção e coleguismo demonstrado.

Ao meu amigo Professor Doutor Rodolfo Benda, por ter me apresentado a EEFFTO, quando ainda era o seu diretor. A partir daquele instante iniciei a minha admiração pela Escola, fato que contribuiu para que viesse a ser aluno dessa Instituição.

A todos os membros da banca do projeto de qualificação e também da defesa final, que dispuseram do seu tempo para contribuir de forma decisiva com a minha formação: Prof. Dr. João Paulo Borin, Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas, Profa. Doutora Gislane Melo, Professor Reginaldo Gonçalves.

Aos membros suplentes que também se disponibilizaram para avaliar o trabalho, professores doutores: Alexandre Sérgio Silva, Fernando Vitor Lima, Marcos Santos e Márcio Vieira.

Ao Professor Doutor André Gustavo, pela ajuda na elaboração do cálculo amostral e por tudo que aprendi com ele sobre métodos de análise estatística.

À Professora Gislane Ferreira de Melo, por todos os aconselhamentos relativos à estatística do estudo e por acreditar na originalidade e bom nível deste trabalho.

Ao Professor Mestre Edgardo Abreu, que me apareceu na hora certa, no momento exato. Participação decisiva na concepção do método, na dinâmica da coleta e análise dos dados. Foram muitas discussões, horas de companheirismo. Espero manter essa parceria para sempre!

A todos os alunos da Graduação e Pós-Graduação da EEEFTO que colaboraram na obtenção e coleta dos dados: Edgardo Abreu, Gustavo Pedrosa, Sylvia Boaventura, Pedro Almeida, Roberto de Santis, Pedro Drummond, Álamo Brandão, Ana Schmidt, Fabíola Araújo, Jéssica Soares, Gabriel Soares, Viviane Vilela e Leandro de Oliveira Silva. Sem vocês essa tarefa não teria sido realizada.

A todos os voluntários que participaram do estudo, sem os quais nada seria possível.

Ao professor Ms. Frank Douglas Tourino, por todas as informações acerca da Eletromiografia e por todos os conhecimentos que me transmitiu.

Ao Minas Tênis Clube, em especial aos membros do Departamento de Assessoria Científica, ao coordenador geral da preparação física, aos diretores, à comissão técnica e atletas de basquetebol da categoria sub 19.

Ao Centro de Treinamento Esportivo da UFMG, em especial aos membros da comissão técnica e atletas de *taekwondo*.

A todos os colegas do Laboratório de Avaliação da Carga – LAC, por todas as discussões e troca de experiências ao longo deste curso.

Ao Professor Ms. Gustavo Pedrosa, meu amigo, meu compadre, por tudo que dissemos e fizemos um pelo outro. Para além de ter me ajudado muito no âmbito acadêmico, me fez ter a certeza que sempre posso contar com ele.

À Profa. Ma. Sylvia Boaventura, pela parceria, respeito e coleguismo que nutrimos um pelo outro durante as nossas trajetórias na Pós-Graduação.

Ao Professor Ciro Guerra, por todas as trocas de conhecimento sobre treinamento esportivo e trocas de experiência sobre a vida.

Aos colegas de Departamento da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, pela colaboração e compreensão no meu afastamento durante as atividades do doutorado. Em especial ao Claudio Meireles, Dilma Brasileiro, Alexandre Sérgio Silva, Maria do Socorro Brasileiro, Amilton Cruz, Marcelle Martins, Roseni Grisi e Idebaldo Grisi.

Ao Professor Doutor Gilmário Ricarte que me substituiu na UFPB durante o tempo do de duração do curso.

À Professora Ma. Orranette Padilhas pela correção do *abstract*.

À Aendria de Souza do Carmo, que foi e é meu ponto de apoio, meu porto seguro nesta caminhada. Proporcionou-me um companheirismo espetacular e me concedeu a base afetiva importantíssima para eu chegar até aqui. Além disso, contribuiu muito nesses últimos anos para que eu melhorasse como pessoa. Esse fato, por si, já vale todo agradecimento.

Tornar-se doutor está para além de um título acadêmico, está para além de uma suposta atividade intelectual superior. Ser doutor pode nos levar a refletir o quanto ainda podemos aprender, a fim de perceber o quão é gratificante ensinar. Ser simples e ter prazer em estar na vida acadêmica. Utilizar a imaginação de forma a descobrir novos caminhos para a ciência e, por conseguinte, para a vida.

## RESUMO

Na literatura específica voltada para o treinamento pliométrico (TP), bem como na sua prática, verifica-se a utilização de distintos materiais como alternativa para dinamizar os exercícios. Esse fato pode influenciar os demais componentes da carga de treinamento. Destaca-se dentre os materiais utilizados as barreiras, similares às aquelas utilizadas no atletismo. No entanto, existe uma nítida escassez quanto a uma melhor caracterização do uso desse implemento em situações de treinamento e de avaliação. Os objetivos do presente estudo foram: criar um protocolo que possa determinar a altura individual máxima de transposição de barreira para o TP; verificar a confiabilidade e as evidências da validade de construto; verificar a individualização de barreiras pela maior altura do ressalto vertical e pelo maior índice de força reativa. Para tanto, o estudo foi desenvolvido em duas etapas, a saber: etapa I e II. A etapa I correspondeu ao estudo piloto que contou com 08 estudantes universitários fisicamente ativos. Posteriormente, foi desenvolvida a etapa II, que constou de dois grupos distintos: Grupo 1 (G1) composto por 20 atletas, sendo 10 de basquetebol e 10 de *Taekwondo* e grupo 2 (G2) composto por 15 estudantes universitários fisicamente ativos. Todos os indivíduos foram submetidos a quatro dias de coleta, sendo dois dias utilizados para familiarização e dois para teste e reteste. Esse desenho experimental foi utilizado nas duas etapas. As variáveis analisadas foram: altura máxima de barreira; altura máxima do ressalto vertical; Índice de Força Reativa (IFR); pico de força; média da taxa de produção de força; impulso e pré-ativação dos músculos vasto medial e vasto lateral. Foi utilizado o teste *t* de medidas repetidas para verificação da familiarização dos sujeitos com o protocolo proposto nas duas etapas de estudo. Foi utilizado o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) para verificação da confiabilidade relativa e o Erro Padrão de Medida (EPM) para verificação da confiabilidade absoluta das medidas, também nas duas etapas. Como forma de utilizar o “método da diferença de grupos conhecidos” na verificação de evidências de validade de construto, foi utilizado na etapa II o teste *t* de medidas independentes. Quando a variável não apresentou os pressupostos de normalidade (*Shapiro Wilk*) e homocedasticidade (*Levene's test*), foi utilizado o método de transformação logarítmica. Quando comparado os dois grupos, a análise, por meio do teste *t* de medidas independentes, apresentou resultado com significado estatístico ( $p \leq 0,05$ ) para todas as variáveis de estudo, com vantagem para o G2. A ampla maioria das variáveis apresentou alta confiabilidade ( $0,80 \leq \text{CCI} < 0,99$ ) tanto na etapa I como também na etapa II. Na etapa II constatou-se, nitidamente, que os atletas atingiram maiores índices de confiabilidade. Foi possível concluir que o teste aplicado apresenta valores adequados de confiabilidade em grupos distintos e que as evidências de validade são explícitas, considerando o método da diferença de grupos conhecidos para validade de construto. Também foi constatado que a individualização das alturas das barreiras pode ser estabelecida conforme cada sujeito e por parâmetros distintos.

Palavras-chave: Treinamento pliométrico; Ressalto vertical; Avaliação do rendimento

## ABSTRACT

In the specific literature focused on plyometric training (PT), as well as in its practice, the use of different materials is verified as a way to dynamize the exercises. This fact may influence the other components of the training load. It stands out among the materials used the hurdles, similar to those used in track and field. However, there is a clear shortage in terms of a better characterization of the use of this implement in training and evaluation situations. The aims of the present study were: to create a protocol that can determine the maximum individual height of barrier transposition for the TP; verify reliability and evidence of construct validity; verify the individualization of barriers by the height of the vertical rebound and the higher index of reactive force. Therefore, the study was developed in two phases, namely: phase I and II. Phase I corresponded to the pilot study that counted with eight physically active university students. Posteriorly, phase II was developed, which consisted of two distinct groups: Group 1 (G1) composed of 20 athletes, 10 of them being basketball players and 10 of Taekwondo and group 2 (G2) composed of 15 physically active university students. All subjects were submitted to four days of collect, two days being used for familiarization and two days for testing and retesting. This experimental design was used in the two phases. The analyzed variables were: maximum height of hurdle; maximum height of the vertical rebound; Reactive Strength Index (SRI); Peak of force; Average rate of force development; Impulse and pre-activation of the vastus medialis and vastus lateralis. The T test was used to verify repeated measures of the subjects familiarization with the protocol proposed in the two study phases. The intraclass correlation coefficient (ICC) was used to verify the relative reliability and the Standard Error of Measure (SEM) to verify the absolute reliability of the measurements, also in the two phases. As a way of using the "known group difference method" in the verification of evidence of construct validity, the T-test of independent measurements was used in phase II. When the variable did not present the normality assumptions (Shapiro Wilk) and homoscedasticity (Levene's test), the logarithmic transformation method was used. When comparing the two groups, the analysis, through the t-test of independent measures, presented a statistically significant result ( $p \leq 0.05$ ) for all study variables, with an advantage for G2. The vast majority of the variables presented high reliability ( $0.80 \leq CCI < 0.99$ ) in both phase I and phase II. In phase II, it was clearly observed that the athletes achieved higher reliability indices. It was possible to conclude that the applied test presents adequate values of reliability in distinct groups. And the evidences of validity are explicit considering the method of the difference of known groups for construct validity. It was also verified that the individualization of the heights of the barriers can be established according to each subject and by different parameters

Keywords: Plyometric training; Rebound jump; Performance evaluation

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Ciclo alongamento-encurtamento no membro inferior.....	25
Figura 02: Síntese do circuito neuronal do reflexo de estiramento.....	29
Figura 03: Pico de ativação reflexa durante a aterrissagem no salto em profundidade .....	30
Figura 04: Modelo mecânico do músculo esquelético .....	32
Figura 05: Utilização do Vertec no salto vertical .....	36
Figura 06: Técnica de execução do salto com contramovimento e posição do centro de gravidade .....	39
Figura 07: Técnica de execução do salto a partir de uma posição agachada e posição do centro de gravidade .....	39
Figura 08: Plataforma bipodal e implementos acrescentados pelo autor.....	47
Figura 09: Delineamento experimental – Fase I e Fase II.....	49
Figura 10: Salto sobre um barreira e ressalto vertical .....	53
Figura 11: Posição inicial do executante em relação à primeira barreira e posicionamento/distanciamento das duas barreiras.....	54
Figura 12: Salto sobre duas barreiras e ressalto vertical .....	55
Figura 13: Localização da fotocélula durante a transposição da barreira.....	58
Figura 14: Localização das fotocélulas durante a transposição das barreiras ...	58
Figura 15: Visão aérea da disposição de equipamentos utilizados no estudo....	63
Figura 16: Detalhamento de equipamentos utilizados no estudo.....	63
Figura 17: Placa de contato .....	64
Figura 18: Barreiras de PVC .....	64
Figura 19: Plataforma de força bipodal .....	64
Figura 20: Cabos para EMG .....	64
Figura 21: Biomonitor 6000 Mega .....	64
Figura 22: Posicionamento do Biomonitor com cinto no voluntário .....	64
Figura 23: Eletrodo de superfície .....	65
Figura 24: Acelerômetro .....	65
Figura 25: Posicionamento do acelerômetro .....	65
Figura 26: Fixação do acelerômetro .....	65
Figura 27: Camera vídeo digital .....	65
Figura 28: Goniômetro manual .....	65
Figura 29: Fotocélula .....	66
Figura 30: Posicionamento do eletrodo referência no maléolo externo da perna dominante .....	67
Figura 31: Posicionamento do eletrodo do gastrocnêmio medial da perna dominante .....	67
Figura 32: Posicionamento dos eletros no vasto medial da perna dominante e na patela .....	67
Quadro 01: Alturas de barreiras individualizadas pela maior altura do ressalto vertical obtida no dia 3 ou no dia 4 da coleta – Grupo de atletas.....	78
Quadro 02: Alturas de barreiras individualizadas pelo maior valor do índice de força reativa correspondente ao grupo dos atletas .....	79
Quadro 03: Alturas de barreiras individualizadas pela maior altura do ressalto vertical obtida no teste ou no reteste – Grupo de universitários fisicamente ativos .....	81

Quadro 04: Alturas de barreiras individualizadas pelo maior valor do índice de força reativa obtido no teste ou no reteste - Grupo de universitários fisicamente ativos.....	82
Gráfico 01: Valores das alturas máximas das barreiras relacionadas as maiores alturas obtidas no ressalto vertical – Grupo 1 = atletas.....	76
Gráfico 02: Valores das alturas máximas das barreiras relacionadas as maiores alturas obtidas no ressalto vertical 2 – Grupo 1 = atletas .....	77
Gráfico 03: Valores das alturas máximas das barreiras relacionadas as maiores alturas obtidas no ressalto vertical – Grupo 2 = Universitários fisicamente ativos.....	80
Gráfico 04: Valores das alturas máximas das barreiras relacionadas as maiores alturas obtidas no ressalto vertical 2 – Grupo 2 = Universitários fisicamente ativos .....	80

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Valores de confiabilidade das variáveis altura do ressalto vertical, pico de força, taxa de produção de força e impulso .....	70
TABELA 2: Valores descritivos das variáveis altura de voo do ressalto, pico de força e média da taxa de produção de força .....	71
TABELA 3: Valores descritivos das variáveis impulso e pré-ativação .....	71
TABELA 4: Valores de confiabilidade e Erro padrão de medida das variáveis altura do ressalto vertical, índice de força reativa, pico de força, média da taxa de produção de força e impulso com os dados dos dois grupos (n=35).....	72
TABELA 5: Valores de confiabilidade das variáveis altura do ressalto vertical, índice de força reativa, pico de força, média da taxa de produção de força, impulso com os dados do grupo de atletas (n=20).....	73
TABELA 6: Valores de confiabilidade e erro padrão de medida das variáveis relativas à contração voluntária máxima e a pré-ativação com os dados do grupo de atletas (n= 20) .....	73
TABELA 7: Valores de confiabilidade das variáveis altura do ressalto vertical, índice de força reativa, pico de força, média da taxa de produção de força e impulso com os dados do grupo de universitários (n=20).....	74
TABELA 8: Valores de confiabilidade e erro padrão de medida das variáveis relativas à contração voluntária máxima e a pré-ativação com os dados do grupo de universitários fisicamente ativos (n=15) .....	75
TABELA 9: Comparação entre os dois grupos nas variáveis índice de força reativa, pico de força, média da taxa de produção de força e impulso .....	75
TABELA 10: Comparação entre os dois grupos nas variáveis relativas à pré-ativação ( <i>Root Means Square</i> ).....	76

## LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

**ACSM** – *American College of Sports Medicine*

**AHA** – *American Heart Association*

**ANOVA** – Análise de Variância

**CAE** – Ciclo de alongamento-encurtamento

**CCI** – Coeficiente de Correlação Intraclasse

**CIVM** – Contração Isométrica Voluntária Máxima

**cm** – Centímetro

**DP** – Desvio Padrão

**EMG** – Eletromiografia

**EPM** – Erro Padrão de Medida

**G1** – Grupo 1

**G2** – Grupo 2

**IFR** – Índice de Força Reativa

**Kg** – Quilograma

**m** – metro

**N** – Newton

**s** – Segundo

**SA** – Salto a partir de uma posição agachada

**SCM** – Salto com contramovimento

**SP** – Salto em Profundidade

**SPSS** – *Statistical package for the social sciences*

**TA** – Termo de Assentimento

**TCLE** – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**TP** – Treinamento Pliométrico

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	17
1.1	Objetivos .....	19
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	20
2.1	Treinamento Pliométrico: aspectos históricos e conceituais. ....	21
2.2	Ciclo Alongamento-Encurtamento (CAE) .....	24
2.2.1	<i>Pré-ativação</i> .....	25
2.2.2	<i>Reflexo de estiramento</i> .....	28
2.2.3	<i>Armazenamento e utilização da energia elástica no CAE</i> .....	31
2.3	Estudos com utilização de barreiras no TP e em avaliações do salto ou ressalto vertical .....	33
2.4	Testes que utilizam salto ou ressalto vertical .....	35
2.5	Confiabilidade e validade em testes motores .....	42
2.5.1	<i>Confiabilidade</i> .....	43
2.5.2	<i>Validade</i> .....	44
3	MÉTODOS .....	46
3.1	Cuidados éticos .....	46
3.2	Etapas do estudo .....	46
3.3	Amostra .....	47
3.4	Local de Realização .....	49
3.5	Delineamento experimental .....	49
3.6	Justificativa para realização .....	49
3.7	Procedimentos experimentais comuns as duas etapas do estudo .....	50
3.8	Procedimentos experimentais exclusivos da etapa II do estudo .....	57
3.9	Variáveis de Estudo .....	59
3.10	Instrumentos .....	60
3.11	Detalhamento do processo de captação/aquisição do sinal eletromiográfico ...	66
3.12	Detalhamento do Processo de Normalização dos dados de EMG .....	68
3.13	Análise Estatística .....	68
4	RESULTADOS .....	70
4.1	Resultados da etapa I .....	70
4.2	Resultados da etapa II .....	71
5	DISCUSSÃO .....	83
5.1	Quanto à confiabilidade das medidas .....	83
5.2	Quanto à comparação entre diferentes grupos .....	86
5.3	Quanto à individualização da altura de barreira .....	88
5.4	Quanto à aplicabilidade do teste .....	90

5.5	Quanto às evidências de validade do teste.....	91
5.6	Quanto às limitações do estudo.....	93
6	CONCLUSÃO .....	94
	REFERÊNCIAS .....	96
	APÊNDICE I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (T.C.L.E.).	107
	APÊNDICE II - TERMO DE ASSENTIMENTO .....	110
	ANEXO I – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA .....	113
	ANEXO II - QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA - VERSÃO CURTA.....	114
	ANEXO III – CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA - IPAC .....	116
	ANEXO IV - QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q)	117
	ANEXO V - QUESTIONÁRIO DE TRIAGEM PRÉ-PARTICIPAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE SAÚDE/APTIDÃO DA AHA/ACSM.....	118

## 1 INTRODUÇÃO

O treinamento pliométrico (TP) ou pliometria como também é conhecido na língua portuguesa foi criado na década de 50 por Yuri Vitali Verkhoshansky, em razão de uma necessidade prática do treinamento de saltadores russos (VERKHOSHANSKI; VERKHOSHANSKI, 2011). Desde então, o TP é uma forma de treinamento bastante utilizada para o desenvolvimento das capacidades físicas que se expressam em ações motoras executadas em alta velocidade (MARKOVIC e MIKULIC, 2010; VILARREAL; REQUENA; CRONIN, 2012; DAVIES; RIEMANN; MANSKE, 2015).

Esse meio de treinamento tem sido utilizado com movimentos que fazem apelo ao ciclo alongamento-encurtamento do músculo esquelético (CAE), proporcionando sua potenciação elástica e reflexa. Em outras palavras, é formado por exercícios que consistem em alongar rapidamente um músculo e imediatamente realizar uma ação concêntrica vigorosa do mesmo músculo (SZMUCHROWSKI; VIDIGAL, 1999).

Assim, dois aspectos parecem contribuir de forma efetiva com os movimentos relacionados ao TP: a utilização da energia potencial elástica na ação concêntrica, que é armazenada nos músculos esqueléticos e tendões na ação excêntrica (ASMUSSEN; BODE-PETERSEN, 1974; CAVAGNA, 1977; WILSON; FLANAGAN, 2008) e a potenciação reflexa, que acontece a partir do estímulo ao fuso muscular, proprioceptor sensível à amplitude e a velocidade do alongamento muscular (ação excêntrica), resultando no reflexo miotático e, conseqüentemente, em um encurtamento muscular imediato na ação concêntrica (POTACHI; CHU, 2008).

Esse meio combina a execução de ações de força muscular e alta velocidade para produzir movimentos rápidos e potentes, por meio da utilização de movimentos como o salto, envolvendo o CAE (POTACHI; CHU, 2008; DAVIES; RIEMANN; MANSKE, 2015).

Tendo em vista que em diversos esportes os movimentos decisivos combinam ações que necessitam de alta produção de força em curto espaço de tempo, pesquisas no TP são habitualmente utilizadas como forma de aprimoramento do condicionamento específico em diferentes modalidades esportivas (VOLEKE *et al.*, 2012; CARVALHO; MOURÃO; ABADE, 2014; REBUTINI *et al.*, 2016).

No TP, como nas demais formas de treinamento, quando se quer adequar uma carga, todos os componentes dessa carga e respectivos parâmetros devem ser especificados de forma clara e criteriosa (SZMUCHROWSKI; COUTO, 2013). No entanto, protocolos que auxiliem na prescrição da carga do TP ainda não estão bem definidos (JARVIS; SMITH; COMFORT, 2016).

Fatores como altura máxima de queda nos saltos em profundidade e índice de força reativa (BYRNE *et al.*, 2010); taxa de produção de força alcançada e força máxima de reação do solo (JARVIS; SMITH; COMFORT, 2016); ativação dos músculos esqueléticos envolvidos nos exercícios pliométricos (CAPPA; BEHM, 2013; JARVIS; SMITH; COMFORT, 2016) são investigados para auxiliar na melhor compreensão dos parâmetros que podem afetar os componentes da carga no TP.

Um exercício utilizado com frequência no TP é a transposição de obstáculos por meio de saltos, seguida imediatamente de um ressalto vertical ou horizontal. As barreiras similares aquelas utilizadas em provas de atletismo são comumente utilizadas no TP (MARKOVIC, JUKIC e MILANOVIC, 2007; SANTOS; JANEIRA, 2008; CAPPA ;BEHM, 2011; CAPPA; BEHM, 2013; KIBELLE *et al.*, 2014).

Essas barreiras são utilizadas de forma a dinamizar o treinamento durante várias semanas (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; MARKOVICK *et al.*, 2007; MAKARUK *et al.*, 2011; SANTOS; JANEIRA, 2011; HOUGHTON; DAWSON; RUBENSON, 2013; CHELLY *et al.*, 2014); como alternativa para verificação de efeitos do treinamento complexo (RUBEN *et al.*, 2010); na comparação com saltos tradicionais que também o contramovimento (CAPPA; BEHM, 2011); e, ainda, para verificar a ativação muscular de diferentes músculos na aterrissagem (CAVANAUGH; ABOODARDA; BEHM, 2016).

É nítida a ausência de descrição de alguns critérios e fundamentos que possam auxiliar pesquisadores e treinadores numa melhor caracterização do uso dessas barreiras no TP, principalmente no que se refere a parâmetros individuais que possam ajudar na orientação e avaliação sistemática do desempenho e na configuração individualizada da carga de treinamento.

Pode-se citar lacunas nos estudos com barreira da seguinte ordem: ausência da descrição de critérios que determinaram as alturas de barreiras utilizadas na semana inicial de treinamento (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; MARKOVIC *et al.*, 2007; MAKARUK *et al.*, 2011); utilização de altura da barreira uniforme em sujeitos distintos durante as semanas de treinamento (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; MARKOVIC *et al.*, 2007; MAKARUK *et al.*, 2011); quando da utilização de mais de uma barreira, ausência da descrição da distância entre as mesmas (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; MAKARUK *et al.*, 2011); ausência de informações quanto à familiarização com esse obstáculo (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; RUBLEY *et al.*, 2011; HOUGHTON; DAWSON; RUBENSON, 2013; CHELLY *et al.*, 2014), dentre outras.

Considerando a importância da descrição detalhada dos parâmetros individuais da carga no tocante à prescrição do TP e a vasta utilização do salto sobre barreiras sem parâmetros consistentes de avaliação e prescrição da carga, torna-se necessária a criação e a validação de um protocolo que possa determinar a altura máxima de transposição de barreira no TP, que consiste no objetivo do presente estudo.

## 1.1 Objetivos

Criar e identificar a confiabilidade de um protocolo que possa determinar a altura individual máxima de transposição de barreiras para o TP;

Verificar evidências de validade de construto na determinação da máxima altura de transposição de barreira associada aos preceitos do TP;

Investigar a individualização de barreiras pela maior altura do ressalto vertical e pelo índice de força reativa.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Na perspectiva de melhor contextualização do tema abordado, esta revisão de literatura foi estruturada em cinco tópicos, sendo abordado no primeiro tópico os aspectos históricos do treinamento pliométrico (TP), com apresentação de seus precursores e as razões que levaram à sua criação, discutindo-se, ainda, a nomenclatura adotada e as características mais gerais em relação ao próprio conceito e aplicação do TP.

No segundo tópico, apresenta-se alguns mecanismos neuromusculares adjacentes ao tema, como forma de propiciar ao leitor um melhor entendimento relativo às bases do conhecimento ligadas ao ciclo alongamento-encurtamento muscular (CAE), mecanismo considerado de fundamental importância para o entendimento do desempenho no TP.

No terceiro tópico, apresenta-se a utilização do obstáculo barreira no TP e na avaliação dos seus respectivos efeitos e em situações correlatas.

Por sua vez, no quarto tópico discute-se os testes clássicos que são abordados na literatura, com ênfase naqueles que utilizam o salto e o ressalto vertical, bem como a discussão de algumas variáveis importantes para melhor entendimento desses testes.

Por fim, no quinto tópico, apresenta-se critérios de autenticidade científica para escolha e classificação dos testes motores, incluindo aqueles que utilizam saltos ou ressaltos verticais.

Nesta revisão, utilizou-se, preferencialmente, os artigos científicos que pudessem, na opinião do autor, melhor esclarecer os tópicos citados. Embora existam evidências que o TP possa melhorar a velocidade de corrida (VILLAREAL; REQUENA; CRONIN, 2012) e a agilidade (ASADI, 2013), dentre outros aspectos, procurou-se enfatizar aqueles artigos que estudaram os saltos e os ressaltos verticais, centrados, preferencialmente, na contribuição dos membros inferiores. Também foram utilizados livros, principalmente para reforçar o entendimento dos aspectos conceituais, por vezes explorados de forma mais abrangente nesse tipo de fonte bibliográfica.

## **2.1 Treinamento Pliométrico: aspectos históricos e conceituais.**

No final dos anos 50, Yuri Vitali Verkhoshansky trabalhava em seu país (antiga União Soviética), como treinador da Sociedade Esportiva Universitária Burevestnik, com um grupo de atletas de salto em distância, salto triplo e salto em altura (VERKHOSHANSKY, 1999). Na época do inverno rigoroso, os atletas tinham dificuldades de realizar os treinos na pista de atletismo, pois a mesma não era coberta. Por isso, o treinador enfatizava o trabalho de força muscular com pesos e saltos verticais. A medida que os atletas iam se desenvolvendo, Verkhoshansky percebeu a necessidade de melhor adequar e especificar o treinamento. Assim, começou a desenvolver alguns exercícios com pesos que pudessem se aproximar das características das atividades específicas dos saltos no atletismo (VERKHOSHANSKY; VERKHOSHANSKY, 2011).

Em 1960, Verkhoshansky conduziu o seu interesse para o melhor entendimento da estrutura biodinâmica do salto triplo, por meio da técnica ciclogramométrica (VERKHOSHANSKY, 1999), constatando que os valores de força de reação do solo durante o último contato do atleta antes do salto eram, aproximadamente, 300 Kg. Assim, começou a experimentar formas de treinamento que se aproximassem daquela condição. Concluiu que poderia adaptar uma forma de treinamento que utilizasse a energia cinética do corpo em queda. Então, começou a utilizar de forma sistemática o salto em profundidade (atividade iniciada a partir de um plano superior ao do solo, seguida de uma queda e um ressalto imediato). Posteriormente, adaptou esses movimentos para os exercícios de membros superiores, nomeando a sistematização dos exercícios criados como “método de choque” (VERKHOSHANSKY; VERKHOSHANSKY, 2011). O método de choque consiste em ressaltos a partir de uma determinada altura para desenvolver os aspectos reativo e neuromuscular dos atletas (LUNDIN, 1985).

Durante a década de 60, Verkhoshansky mantinha contato com o treinador americano Fred Wilt, o qual se interessou por aquela nova forma de treinamento e resolveu estudá-la e aplicá-la no treinamento de seus atletas, divulgando-a em língua inglesa, passando a escrever sobre o tema (VERKHOSHANSKY; VERKHOSHANSKY, 2011).

No entanto, o termo método de choque não fora utilizado, Wilt passou a denominar aqueles exercícios como pliométricos (*plyometrics*). Esse autor teve importante participação na divulgação do TP na língua inglesa, tornando-o mais acessível a pesquisadores de outras nacionalidades.

Segundo Wilt (1975), os exercícios pliométricos necessitavam da produção de movimentos reativos de força, tão importantes para o desempenho nos saltos, corridas em velocidade e lançamentos. Wilt constatou que os exercícios pliométricos, utilizados naquela altura pelos europeus, notadamente russos e alemães, estavam relacionados a produção de uma sobrecarga, a qual estimularia o reflexo de estiramento nos músculos. Ainda segundo Wilt (1975), o termo pliométrico aparentemente era derivado da palavra grega *pleithyein*, a qual significa aumentar. Além do termo grego, o autor adicionava a palavra *isometric* como termo que pudesse explicar a origem da nova nomenclatura utilizada por ele.

Nessa perspectiva Davies, Rieman e Manske (2015) afirmam que a palavra pliométrico (*plyometric*) é uma derivação da palavra grega *plythein* ou *plyo*, a qual significa aumentar e *metric* significa medida, conseqüentemente utiliza-se o termo pliométrico na perspectiva de se atribuir o significado de aumentar a medida. Nessa mesma direção, Chu, Faigenbaum e Falkel (2006) também explicam que, o termo pliométrico significa aumentar uma medida. Ainda sob a ótica desses autores, o treinamento pliométrico condiciona o corpo por meio de movimentos dinâmicos que envolvem uma rápida ação excêntrica a qual é imediatamente seguida por um encurtamento muscular (ação concêntrica).

Embora ambas as ações musculares sejam importantes para o desempenho de qualquer exercício pliométrico, a quantidade de tempo que leva para acontecer a transição entre a ação muscular excêntrica para a ação muscular concêntrica é um fator crítico nesse tipo de treinamento, por isso a fase de contato com o solo deve ser a mais curta possível. Desse modo, exercícios realizados lentamente, com uma fase de contato no solo muito longa não são considerados pliométricos (CHU; FAIGENBAUM; FALKEL, 2006).

Corroborando com esses autores, Bobbert (1990) acrescenta que o TP por meio dos saltos em profundidade, consiste na realização de exercícios que utilizam o CAE,

caracterizado por uma rápida fase excêntrica seguida de uma ação concêntrica potenciada pelo reflexo de estiramento.

O TP também busca aproveitar a utilização dos componentes elásticos naturais do ser humano presentes no tendão e no músculo, armazenados no instante da ação excêntrica e utilizados no encurtamento muscular (POTACH; CHU, 2008).

De acordo com Markovic e Mikulic (2010), o TP envolve exercícios de salto e lançamento, com a utilização do CAE do músculo esquelético. Para Cappa e Behm (2011) exercícios com características pliométricas envolvem os saltos em profundidade, saltos horizontais, saltos verticais com contramovimento e outras atividades, tais como lançamentos. Essas atividades envolvem diferentes variáveis mecânicas que influenciam no rendimento, a exemplo da taxa de produção de força (CAPPA; BEHM, 2011).

Segundo Duchateau e Braudy (2011), o TP não tem o objetivo de desenvolver a força máxima. Nesse mesmo sentido, Santos e Janeira (2011), afirmam que o TP é conhecido como um efetivo meio para otimizar principalmente a força explosiva (SANTOS; JANEIRA, 2011). Outra vantagem do TP é permitir treinar mais especificamente o componente alongamento-encurtamento de um movimento, o qual é difícil de realizar com outras técnicas (DUCHATEAU; BAUDRY, 2011).

Os exercícios pliométricos podem ser combinados com outros tipos de exercícios ou aplicados de forma isolada (VILLARREAL *et al.*, 2009). Um exemplo de aplicação combinada é o treinamento complexo, onde o exercício pliométrico é realizado após o treino de força com pesos na mesma sessão, com pausas entre um e outro tipo de treino previamente determinadas (EBBEN; WATTS, 1998; EBBEN, 2002).

Embora não se possa afirmar que há um consenso entre todas as definições vistas acima, pode-se sintetizar que o TP é uma forma de treinamento que foi criada para potenciar os mecanismos neuromusculares, sendo utilizado, fundamentalmente, para otimizar os aspectos explosivos e reativos, estimulando adaptações que resultem no melhor desempenho de saltos, corridas em velocidade, lançamentos e outras atividades dinâmicas que necessitem de movimentos rápidos e que utilizem o CAE. A partir de uma rápida transição entre as ações musculares excêntricas e concêntricas,

pode-se adicionar a essas ações, a potenciação dos mecanismos elásticos e reflexos da unidade músculo-tendão, atingindo um melhor desempenho nas atividades realizadas.

No tópico a seguir, aprofunda-se os aspectos neuromusculares já citados e outros componentes que influenciam o CAE, mecanismo tão importante para o entendimento do desempenho no TP.

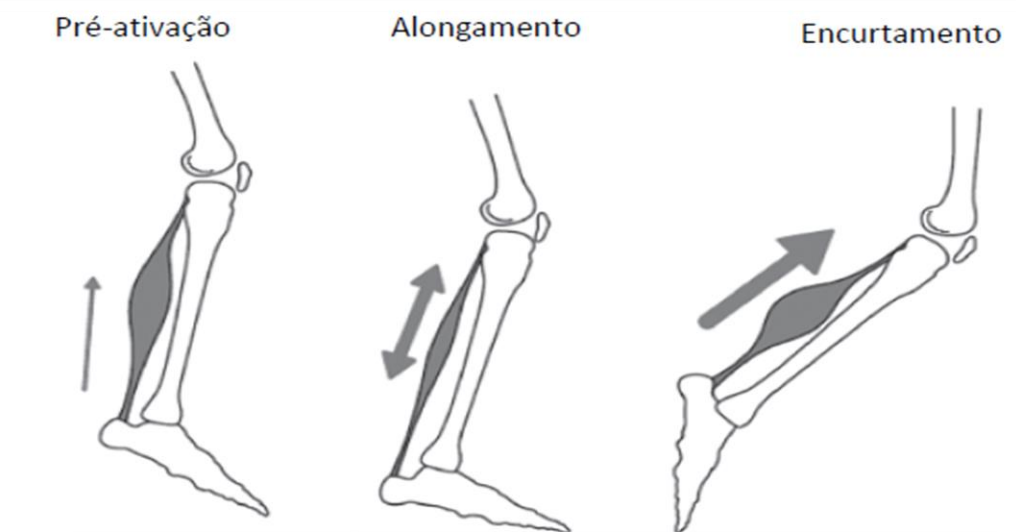
## **2.2 Ciclo Alongamento-Encurtamento (CAE)**

As definições apresentadas na literatura sobre o TP, descrevem o CAE como mecanismo de fundamental importância para esta forma de treinamento (KYRÖLÄINEN; KOMI, 2011; DAVIES; RIEMAN; MANSKE, 2015). Nessa perspectiva, apresenta-se a seguir, o conceito de CAE e alguns mecanismos neuromusculares que ajudam ao melhor entendimento desse ciclo. Os exemplos e definições enfatizam os membros inferiores, devido às características do objeto de estudo desta tese.

O CAE da funcionalidade muscular, pode ser entendido a partir da observação de que os segmentos corporais são, sistematicamente, submetidos a forças de impacto e alongamentos. O salto, a corrida e a caminhada são exemplos de como as forças externas induzem ao alongamento muscular, onde o músculo age de forma excêntrica. Já no encurtamento, o músculo age de forma concêntrica. A combinação das ações excêntrica e concêntrica, resulta em um tipo natural de função muscular humana, a saber: o CAE (KOMI, 2003).

O CAE possui aspectos imprescindíveis na sua caracterização, que estão ilustrados na figura 1. A pré-ativação muscular que ocorre antes do contato com o solo. Na fase de contato com o solo os músculos são alongados (ação excêntrica), no caso de músculos extensores dos membros inferiores durante o salto ou corrida. A fase excêntrica é seguida rapidamente da fase de encurtamento muscular (ação concêntrica) quando o segmento corporal está realizando uma pressão contra o solo (KOMI; NICOL, 2011).

**Figura 1 – Ciclo alongamento-encurtamento no membro inferior**



Fonte: Komi e Nicol (2011, p.16). Houve alteração na ilustração original, realizando-se tradução livre dos termos *Pre-activation*, *Stretch*, *Shortening* (Pré-ativação, Alongamento, Encurtamento, respectivamente).

Em síntese, um efetivo aproveitamento do CAE, em ações como o salto vertical, requer a associação de uma pré-ativação adequada dos músculos antes da fase excêntrica; uma rápida fase excêntrica e uma imediata transição da ação excêntrica para ação concêntrica muscular (KOMI; GOLLHOFER, 1997; KOMI; NICOL, 2011 ). Nos três subtópicos a seguir o objetivo é aprofundar esses aspectos.

### **2.2.1 Pré-ativação**

Estudos têm demonstrado que os músculos extensores dos membros inferiores são ativados ainda antes do contato com o solo em atividades de salto e em outras atividades da locomoção humana (MELVILL JONES; WATT, 1971a; GOLLHOFER; SCHMIDTBLEICHER; DIETZ, 1984; AVELA; SANTOS; KOMI, 1996; LESINSK *et al.*, 2016). A esse mecanismo é atribuído o termo pré-ativação muscular ou pré-inervação (KOMI *et al.*, 1987).

De acordo com Melvill Jones e Watt (1971a) a regulação desse mecanismo parece ocorrer a partir dos centros superiores do sistema nervoso, com a contribuição do sistema vestibular. No entanto, Dietz e Noth (1978) afirmam que é mais provável que uma programação central neste nível seja alimentada por informação visual e

proprioceptiva, que determinariam o início e a magnitude da pré-ativação. Esses mesmos autores destacam que, na falta de informações visuais da altura de queda, a pré-ativação poderia estar dependente do sistema vestibular.

Complementando as afirmações acima, Avelar, Santos e Komi (1996) citam que o controle desse mecanismo parece ser realizado por uma influência múltipla de sistemas (vestibular, visual e proprioceptivo) e que alterações em cada um deles pode alterar a pré-ativação.

A pré-ativação muscular e os reflexos de alongamento participam como mediadores do processo de regulação da rigidez muscular em atividade de salto, a exemplo do salto em profundidade (LESINSK *et al.*, 2016). A pré-ativação muscular é responsável por acionar uma adequada atividade reflexa para produzir um correspondente nível de rigidez muscular que possa suportar a fase de impacto do membro no solo (GOLLHOFER; SCHMIDTBLEICHER; DIETZ, 1984; AVELA; SANTOS; KOMI, 1996).

Gollhofer, Schmidtbleicher e Dietz (1984) citam que essa regulação permite que o corpo se mantenha estável durante a fase de aterrissagem e pode ter uma compensação adequada para perturbações inesperadas e mudanças rápidas. Essas mudanças podem ser exemplificadas com os altos níveis de força de reação do solo que são gerados na aterrissagem.

Corroborando com os autores acima, Nicol, Avelar e Komi (2006) afirmam que nas ações motoras humanas como caminhada, salto e corrida, ocorrem cargas de impacto consideráveis quando ocorre o contato com o solo. Esse contato requer uma pré-ativação muscular a partir dos músculos extensores dos membros inferiores antes do contato com o solo ocorrer, ajudando o membro inferior resistir ao impacto.

Evidências demonstram que, com o aumento da altura de queda em saltos em profundidade, o nível de pré-ativação pode aumentar (SANTOS, 1991). Exemplo desse fato, é o estudo de Lesinsk *et al.* (2016) que estudaram, entre outros objetivos, a influência da altura inicial de queda na pré-ativação neuromuscular. Esses pesquisadores utilizaram três diferentes alturas de queda no salto em profundidade, a saber: 20, 40 e 60 centímetros em adultos fisicamente ativos (homens e mulheres).

Nesse estudo foi encontrado aumento na atividade eletromiográfica, com o aumento da altura de queda em dois músculos (gastrocnêmios e sóleo), dos três estudados.

Kuitunen, Ogiso e Komi (2011) analisaram oito estudantes fisicamente ativos e relataram que, à medida que encontravam um aumento na força de reação do solo (utilizaram este parâmetro para determinar uma maior intensidade) nos saltos verticais realizados, maior era a pré-ativação encontrada nos músculos gastrocnêmios lateral e medial, sóleo e vasto lateral.

Outras evidências indicam que, se a altura de queda for excessiva, a regulação neuronal pode funcionar de forma distinta. Quando o impacto é demasiado, o grau de tensão causado na unidade músculo-tendão, estimula o órgão tendinoso de golgi, proprioceptor que pode desencadear uma inibição reflexa dessa unidade, impedindo a continuidade da geração de níveis de tensão inadequados (WALSHE; WILSON, 1997).

Viitasalo, Salo e Lahtinen (1998) compararam a pré-ativação de atletas de salto triplo com estudantes fisicamente ativos, utilizando 40 e 80 centímetros como alturas de queda. Foi encontrada diferença significativa na pré-ativação dos músculos vasto lateral e gastrocnêmio. Dos grupos analisados, os atletas iniciaram o processo de pré-ativação em momento anterior do que os universitários. De acordo com esses autores, esse fenômeno pode ter ocorrido em razão das adaptações prévias dos saltadores. Os mesmos autores acreditam que o TP pode, além de desenvolver a força explosiva, desenvolver adaptações neurais que auxiliem na regulação da rigidez, conferindo aos indivíduos treinados melhor preparação para as atividades de impacto, a exemplo das aterrissagens nos saltos.

O estudo de Kyröläinen e Komi (1995), já havia apontado numa mesma direção, quando investigaram dois grupos: um formado por saltadores e velocistas, e o outro composto por atletas de provas de resistência de longa duração. Ambos os grupos utilizaram o salto em profundidade. Também foi encontrado maior nível de pré-ativação para o primeiro grupo citado. Os autores justificam que, possíveis adaptações do sistema nervoso central em atletas habituados ao TP podem ajudar a explicar o resultado, mas também apontam que, as características de atletas de velocidade relacionadas as fibras musculares rápidas, também podem influenciar em um

recrutamento de unidades motoras mais rápidas e potentes do que atletas de resistência.

### **2.2.2 Reflexo de estiramento**

O *feedback* contínuo da informação sensorial dos músculos para o sistema nervoso central é importante para indicar o estado funcional do músculo a todo momento; indicando o seu comprimento, o seu grau de tensão, velocidade de variação do seu comprimento e tensão. Para o fornecimento de tais informações, a unidade músculo-tendão é suprida com alguns receptores sensoriais, a exemplo do fuso muscular (GUYTON; HALL, 2011).

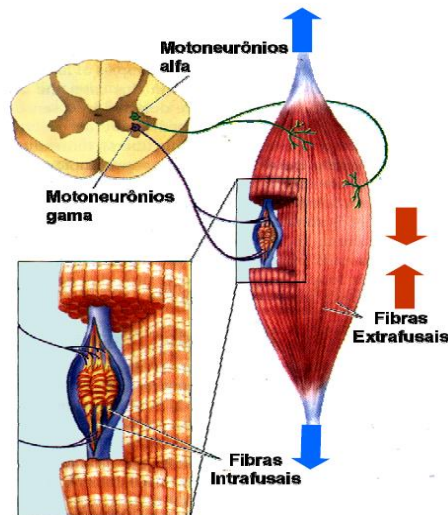
Os fusos musculares estão diretamente relacionados com a detecção do comprimento e da velocidade da alteração desse comprimento no músculo (SCHMIDTBLEICHER, 2005). São encontrados em grande número nos músculos locomotores humanos. Os músculos que necessitam de graus mais finos de controle possuem uma maior densidade de fusos; os músculos responsáveis por movimentos mais amplos, contém uma menor densidade de fusos (POWERS; HOWLEY, 2014).

Cada fuso tem de 3 a 10 milímetros de comprimento e é constituído por 3 a 12 fibras intrafusais muito finas e ligadas ao glicocálice das fibras maiores e musculares esqueléticas extrafusais. A região central das fibras intrafusais tem poucos, ou não possuem filamentos de actina e miosina (elementos proteicos para contração muscular). Portanto, essa região não se contrai quando as extremidades se contraem. A região central funciona como receptora sensorial. As porções terminais que se contraem são estimuladas via fibras nervosas motora gama, que têm origem nos pequenos neurônios motores tipo A gama, que se localizam no corno anterior da medula espinhal (GUYTON; HALL, 2011).

As fibras motoras gama são, também, denominadas de fibras eferentes gama. Por sua vez, como se observa na figura 2, as fibras eferentes alfa (fibras nervosas tipo A alfa) inervam os músculos esqueléticos extrafusais (GUYTON; HALL, 2011). Esses autores destacam ainda que, o receptor do fuso muscular pode ser excitado de duas maneiras: a) com o aumento do comprimento do músculo ocorre o alongamento da região central do fuso e, assim, excita o receptor; b) ainda que o comprimento do

músculo não se altere por inteiro, a contração das regiões terminais das fibras intrafusais do fuso provocam o estiramento da porção central do fuso e, portanto, excitam o receptor.

**Figura 2 – Síntese do circuito neuronal do reflexo de estiramento**



Fonte: Foss e Keteyian (2000)

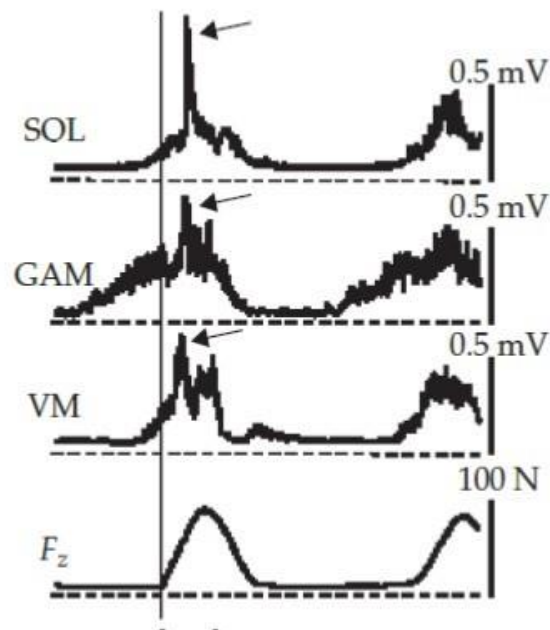
A participação efetiva do reflexo do estiramento no CAE tem sido investigada e questionada, com o argumento que o tempo limitaria a possibilidade do mesmo ter um significado funcional durante a fase de aterrissagem. Segundo Komi e Nicol (2011) para provar, de fato, essa funcionalidade a melhor metodologia a ser aplicada seria estudar diretamente as mudanças no comprimento do fuso muscular; isso ainda não é possível nos movimentos de locomoção humana. Ainda de acordo esses autores, é possível o estudo *in vivo* das mudanças de comprimento dos fascículos do músculo e também em movimentos rápidos. Como os fascículos estão diretamente ligados a contratilidade das fibras extrafusais, suas mudanças podem refletir as mudanças paralelas nas fibras intrafusais.

Na figura 3 é demonstrado com uma seta o pico da resposta reflexa em diferentes músculos logo após a aterrissagem que precede um ressalto (KOMI; GOLLHOFER, 1997). Nesta figura a linha vertical que corta os gráficos representa o momento exato da aterrissagem. Nota-se, pela figura, um pequeno atraso de tempo entre a aterrissagem até a detecção do pico da resposta reflexa, este tempo é, segundo os autores, por volta de 40-45 milissegundos (KOMI; GOLLHOFER, 1997; KOMI; NICOL,

2011) ou entre 30-45 milissegundos (SCHMIDTBLEICHER, 2005). Esse fato reforça a importância da pré-ativação muscular que responde à carga imposta pela aterrissagem ainda antes da mesma ocorrer, o que garante uma resposta muscular adequada às mudanças abruptas que ocorrem nos membros inferiores por causa do impacto da aterrissagem.

A resposta reflexa ilustrada na figura 3 potencializa o CAE. Quando um músculo é submetido a situações de alongamento como as causadas pelas aterrissagens que precedem um salto, a resposta do grupamento muscular é uma imediata contração muscular. Essa resposta reflexa potencializa a atividade desses músculos, contribuindo para o aumento da ativação das fibras e, por conseguinte, da força muscular produzida no movimento (KOMI; NICOL,2011)

**Figura 3 – Pico de ativação reflexa durante a aterrissagem no salto em profundidade**



Fonte: Komi e Nicol (2011,p.37) redesenhada de Komi e Gollhofer (1997, p.453).

Legenda: SOL: Músculo sóleo; GAM: Músculo gastrocnêmios (no texto original não esclarece se a manifestação do sinal eletromiográfico visto acima, refere-se ao Gastrocnêmio lateral ou ao Gastrocnêmio medial; VM: Músculo vasto medial; Fz: Curva da força de reação do solo.

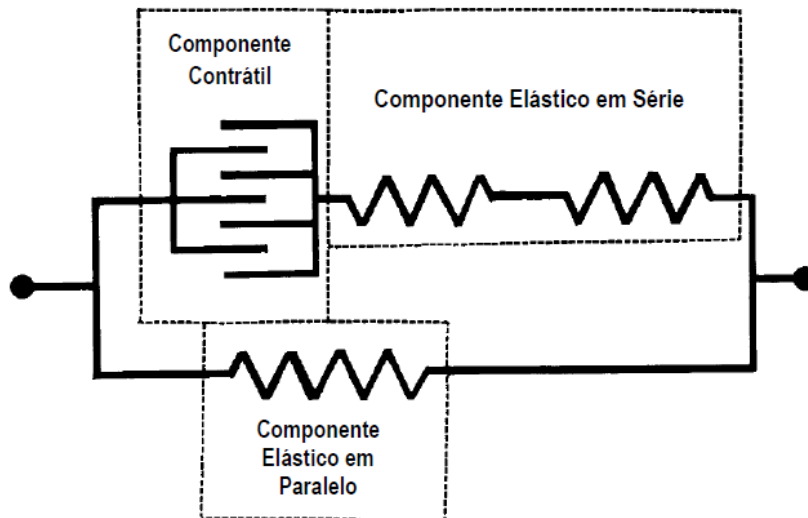
No entanto, além do reflexo de estiramento, um dos mecanismos responsáveis pelo desempenho em atividades que necessitam da utilização do CAE, é o acúmulo da energia potencial elástica e sua reutilização pela unidade músculo-tendão (CAVAGNA, 1977; CONCEIÇÃO, 2004).

### **2.2.3 Armazenamento e utilização da energia elástica no CAE**

O modelo do músculo esquelético representado na figura 4, foi analisado por Fenn, Marsh (1935) e Hill (1938), bem como estudado e discutido por outros autores, dentre os quais: Shorten (1987); Pandy *et al.*, (1990); Pandy (1993). Esse modelo é composto por um componente contrátil, um componente elástico em série e outro componente elástico em paralelo.

O componente contrátil é representado pelas fibras musculares e seus elementos proteicos são a fonte primária da força muscular durante uma ação muscular concêntrica (POTACH, CHU, 2008). Os elementos em série com o componente contrátil são responsáveis pela transmissão da força muscular (SHORTEN, 1987). Esses elementos em série são constituídos por estruturas como os tendões que têm grande capacidade de armazenamento de energia elástica, e também pelas aponeuroses dos músculos (KUBO; KAWAKAMI; FUKONAGA, 1999). Acreditava-se que os elementos elásticos em série residiam, principalmente, nos tendões e nas aponeuroses dos feixes musculares (BOSCO, 2007). No entanto, no próprio maquinário contrátil do músculo esquelético também encontra-se elementos elásticos em série que suportam tensões quando o músculo se contrai. O componente elástico em paralelo é formado, sobretudo, por estruturas conjuntivas que conferem individualidade e manutenção das estruturas musculares, essas estruturas são o epimísio, o perimísio, endomísio que envolvem o músculo, o fascículo e a fibra muscular, respectivamente. Além do sarcolema que constitui a membrana que envolve a célula muscular. (SHORTEN, 1987).

**Figura 4 – Modelo Mecânico do Músculo Esquelético**



Fonte: Adaptada de Shorten (1987, p.3)

Quando a unidade músculo-tendão é alongada, como em uma ação excêntrica, a energia mecânica é absorvida e pode ser temporariamente armazenada na forma de energia elástica (ASMUSSEN; BODE-PETERSEN, 1974). Essa energia pode ser totalmente dissipada em forma de calor ou pode ser armazenada e parcialmente reutilizada (CAVAGNA, 1977). O componente elástico é distendido e, à medida que isso ocorre, a energia elástica é acumulada. Se o músculo inicia uma ação concêntrica imediatamente após ao alongamento, a energia acumulada é liberada, permitindo que o componente elástico em série possa contribuir para a produção total de força, por meio da restituição da unidade músculo-tendão a sua configuração não alongada. Se a ação concêntrica não for realizada de imediato, ou seja, se não houver uma rápida transição entre as ações musculares, a energia armazenada se dissipa e é perdida em forma de calor (POTACH, CHU, 2008).

De acordo com Conceição (2004), para uma mesma força de alongamento um material mais flexível terá capacidade de armazenar mais energia do que um mais rígido. Ainda segundo o mesmo autor, se esse material mais flexível se submeter a uma deformação maior, a força produzida agirá sobre um maior percurso e realizará ao final mais trabalho. Evidências sugerem que a rigidez característica das estruturas tendinosas têm favorecido ao desempenho em atividades que utilizam o CAE, possivelmente devido a adequada capacidade de armazenar e liberar a energia elástica por essas estruturas (KUBO; KAWAKAMI; FUKONAGA, 1999).

Cavagna (1977) sugere que a unidade músculo-tendão menos rígida poderá utilizar melhor a energia elástica, podendo acarretar em um melhor aproveitamento do CAE.

Kubo *et al.* (2007) observaram em um grupo de homens jovens e fisicamente ativos os efeitos do treinamento pliométrico (TP) e do treinamento com pesos em 12 semanas nas seguintes variáveis: rigidez do tendão calcâneo, rigidez da estrutura articular dos joelhos, ativação dos músculos flexores plantares (gastrocnêmios, soleo) e do flexor dorsal (tibial anterior). Foi avaliado ainda, o desempenho no salto a partir de uma posição agachada (SA), salto com contramovimento (SC) e salto em profundidade (SP). Os resultados desse estudo apontaram que o TP foi superior ao treino com pesos em relação ao desempenho nos saltos. Não houve diferença em relação ao grau de ativação dos músculos estudados; as diferenças nas propriedades elásticas dos músculos foram atribuídas pelos autores como determinantes nos resultados. Houve aumento da energia elástica medida no tendão com vantagem para o TP; houve aumento significativo da rigidez do tendão apenas no grupo do treinamento com pesos; a rigidez da articulação do tornozelo diminuiu significativamente após o TP; a capacidade de alongamento máximo do tendão também só foi aumentada para o grupo do TP. Esses achados ilustram, de certa forma, as constatações dos autores citados anteriormente neste tópico (CAVAGNA, 1977; KUBO; KAWAKAMI; FUKONAGA, 1999; CONCEIÇÃO, 2004).

### **2.3 Estudos com utilização de barreiras no TP e em avaliações do salto ou ressalto vertical.**

Na literatura específica voltada para o TP verifica-se a utilização de distintos materiais como forma de dinamizar o treinamento, conferindo variação aos exercícios. Os obstáculos para transposição por meio dos saltos seguido de ressaltos são estratégias bastante utilizadas. Destaca-se dentre os materiais utilizados as barreiras, similares àquelas utilizadas no treinamento e em competições de atletismo, com adaptações específicas. Essas barreiras são utilizadas no próprio treinamento realizado em várias semanas (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; MARKOVICK *et al.*, 2007; MAKARUK *et al.*, 2011; RUBLEY *et al.*, 2011; SANTOS; JANEIRA, 2011; HOUGHTON; DAWSON; RUBENSON, 2013; CHELLY *et al.*, 2014; KIBELLE *et al.*, 2014; MAKARUK *et al.*, 2014; OZBAR; ATEŞ; AGOPYAN, 2014); na influência aguda de saltos consecutivos sobre barreiras na fadiga muscular, ativação muscular, força de reação do solo e altura

do salto vertical (VIITASALO *et al.*, 1993); como alternativa para verificação de efeitos do treinamento complexo em saltos horizontais (RUBEN *et al.*, 2010); na comparação com tradicionais saltos com contramovimento (CAPPA; BEHM, 2011); na verificação das suas características a partir de diferentes tipos de aterrissagem (CAPPA; BEHM, 2013); para estudar a ativação muscular de diferentes músculos na aterrissagem com um único apoio (CAVANAUGH; ABOODARDA; BEHM., 2016 ); e, ainda, para estudar os efeitos crônicos do próprio TP (KIBELLE *et al.*, 2014).

Dos estudos acima elencados, é nítida a ausência de descrição de alguns critérios e fundamentos que possam ajudar os pesquisadores ou treinadores na replicação dos métodos. Principalmente no que se refere a parâmetros individuais que possam ajudar na orientação e avaliação sistemática do desempenho e na configuração individualizada da carga de treinamento, essas lacunas são elencadas a seguir:

- a) Ausência da descrição de critérios que determinaram as alturas de barreiras utilizadas na semana inicial de treinamento (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; MARKOVIC *et al.*, 2007; MAKARUK *et al.*, 2011; SANTOS; JANEIRA, 2011; RUBLEY *et al.*, 2011; HOUGHTON; DAWSON; RUBENSON, 2013; CHELLY *et al.*, 2014) e nas demais semanas (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; MARKOVIC *et al.*, 2007; RUBLEY *et al.*, 2011; HOUGHTON; DAWSON; RUBENSON, 2013; CHELLY *et al.*, 2014; MAKARUK *et al.*, 2014);
- b) Utilização de altura da barreira uniforme em sujeitos distintos durante as semanas de treinamento (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; MARKOVIC *et al.*, 2007; MAKARUK *et al.*, 2011; RUBLEY *et al.*, 2011; HOUGHTON; DAWSON; RUBENSON, 2013; CHELLY *et al.*, 2014; MAKARUK *et al.*, 2014), fato que não observa o princípio das diferenças individuais;
- c) Quando da utilização de mais de uma barreira, ausência da descrição da distância entre as mesmas (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; MAKARUK *et al.*, 2011; RUBLEY *et al.*, 2011; HOUGHTON; DAWSON; RUBENSON, 2013; MAKARUK *et al.*, 2014);
- d) Ausência do registro da distância dos pés do sujeito para a primeira ou única barreira a ser saltada (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; MAKARUK *et al.*, 2011;

RUBLEY *et al.*, 2011; HOUGHTON; DAWSON; RUBENSON, 2013; CHELLY *et al.*, 2014; MAKARUK *et al.*, 2014);

- e) Ausência de critérios explícitos que possam determinar o número de barreiras utilizadas para o treinamento (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; MARKOVIC *et al.*, 2007; RUBLEY *et al.*, 2011; SANTOS; JANEIRA, 2011; HOUGHTON; DAWSON; RUBENSON, 2013; CHELLY *et al.*, 2014; MAKARUK *et al.*, 2014);
- f) Ausência da informação quanto à familiarização com esse obstáculo (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; RUBLEY *et al.*, 2011; HOUGHTON; DAWSON; RUBENSON, 2013; CHELLY *et al.*, 2014) ou cita que houve familiarização e não explica como foi realizada (MARKOVIC *et al.*, 2007; MAKARUK *et al.*, 2011).
- g) Quando da utilização da barreira para avaliação de desempenho não ficou claro se o teste foi oriundo de um processo de validação (RUBEN *et al.*, 2010; KIBELLE *et al.*, 2014);
- h) Ausência de um método específico para determinação da altura de barreira. Quando foi feita essa determinação, utilizou-se porcentagens de outro teste (CAPPA; BEHM, 2011).

Diante desse quadro de lacunas apresentado, é importante o aprofundamento de estudos contemplando esses critérios, de forma a orientar treinadores e pesquisadores no processo de identificação da individualização da altura adequada de transposição de barreiras no TP.

## **2.4 Testes que utilizam salto ou ressalto vertical**

Um dos testes mais citados na literatura, que é considerado pioneiro no processo de avaliação do desempenho no salto vertical, é o teste desenvolvido pelo professor Dudley Allen Sargent. O teste desenvolvido por Sargent (SARGENT, 1921) tem recebido nomes distintos, tais como: *Sargent's test* (ACERO; SÁNCHEZ; OLMO, 2012); *Sargent Jump test* (SALLES *et al.*, 2012); *Jump and Reach test* (MUEHLBAUER *et al.*, 2016).

Esse teste consiste na realização de um salto vertical com o auxílio dos membros superiores; inicialmente o indivíduo coloca-se com a lateral do seu corpo voltada para uma parede (ou algo similar) e com o braço dominante marca na parede o ponto de

maior alcance com a palma da mão voltada para parede. Ao realizar uma rápida flexão e extensão dos quadris e joelhos, realiza um salto vertical e toca a parede ou alguma escala métrica acoplada a essa. O desempenho é descrito a partir da diferença entre a distância do maior alcance parado com o ponto mais alto que o executante tocou ao realizar o salto vertical. O equipamento comumente utilizado em pesquisas recentes para determinar essa distância é chamado de *Vertec* (NUZZO; ANNING; SCHARFENBERG, 2011; MUEHKBAUER *et al.* 2016), ilustrado na figura 5.

**Figura 5 – Utilização do *Vertec* no salto vertical**



Fonte: MUEHKBAUER *et al.* 2016

No entanto, a evolução dos estudos pertinentes ao modelo mecânico do músculo esquelético (HILL, 1938; SHORTEN, 1987); pesquisas referentes as propriedades mecânicas da unidade músculo-tendão, principalmente aquelas referentes às evidências de armazenamento e utilização da energia elástica (MAREY; DEMENY, 1985; CAVAGNA; DUSMAN.; MARGARIA, 1968; ASMUSSEN; BODENPERTERSEN, 1974; CAVAGNA, 1977); estudos de regulação da ativação muscular (MELVILL JONES; WATT, 1971a; MELVILL JONES; WATT, 1971b; DIETZ; NOTH, 1978) e da contribuição dos diferentes segmentos corporais para o desempenho no

salto vertical (LUHTANEN; KOMI,1978), levaram os pesquisadores a criar novas perspectivas em relação aos tipos de salto e ressaltos que atendessem a evolução do conhecimento.

Komi e Bosco (1978), a partir do estudo de Asmussen e Bode-Petersen (1974) desenvolveram diferentes testes para mensurar o desempenho no salto vertical, a saber: salto a partir de uma posição agachada (SA); salto com contramovimento (SCM) e salto em profundidade (SP), conhecidos na literatura internacional como: *Squat Jump*, *Countermovement Jump* e *Drop Jump*, respectivamente.

O SA consiste na técnica de salto vertical onde o sujeito inicia numa posição de agachamento, suas mãos permanecem fixas nos quadris, em seguida ele realiza uma extensão de joelhos (de aproximadamente 180°) da forma mais potente possível. Não pode ser realizada uma flexão de joelhos além da inicialmente estabelecida, ou seja, o salto não pode ter um contramovimento. O ângulo de referência utilizado para essa flexão dos joelhos na posição inicial deste teste era de 90° (KOMI; BOSCO, 1978; BOSCO; KELLIS, 1993). Posteriormente essa angulação não aparece citada na maioria dos estudos, utiliza-se, habitualmente, uma angulação individual em um processo de auto seleção efetuada pelo próprio sujeito. Como não existe uma ação inicial de contramovimento, este teste está direcionado para estimar a capacidade de produção de força a partir da contração puramente concêntrica (SCHMIDTBLEICHER, 2005). As dificuldades para realização do SA, são ressaltadas por Linthorne (2001), onde afirma que, mesmo saltadores experientes requerem um período de prática para não realizarem a fase de contramovimento no SA.

O SCM é também um teste que utiliza o salto vertical, no qual o sujeito parte da posição em pé, com tronco ereto, joelhos estendidos e mãos fixas nos quadris, realiza uma preparação por meio de um rápido contramovimento e então efetua um salto vertical com extensão vigorosa dos joelhos e quadris (LINTHORNE, 2001). No instante do contramovimento são solicitados os elementos elásticos em série (pontes cruzadas e tendão) favorecendo o armazenamento de energia elástica, que deve ser reutilizada no momento da fase concêntrica do salto, aumentando o potencial de força explosiva (BOSCO; KELLIS, 1993). Esse tipo de salto, embora também utilize as mãos fixas nos quadris em toda sua execução, é um movimento que mais se aproxima dos

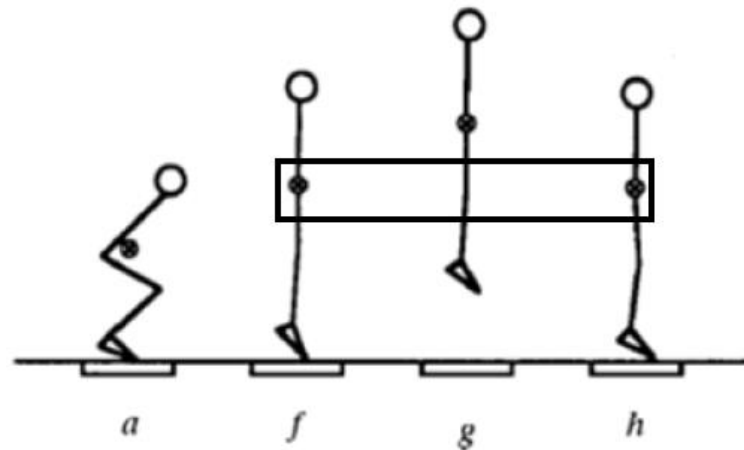
movimentos executados nos esportes. Talvez por esse fato, seja mais utilizado na literatura do que o SA, quando se quer analisar o desempenho nos saltos verticais.

No estudo de Impellizzeri *et al.* (2008) efetuado com jogadores adultos de futebol amador, os indivíduos foram submetidos ao TP durante quatro semanas; um grupo treinou na grama e o outro efetuou o treinamento na areia, onde a velocidade de execução do CAE pode ser mais prejudicada, aumentando, sobremaneira, o esforço na parte propulsiva da ação dos membros inferiores e, por conseguinte, aumentando a solicitação da ação concêntrica. Sendo assim, o grupo que treinou no terreno de areia durante quatro semanas teve o seu desempenho no SA muito mais expressivo do que no SCM. Por sua vez, o grupo que treinou na grama teve um aumento do desempenho pronunciado no SCM, demonstrando os efeitos da especificidade do treinamento desenvolvido (IMPELLIZZERI *et al.*, 2008).

Nas figuras 6 e 7, descritas por Linthorne (2001), é exemplificado como se pode assumir a hipótese de que a altura do centro de gravidade da fase de *take-off* (fase f nas duas figuras) é a mesma da altura do centro de gravidade na aterrissagem (fase h nas duas figuras). Com esse pressuposto, pode-se utilizar uma equação para calcular o tempo de voo, a saber:  $h = 1/8 * g.t^2$ , onde h = elevação do centro de gravidade; g= gravidade; t = tempo de voo (SZMUCHROWSKI; VIDIGAL, 1999).

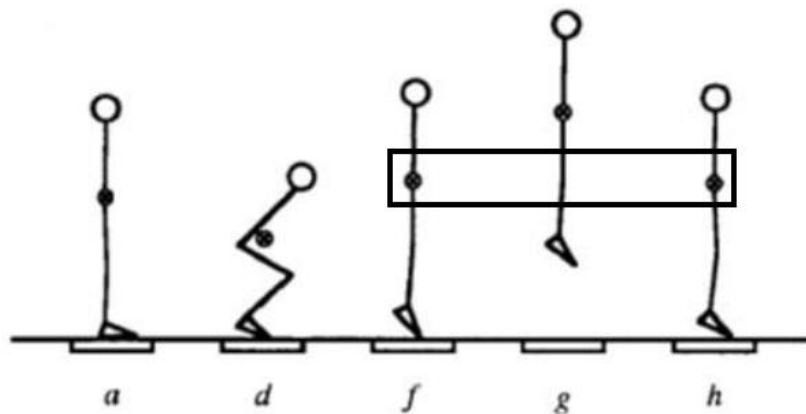
A utilização do tempo de voo como parâmetro para calcular a altura desempenhada no salto tem sido usado amplamente pelos tapetes de contato, a exemplo do *ergojump* desenvolvido por Bosco (BOSCO, 1987; BOSCO; KELLIS, 1993). De acordo com Linthorne (2001), o tempo de voo também é usado como parâmetro nos *softwares* das plataformas de força com o mesmo objetivo.

Figura 6 – Técnica de execução do Salto a partir de uma posição agachada e posição do centro de gravidade



Fonte: Lithorne (2001, p. 1199)

Figura 7 – Técnica de execução do Salto com contramovimento e posição do centro de gravidade



Fonte: Lithorne (2001, p. 1199)

Ferreira, Carvalho e Szmuchrowski (2008) ao exemplificarem a determinação de valores de altura de salto de uma plataforma de força específica ( plataforma de força bipodal, PLA3-1D-7KN/JBA, Staniak®), descrevem que os valores de altura de salto vertical são fornecidos a partir da velocidade máxima de decolagem. Os sensores detectam a aplicação de força durante o tempo, e o *software* efetua o cálculo do valor do impulso obtido ( $\text{impulso} = \text{força} \times \text{tempo}$ ) e, posteriormente, utiliza-se esse valor para calcular a velocidade de decolagem máxima ( $\text{velocidade} \times \text{massa} = \text{força} \times$

tempo), e então calcula-se a altura obtida no salto vertical (altura do salto = velocidade máxima de decolagem  $^2 / 2x$  aceleração da gravidade).

O SP, por sua vez, é utilizado a partir de um plano superior, banco ou algo similar, onde o sujeito em pé, com os joelhos estendidos, o tronco ereto, avança um dos pés, deixa o seu corpo cair em queda livre e, logo após a queda, realiza um ressalto vertical máximo (ASMUSSEN; BONDE-PETERSEN, 1974; KOMI; BOSCO, 1978). É importante que no momento inicial da queda nenhum movimento para cima seja realizado, podendo alterar a altura inicial de queda. O indivíduo deve realizar uma rápida aterrissagem, seguida de um movimento vigoroso para cima, realizando um ressalto vertical máximo (BOSCO; KELLIS, 1993). As alturas de queda vão aumentando até o indivíduo não conseguir aumentar o valor da altura obtida no ressalto vertical correspondente (SCHMIDTBLEICHER, 2005). Komi e Bosco (1978) sugerem alturas de queda a partir de 20 cm. Walsh *et al.* (2004) afirmam que não se deve aumentar a altura de queda sem considerar o tempo de contato correspondente a essa altura.

De acordo com Schmidbleicher (2005), se o contato no solo for demasiadamente curto (menor que 90 milissegundos) pode prejudicar a produção de altos níveis de força pelo sistema neuromuscular, não havendo tempo suficiente para produção desses altos níveis de força. Ao passo que, se o contato for demasiadamente longo prejudicará a transmissão da energia elástica absorvida na fase de contato para a fase concêntrica do salto. Segundo o mesmo autor, por volta de 200 milissegundos ocorre o contato em várias modalidades, quando da realização de saltos potentes e verticais e nos saltos em distância, bem como na maioria dos saltos das modalidades esportivas.

Ainda de acordo com Schmidbleicher (2005), na fase de contato com o solo ocasionado na queda do SP é gerada uma rigidez muscular de pequenas amplitudes (*short range elastic stiffness*), que está ligada a limitação do alongamento da unidade músculo-tendão durante a fase inicial do contato no solo. Simultaneamente a esse processo, por conta de um rápido alongamento da unidade músculo-tendão também é gerado o reflexo miotático (ou reflexo de estiramento), que estimula, sobremaneira, os fusos musculares, potenciando a ação reflexa do músculo, além da participação da unidade músculo-tendão que absorve, armazena e transmite a energia potencial

elástica para o restante do movimento (finalizado por uma ação concêntrica). Isso quer dizer que, se a altura de queda for adequada poderá promover uma carga de alongamento suportável para o sujeito, onde o mesmo possa, de imediato, realizar um ressalto vertical.

Caso a carga de alongamento seja demasiada, ou por uma maior altura de queda, ou por cargas adicionais (como uma anilha ou um colete com pesos), o impacto gerado pode ser maior, e a carga de alongamento pode ocasionar uma tensão excessiva, estimulando um mecanorreceptor (orgão tendinoso de golgi), que pode vir a desencadear uma inibição reflexa dos músculos envolvidos, ocasionando o mal desempenho do CAE. Tal mecanismo é considerado como um fator de proteção da unidade músculo-tendão (WALSHE; WILSON, 1997).

Para finalizar a caracterização do SP nesta revisão, destaca-se uma variável atrelada a este tipo de teste que vem ganhando cada vez mais importância, sobretudo nos estudos relativos aos ressaltos. Essa variável é o índice de força reativa (IFR), que surge como mais uma alternativa para avaliação do desempenho e é claro como mais um parâmetro para orientação da carga a ser utilizada nos saltos em profundidade. O IFR consiste na razão estabelecida pela altura do salto / tempo de contato (FLANAGAN; COMYNS, 2008).

Como a orientação da carga do TP, com utilização de ressaltos não pode ter apenas como parâmetro a variação nas alturas de queda (BYRNE; RANKIN; KINSELA, 2010; JARVIS; SMITH; COMFORT, 2016), o IFR vem ganhando destaque, pois inclui duas variáveis importantes na mensuração, além de poder ser utilizado com tapetes de contato, mais acessíveis e menos dispendiosos de que as plataformas de força tradicionais. Parece que o IFR também é vantajoso porque quanto maior o valor atingido nesse índice, melhor a relação entre altura obtida no voo e tempo de contato. E, por conseguinte, um ótimo desempenho relacionado ao bom aproveitamento do CAE (STRUZIK *et al.*, 2016).

Byrne *et al.* (2016) alertam que se apenas a altura de queda for monitorada no SP, os atletas podem ter um excesso no tempo de contato no solo podendo, com isso, prejudicar o desenvolvimento da força e, conseqüentemente, na própria altura do ressalto.

O trabalho de Byrne *et al.* (2010) verificou os efeitos do TP em dois grupos de jovens fisicamente ativos. Um dos grupos utilizou como parâmetro para o treinamento a maior altura de queda no SP e o outro o maior IFR obtido. Ambos atingiram resultados semelhantes após oito semanas de treinamento. Tais achados podem levar a seguinte reflexão: talvez possa-se atingir resultados semelhantes no TP, preservando-se a integridade dos atletas, visto que lesões têm sido associadas aos maiores tempos de contato.

Todos comentários e evidências acima elencadas sugerem que o IFR seja considerado como mais um parâmetro importante nas variáveis que podem determinar a carga de treinamento em atividades que requerem ressaltos.

Outro teste que também utiliza o ressalto vertical é o teste descrito por Bosco, Luhtanen e Komi (1983), onde o indivíduo realiza o SCM de forma contínua por 60 segundos. O objetivo principal é mensurar a potência mecânica média (watts/kg), por meio da seguinte equação:  $W = (g^2 \times Tv \times 60) / 4n (60 - Tv)$ , onde  $Tv$  = Tempo de voo;  $g$  = aceleração da gravidade ( $9,81 \text{ m/s}^2$ );  $n$  = o número de saltos realizados em 60s.

Bosco e Kellis (1993) ratificam que esse teste é similar ao SCM, no entanto é realizado de forma contínua durante o tempo estabelecido. De acordo com Bosco (1981), este teste é simples de executar, atende as especificidades das modalidades que utilizam o salto vertical. Esse autor afirma ainda, que os deslocamentos laterais e horizontais devem ser controlados, visto que os pressupostos para o deslocamento do centro de gravidade assumidos para calcular o tempo de voo no SCM, também são utilizados neste teste. Bosco (1981) e Bosco, Luhtanen e Komi (1983) sugerem que este teste pode vir a ser utilizado com outras durações, como 15 segundos.

## **2.5 Confiabilidade e validade em testes motores**

Confiabilidade e validade são considerados critérios de autenticidade científica que devem ser observados para escolha e aplicação de testes motores como, por exemplo, teste relacionados ao ressalto vertical.

### **2.5.1 Confiabilidade**

A confiabilidade da medida obtida em um determinado teste refere-se à consistência ou reprodutibilidade dessa medida, quando alguém realiza testes repetidos (HOPKINS; SCHABORT; HAWLEY, 2001). Se repetições do mesmo teste, em condições idênticas, não produzirem resultados idênticos o teste não será confiável (GUEDES; GUEDES, 2006). A confiabilidade de um teste é pré-requisito para sua validade. Uma das formas de detecção dessa confiabilidade é o coeficiente de estabilidade da medida, que pode ser obtido pelo procedimento teste-reteste. Esse procedimento é repetido um dia ou mais, aplicando-se um intervalo que não prejudique a análise dos resultados. Esse procedimento tem sido considerado bastante rigoroso, pois erros associados à medida tendem a ser mais acentuados em dias distintos (THOMAS; NELSON; SILVERMANN, 2012). De acordo com Hopkins (2002) a melhor medida para realizar teste / reteste é o coeficiente de correlação intraclasse.

Lima e Kiss (2003) destacam a confiabilidade relativa e a absoluta. A confiabilidade absoluta indica o grau em que os resultados de um mesmo sujeito não mudam em magnitude ou valor. Representa a variabilidade dos resultados que se espera quando um indivíduo é reavaliado nas mesmas condições e pode ser representada por medidas de dispersão, a exemplo do coeficiente de variação e o erro padrão de medida. De acordo com Atkinson e Nevill (1998) os métodos mais comuns para se verificar a confiabilidade absoluta é o erro padrão de medida (EPM) e o coeficiente de variação (CV). De acordo com os mesmos autores, as vantagens desses métodos indicados acima são: facéis quanto a análise e podem comparar a confiabilidade medidas de diferentes unidades.

A confiabilidade relativa pode ser estimada pela utilização de algum tipo de coeficiente de correlação, a exemplo do Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI). Os valores de CCI variam de 0 a 1, um CCI de "0" significa total ausência de confiabilidade, enquanto o valor "1" representa o grau máximo de confiabilidade (WEIR, 2005).

### 2.5.2 Validade

O desenvolvimento de programas de atividade física e esportiva depende da qualidade dos protocolos utilizados como, por exemplo, da validade dos instrumentos e testes utilizados nas avaliações de desempenho. “Conceitualmente, um teste ou uma medida só são válidos quando testam ou medem características ou comportamentos diretamente associados ao atributo que se pretende avaliar” (GUEDES; GUEDES, 2006, p.2). Ainda de acordo com esses autores, a determinação do nível de validade de um instrumento de medida está dependente, em grande parte, da sua finalidade, da interpretação dos *scores* obtidos e da sua aplicação.

Lima e Kiss (2003) sustentam a importância de destacar que, propriamente não é o teste que tem ou não validade, mas trata-se de determinar se a medida obtida por meio do teste é válida, ou seja, se tem valor como representação da variável que se pretende quantificar.

De acordo com Thomas, Nelson e Silverman (2012), a validade da medida indica em que nível os escores do teste ou do instrumento medem o que se propõe a medir. Esses mesmos autores apontam quatro tipos básicos de validade: lógica, de conteúdo, de critério e de construto, como passa-se a expor:

- a) Validade lógica: É demonstrada quando a medida, obviamente, refere-se a variável que está sendo medida (LIMA; KISS, 2003). É determinada por julgamentos dedutivos de natureza subjetiva realizado por especialistas da área. Esses procuram verificar a representatividade dos escores obtidos com o instrumento de medida que se pretende validar em relação ao comportamento da variável a ser analisada (GUEDES; GUEDES, 2006);
- b) Validade de conteúdo: a validade de conteúdo de um teste consiste em verificar se o mesmo constitui uma amostra representativa de um universo finito de comportamentos (PASQUALI, 2009). É aplicável quando se pode delimitar *a priori* e com especificidade um universo de comportamentos, como é o caso em testes de desempenho. É utilizada também quando pesquisadores necessitam obter evidências de verificação sobre itens elaborados para determinados fins (PEDROSA *et al.*, 2016);

- c) Validade por critério: os dois principais tipos de validade por critério são: validade concorrente e validade preditiva (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012). A validade concorrente é uma das mais utilizadas no campo da educação física e dos esportes, é um tipo de validade em que um instrumento de medida é comparado com outro de forma concorrente (quase ao mesmo tempo). É comum nas pesquisas em relação a testes no esporte, quando um pesquisador deseja comparar um teste mais acessível e menos dispendioso a um teste amplamente reconhecido na área, que é utilizado como teste critério (LIMA; KISS, 2003). E, ainda, na hipótese de um teste mais específico que utiliza como padrão um menos específico de validade amplamente reconhecida, mas que guarda semelhanças relativas aos critérios de produção energética (BOSCO; LUHTANEN; KOMI, 1978; MEZÊNCIO *et al.*, 2014).

A validade preditiva aponta em que grau escores de variáveis preditoras representam, com precisão, escores de critério. Um exemplo clássico na aplicação de testes em avaliações físicas são as equações de predição para composição corporal, que têm como critério dados coletados em pesagem hidrostática. Os protocolos que utilizam a técnica duplamente indireta de dobras cutâneas são validados por meio de equações de predição referenciadas nos dados critérios obtidos na pesagem hidrostática.

- d) Validade de construto: a validade de construto mostra em que nível os escores do teste a ser validado medem um construto hipotético. Essa validade é usualmente estabelecida pela comparação entre resultados do teste e determinado comportamento. Uma das formas de determinar a evidência desse tipo de validade é o método da diferença de grupos conhecidos (LIMA; KISS, 2003; THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012 ), ou seja, se um conjunto de atletas habituados ao treinamento de uma determinada capacidade, apresentam resultados melhores do que outros não habituados, essa descoberta pode fornecer a evidência de que o teste realmente mede o que se propõe a medir.

### 3 MÉTODOS

#### 3.1 Cuidados éticos

O projeto foi enviado à Plataforma Brasil e encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da UFMG, que aprovou a sua execução, sob o registro CAAE: 43951515.1.0000.5149 (ANEXO 1). Os voluntários receberam inicialmente as informações quanto aos objetivos, métodos aplicados na coleta de dados, possíveis riscos e benefícios de participação na pesquisa. Os sujeitos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (Apêndice 1) e estavam cientes de que a qualquer momento poderiam deixar a pesquisa, sem sofrer nenhum constrangimento por parte do pesquisador responsável. Em respeito à privacidade dos voluntários, as suas identidades foram preservadas. O estudo está sob a égide das normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/2012), que normatiza as pesquisas com seres humanos.

#### 3.2 Etapas do estudo

O estudo foi dividido em duas fases (também se aplicará o termo etapas), quais sejam: I e II.

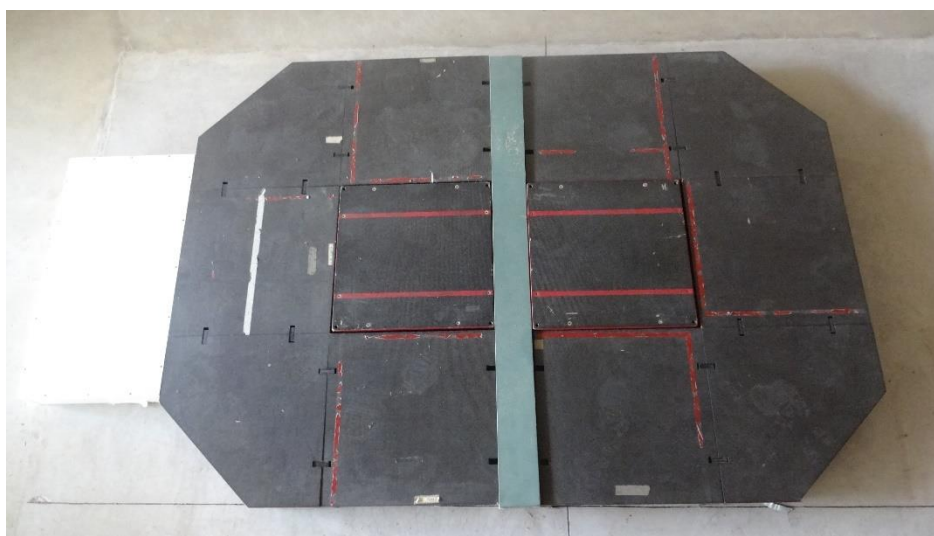
A etapa I consistiu no estudo piloto com o principal objetivo de testar a confiabilidade das medidas no teste proposto e verificar possíveis adaptações nos métodos que aumentassem o rigor estabelecido inicialmente.

A etapa II, por sua vez, orientou-se na perspectiva de reavaliar a confiabilidade das medidas em grupos distintos e verificar as evidências de validade a partir do protocolo proposto.

Houve ainda, um momento de preparação e treinamento dos avaliadores (denominado neste estudo como pré-piloto), que consistiu na formatação da dinâmica operacional das coletas; manuseio e adaptação de equipamentos e instrumentos, como o caso da construção de implementos demonstrado na figura 8, na qual um material em metal de cor verde no centro do *DECK* e um caixote em cor branca na extremidade inicial do *DECK*, foram utilizados para ampliar as dimensões desse *Deck*

que circunda a plataforma de força bipodal. Esse momento durou aproximadamente 4 meses e não foi definido como mais uma etapa, tendo em vista a forma assistemática relativa a duração diária das sessões, o tempo de exposição de cada avaliado e constantes paralisações na realização dos testes para ajustes e adequações dos instrumentos de avaliação. Esses fatores dificultam a descrição precisa desse momento. O pré-piloto contou com 12 voluntários, sendo 9 estudantes universitários fisicamente ativos e 03 atletas de *taekwondo*.

**Figura 8 – Sistema com duas plataformas de força e implementos acrescentados pelo autor**



Fonte: Arquivo pessoal do autor.

### 3.3 Amostra

Na etapa I (estudo piloto), foi efetuado um experimento com 08 sujeitos, fisicamente ativos (IPAC-Versão Curta / Anexo II e III); idade =  $25,25 \pm 4,80$  anos; estatura  $175,87 \pm 9,92$  cm; massa corporal  $77,36 \pm 7,19$  Kg.

Foram aptos a participar dessa etapa os indivíduos que atendessem aos seguintes critérios: a) ser do sexo masculino; b) responder negativamente a todas as perguntas do questionário PAR-Q (Anexo IV) e do questionário de triagem pré-participação elaborado pelo *American College of Sports Medicine / American Heart Association* (Anexo V); c) não relatar ocorrência ou antecedentes de lesões articulares e musculares de membros inferiores, coluna e pelve nos últimos seis meses; d) não fazer uso regular de medicamentos que pudesse influenciar no rendimento; e) não ter algum tipo de patologia que possa comprometer a saúde do voluntário e, por conseguinte, o

seu desempenho; f) não estar participando de nenhum tipo de treinamento que utilizasse salto de maneira sistemática.

Após o início da fase I foram estes os critérios de exclusão dos voluntários: a) por livre e espontânea vontade ou por qualquer que seja o motivo; b) não cumprir as determinações nos dias de coletas ou no intervalo de descanso entre as mesmas; c) não comparecer aos locais de coleta no dia e hora programados; d) for acometido de algum desconforto ou lesão que o impeça de continuar na pesquisa.

O cálculo amostral foi realizado no programa GPower versão 3.1.7 adotando um nível de significância de 1% e poder estatístico de 90%. A variável dependente utilizada foi a altura de voo do ressalto vertical. A partir de um estudo piloto utilizou-se o valor de mediana do desempenho da variável altura do ressalto vertical dos oito sujeitos para divisão dos voluntários em dois grupos. Posteriormente, utilizando os valores de média e desvio padrão obtidos nesses dois grupos, definiu-se o tamanho da amostra final em 22 voluntários sendo 11 em cada grupo.

Na fase II participaram 35 sujeitos, divididos em dois grupos. O grupo 1 foi formado por 20 atletas com, no mínimo, 01 ano de experiência em TP e no mínimo 02 anos de prática nas suas respectivas modalidades. Participaram de todas as coletas 10 atletas de basquetebol (tempo de prática na modalidade=  $8,0 \pm 1,63$  anos; idade=  $18,5 \pm 0,84$ ; estatura=  $187 \pm 8,6$ ; massa corporal=  $83,7 \pm 9,66\%$ ; percentual de gordura=  $12,5 \pm 2,65$ ) e 10 atletas de *taekwondo* (tempo de prática na modalidade=  $5,9 \pm 3,02$  anos; idade =  $20,0 \pm 1,5$  anos; estatura=  $175,65 \pm 5,23$  cm; massa corporal=  $67,68 \pm 8,21$  kg ; percentual de gordura =  $11,12 \pm 2,98\%$ ). Considerando o grupo 1 com os dois subgrupos de atletas juntos, temos: idade=  $19 \pm 1,4$ ; estatura=  $183 \pm 9,1$  cm; massa corporal=  $78 \pm 12$  Kg; percentual de gordura=  $11,4 \pm 2,1\%$ ). O grupo 2 foi formado por 15 adultos jovens, estudantes universitários, fisicamente ativos (IPAC-Versão Curta / Anexo II e III), com as seguintes características: idade=  $21,86 \pm 2,7$  anos; estatura=  $176 \pm 8,3$ cm; massa corporal=  $77,42 \pm 9,4$  anos; percentual de gordura=  $14,81 \pm 2,9\%$ ). Em relação ao grupo de atletas foram registradas duas perdas amostrais, um atleta de basquetebol ganhou uma bolsa numa escola americana e um atleta de *taekwondo* não foi até o final da coleta, sem registrar o motivo. Os critérios de inclusão e exclusão da fase I também foram aplicados nessa fase. Para determinação do percentual de gordura foi utilizado o protocolo de sete dobras cutâneas (JACKSON; POLLOCK, 1978).

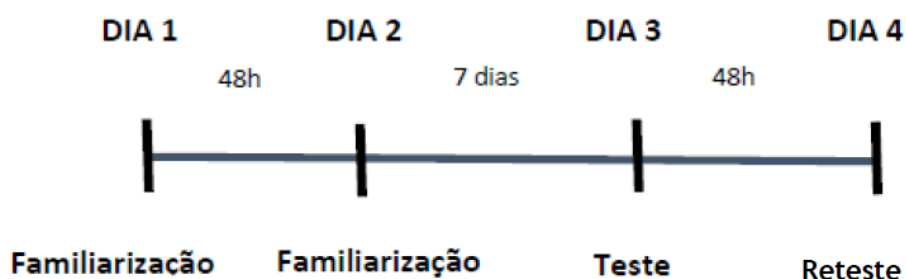
### 3.4 Local de Realização

Os dados do presente estudo, no momento preparatório (pré-piloto) e nas etapas I e II, foram coletados no Laboratório de Avaliação da Carga da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

### 3.5 Delineamento experimental

As duas etapas tiveram a mesma configuração temporal, como demonstrado na figura 9. Foram dois dias de familiarização e dois dias de coleta, sendo teste e reteste. As justificativas para os intervalos entre os dias foram as seguintes: a) intervalo que garantisse a recuperação dos atletas; b) intervalo entre a segunda e terceira etapa que permitisse a não configuração de uma semana de treinamento; c) adequar-se aos calendários das equipes e dos universitários.

**Figura 9 – Delineamento Experimental – Fase I e Fase II**



Fonte: Elaboração do autor

### 3.6 Justificativa para realização

O estudo refere-se a um processo de criação e validação de um protocolo de avaliação e, para tanto, determinar a confiabilidade das medidas desse protocolo é algo imprescindível.

Como forma de obter maior rigor na obtenção das medidas foi adaptado um método específico para familiarização (conforme descrição no tópico 3.7). Procedimentos habituais em coletas de dados, tais como: intervalo entre situações experimentais; posicionamento e participação dos colaboradores; manuseio de toda aparelhagem;

tempo total de exposição ao experimento por parte dos voluntários; a segurança dos avaliadores e dos voluntários foi verificada na perspectiva de confirmar a qualidade factível do estudo.

É importante registrar que não houve nenhum acidente ou lesão durante a realização das coletas, e nenhum relato dos voluntários e avaliadores quanto a insegurança na participação da mesma.

### **3.7 Procedimentos experimentais comuns as duas etapas do estudo**

Todos os voluntários responderam ao questionário para avaliação de risco para atividade física PAR-Q (Anexo IV) e também ao Questionário de Triage Pré-participação (Anexo V) e assinaram o TCLE ( Apêndice I). No caso de dois voluntários que ainda não haviam completado 18 anos, foi enviado aos representantes legais um termo de assentimento (apêndice II).

Todos os sujeitos foram orientados a não realizar treinamento físico que envolvesse os membros inferiores 24 horas antes do experimento. Todos os voluntários do grupo de estudantes foram recrutados verbalmente por meio de contato direto com o pesquisador; já o grupo dos atletas foi recrutado a partir de contatos com as instituições esportivas que encaminharam o processo junto aos treinadores das equipes para recrutamento dos atletas.

Cada voluntário compareceu em quatro dias não consecutivos para as avaliações. No primeiro dia os indivíduos receberam todas as informações a respeito dos procedimentos realizados na pesquisa, assinaram o TCLE e responderam aos questionários (Anexo IV e Anexo V). Em seguida foi confirmada a idade.

Ainda no primeiro dia, foi realizado o procedimento relativo a preparação para aquisição dos dados de eletromiografia. Para tanto, foi realizada a tricotomização da pele e demarcação dos pontos para colocação dos eletrodos nos músculos gastrocnêmio medial e vasto medial (detalhes do procedimento no item 3.11). Logo após o indivíduo realizou o procedimento de atividade preparatória para realização da Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM). O sujeito realizou 20 agachamentos de aproximadamente 90° de flexão dos joelhos (aferido por goniômetro manual), sem

carga externa adicional, com 2 séries de 10 repetições e pausa de 25 segundos entre as séries. Essa rotina de atividade preparatória foi elaborada pelo autor a partir de sua experiência acadêmico-profissional.

Em seguida iniciou-se o processo de CIVM contra uma resistência insuperável. Foram realizados dois tipos de exercício:

- a) em pé, posição ereta, realizou-se uma flexão plantar do tornozelo, com os joelhos estendidos e com a barra localizada sobre os ombros. Na padronização do exercício de flexão plantar foi utilizado um ângulo entre 130 a 135° (medido com goniômetro manual) que tinha as seguintes referências: eixo no maléolo externo da perna dominante, haste inferior do goniômetro no dorso do pé e haste superior na parte lateral do tornozelo/perna. O sujeito foi orientado a sustentar a posição durante 6 segundos, produzindo o máximo de força. Os dados de EMG recolhidos em flexão plantar foram utilizados para normalização dos valores do gastrocnêmio medial;
- b) para normalização dos valores de EMG recolhidos no músculo vasto medial, foi utilizado um exercício de agachamento, com os joelhos em flexão de, aproximadamente, 90° (medidos com um goniômetro manual), também foi solicitado que o sujeito tentasse produzir a máxima força possível no tempo de seis segundos, enquanto estivesse na posição de agachamento e com a barra apoiada sobre os ombros.

Foram realizadas duas tentativas para cada exercício, com três minutos entre as tentativas, mesmo tempo de pausa entre os exercícios. A CIVM nas duas posições foi realizada em todos os quatro dias de coleta, com alternância na ordem de realização, com o intuito de não haver influência nos resultados de um exercício sobre o outro.

Para a normalização dos dados de EMG foram utilizados os escores concernentes a maior ativação muscular registrada, a qual foi relacionada com o valor de pré-ativação atingido 100 milissegundos antes da aterrissagem que precedeu o ressalto vertical de maior altura (McBRIDE; McCAULLEY; CORMIE, 2008).

Após a realização dos procedimentos de CIVM foi dada uma pausa de 20 minutos. Terminada a pausa foi realizada uma atividade preparatória padrão no cicloergômetro por 3 minutos, com 60 rpm de frequência cicloergômetro, com massa de 0,5Kg a 60

rpm de frequência (CLAUDINO *et al.*, 2012). Logo após foi dada continuidade a preparação, com o intuito de aproximar os sujeitos da especificidade do teste, sendo três saltos sobre cada altura de barreira a seguir e ressaltos verticais logo após essa transposição. Foram utilizadas as seguintes alturas de barreira: 20, 30 e 40 cm, respeitando-se um intervalo de 30 segundos entre cada altura de barreira. Esses 30 segundos eram também utilizados para dar alguma informação necessária ao voluntário sobre o salto realizado, e também para fazer algum ajuste, como a troca das barreiras.

Imediatamente após a atividade preparatória foi realizado o procedimento inicial de familiarização (adaptado de CLAUDINO *et al.*, 2012; CLAUDINO *et al.*, 2013). O indivíduo foi considerado familiarizado quando uma sequência de cinco ressaltos (sobre uma barreira de 40 cm) foi equivalente ao desempenho obtido a uma sequência de ressaltos realizados no mesmo dia. Foi utilizado o tempo de um minuto entre as tentativas (CAPPA; BEHM, 2013; BYRNE *et al.*, 2016). Além disso, a sequência de 10 ressaltos utilizada no primeiro dia foi confrontada com uma sequência de 10 ressaltos do segundo dia de familiarização (por meio do teste *t* de medidas repetidas), não podendo haver diferença significativa na altura dos ressaltos verticais.

O indivíduo não poderia ultrapassar o tempo de contato de 200 milissegundos quando da aterrissagem que precedeu o ressalto. Esse tempo, utilizado como referência, atende aos preceitos dos trabalhos experimentais de Young, Wilson e Byrne (1999), Walsh *et al.*, (2004) e as orientações de Schimdtbleicher (2005) para atividades com ressaltos verticais.

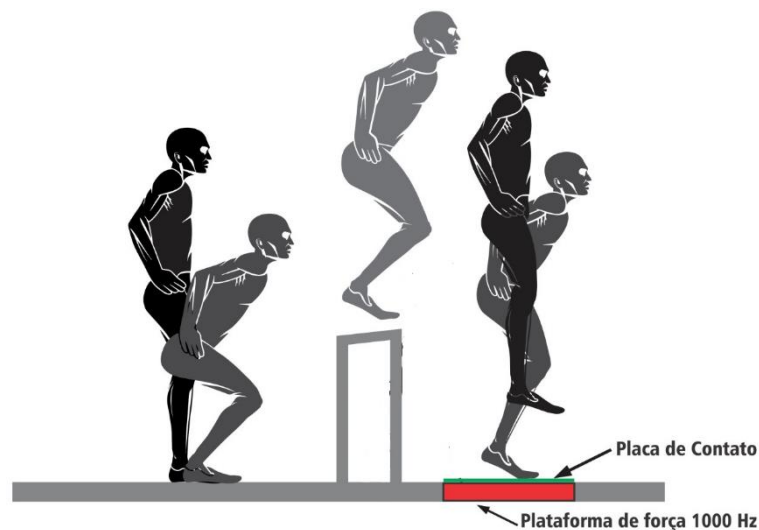
A altura do ressalto e o tempo de contato foram mensurados com o auxílio de uma placa (ou tapete) de contato, a mesma foi fixada sobre a plataforma de força por meio de fita adesiva. Tal procedimento foi realizado seguindo o protocolo de validação do tapete de contato utilizado no estudo (FERREIRA; CARVALHO; SZMUCHROWSKI, 2008).

Em toda fase do estudo piloto, o tempo de contato de, no máximo 200 milissegundos foi utilizado como referência, e foi determinado a partir do contato dos pés no solo (aterrissagem logo após a transposição de uma barreira) até a perda de contato dos

pés com o solo (*takeoff*) para o ressalto vertical sobre a plataforma de força. (PENG, 2011).

Na atividade preparatória, na fase de familiarização, o voluntário se posicionou em frente à barreira, em posição ortostática (ver figura 10), com as mãos fixas próximas ao quadril, na região supra-ilíaca. Inicialmente, os pés ficaram paralelos e com um afastamento semelhante ao afastamento dos quadris. O voluntário foi orientado a realizar uma flexão dos quadris e joelhos (contramovimento) até a angulação em que julgasse mais eficiente para o melhor desempenho possível e, em seguida, realizou a extensão de quadris e joelhos e saltou. Após superar a barreira, o voluntário começou a fase de queda até o primeiro contato com a placa de contato/plataforma de força.

**Figura 10 – Salto sobre uma barreira e ressalto vertical**



Fonte: elaborada pelo autor

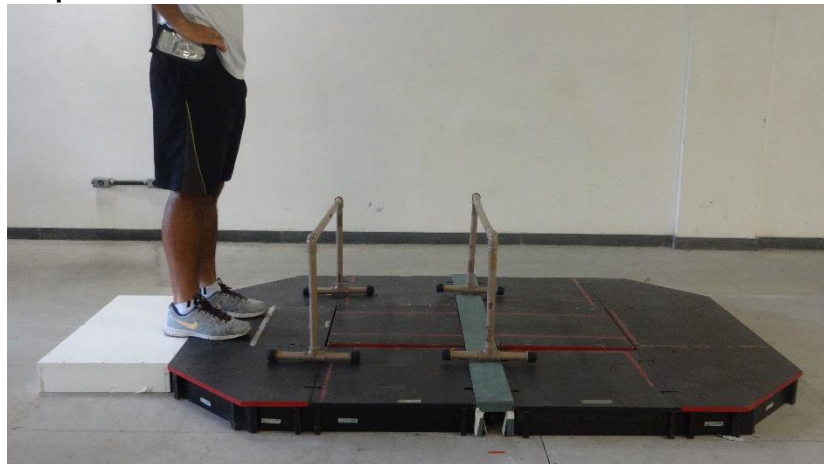
O contato com a placa de contato/plataforma de força foi realizado com o terço anterior dos pés. Imediatamente após esse contato o voluntário realizou um contramovimento. Para tal, ele teve que realizar uma flexão de quadris e joelhos até a angulação em que julgou mais eficiente e, em seguida, ocorreu novamente a extensão de quadris e joelhos. Dessa forma, efetuou a segunda fase de voo. Nessa fase, os joelhos e os quadris permaneceram em extensão até o novo contato com a plataforma (toda ação de contramovimento e a fase de voo foi realizada em alta velocidade). Esse contato ocorreu novamente com o terço anterior, logo após os quadris e os joelhos foram flexionados com o intuito de amortecer o impacto da aterrissagem final. Os sujeitos

foram orientados a manter o menor tempo de contato possível com a placa de contato e atingir a maior altura de voo possível no ressalto vertical.

Os voluntários foram orientados a manter o tronco o mais ereto possível em toda fase do salto e ressalto. A distância inicial entre o sujeito e a barreira foi de 22,0 cm, medidos da ponta do pé do voluntário até o início da barreira. Essa distância inicial foi decidida a partir da experiência prática deste pesquisador e efetuada no “pré-piloto” no momento de construção da dinâmica operacional de todo o protocolo, onde os voluntários (tópico 3.2) realizaram vários saltos com diferentes alturas de barreira, onde foram testadas três diferentes distâncias 20, 22 e 25 cm. A distância de 22 centímetros foi a distância em que todos os voluntários se sentiram mais confortáveis para saltar as barreiras.

Na figura 11 é ilustrada a posição inicial do sujeito em relação a primeira barreira. Como o comprimento do *Deck* que circunda a plataforma de força bipodal não foi suficiente para realização do protocolo, foi colocado um caixote de madeira (de cor branca, em destaque na figura 11), da mesma altura desse *Deck* para possibilitar a distância inicial utilizada.

**Figura 11 – Posição inicial do executante em relação a primeira barreira e posicionamento/distanciamento das duas barreiras**



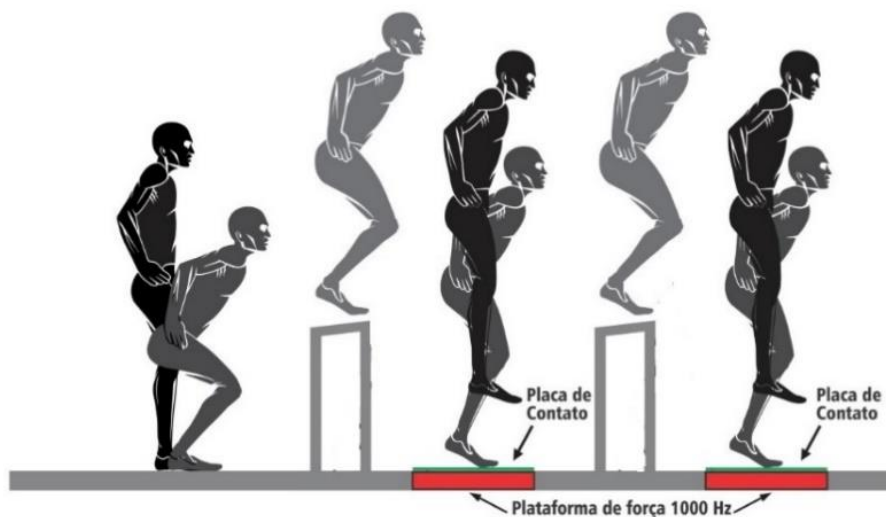
Fonte: elaboração do autor

No primeiro e segundo dias após a estabilização da altura do ressalto vertical com a primeira barreira foi dado um tempo de 20 minutos de recuperação e foi acrescentada outra barreira, também de 40 cm, com a distância de 50 cm da primeira. Essa distância foi utilizada a partir da proposta de Cappa e Behm (2011) e também testada durante o período “pré-piloto”, no qual foram testadas as distâncias de 40, 50, 60

centímetros, todos os voluntários sentiram-se confortáveis com a distância de 50 centímetros entre as barreiras.

Para obtenção dessa distância de 50 cm foi colocado um implemento (em cor verde, ver figura 11) entre as duas partes do *Deck* que circunda a plataforma bipodal, sem esse implemento não seria possível obter a distância de 50 cm, com segurança. Foi realizado procedimento similar ao realizado na familiarização da primeira barreira, para ser determinada a familiarização com a segunda barreira. O indivíduo saltou a primeira barreira e aterrissou conforme o procedimento já descrito e, imediatamente, saltou a segunda barreira. Após transpor a segunda barreira e aterrissar no solo (placa de contato/plataforma de força) efetuou um ressalto vertical máximo. O salto era considerado válido, quando o tempo de contato após a transposição das duas barreiras era igual ou inferior a 200 milissegundos; o voluntário não podia tocar a barreira; também era vedado retirar as mãos dos quadris durante o início do salto sobre a primeira ou única barreira até a última aterrissagem (figura 12).

**Figura 12 – Salto sobre duas barreiras e ressalto vertical**



Fonte: elaboração do autor

No segundo dia, após 48 horas de intervalo, a sessão de familiarização se repetiu. O indivíduo foi considerado familiarizado nas duas situações (salto sobre 01 barreira seguido de ressalto vertical; salto sobre duas barreiras seguido de ressalto vertical) quando a altura de voo se manteve estável entre duas sessões consecutivas. Caso não houvesse estabilidade no desempenho, o indivíduo era submetido a mais um dia de coleta. Esse fato ocorreu somente com um dos voluntários, na fase I do estudo.

No terceiro dia, após uma semana do segundo dia, foi realizado o mesmo procedimento inicial, no tocante as atividades preparatórias e aquisição dos valores de EMG, a partir da CIVM nos dois músculos distintos. Diferente do segundo dia, nesse dia foi realizado o “teste da altura máxima de transposição da barreira”, sendo que a técnica dos saltos e a avaliação do desempenho foram as mesmas descritas para familiarização. Os indivíduos saltaram sobre barreiras a partir de 20 cm, adaptação da sugestão de KOMI e BOSCO (1978) para o SA, aumentando-se de 10 em 10 cm a altura desse obstáculo, caso a altura obtida no ressalto vertical subsequente à transposição da barreira fosse de um valor superior ao ressalto vertical que ocorreu logo após a transposição da barreira de altura imediatamente menor. Cada indivíduo teve três tentativas em cada altura de barreira, caso não conseguisse transpor a barreira os dados obtidos na transposição da altura da barreira máxima anterior eram considerados para análise. O tempo entre cada tentativa também foi de um minuto. Na situação de apenas uma barreira o maior valor atingido do único ressalto vertical foi utilizado para análise.

Ao ser atingido o maior valor de ressalto vertical para uma única barreira, também foi dado o tempo de 20 min de descanso para o prosseguimento do experimento. Para detecção da altura máxima da segunda barreira, o indivíduo manteve a altura de barreira 1 e então iniciou a detecção da altura da segunda barreira, com uma barreira de 10 cm abaixo do valor da primeira barreira (figura 12).

O quarto dia (48 horas após o terceiro dia de coleta) foi dedicado ao reteste, repetindo-se os procedimentos do dia anterior, como forma de determinar a confiabilidade das medidas de desempenho. A filmagem de todos os saltos foi realizada para dirimir qualquer dúvida quanto a realização da técnica correta do salto (como por exemplo a aterrissagem no terço anterior do pé) e dos demais procedimentos relativos ao protocolo. Em caso de dúvida, era realizada uma breve paralisação do experimento e

observada a filmagem. Caso houvesse dúvida do *feedback* dado pelos avaliadores, também era mostrada a imagem ao sujeito. Ainda no quarto dia (reteste) foram realizadas as medidas de estatura, massa corporal e percentual de gordura que constam nos dados desse estudo (JACKSON; POLLOCK, 1978).

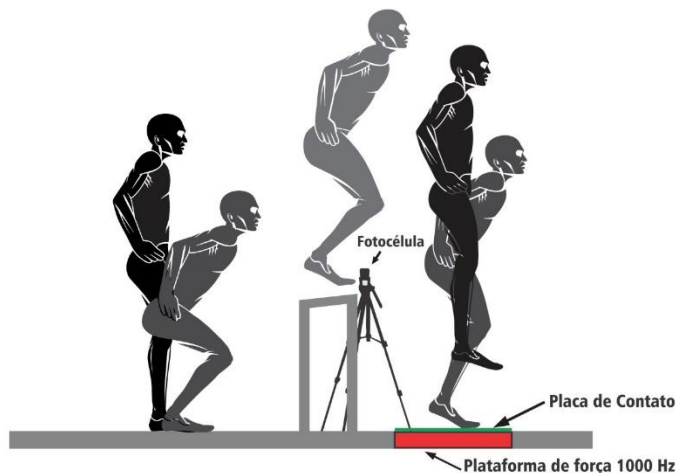
Os dados de massa corporal eram aferidos em todos os dias de coleta, em todos os sujeitos, utilizados como referência para calibração da plataforma de força. Essa calibração era realizada antes de cada procedimento individual.

Nos quatro dias, em todos os saltos realizados foi informado ao sujeito a altura de voo atingida no ressalto vertical logo após a realização do procedimento, bem como o tempo de contato realizado. Foi colocada à disposição dos voluntários água *ad libitum*, em todos os dias de coleta. Não foram registradas grandes variações de temperatura do ambiente, a oscilação não ultrapassou mais de dois graus no mesmo dia. Considerando os quatro dias, a menor temperatura registrada foi de 22 graus e a maior de 28 graus centígrados dentro da sala de coleta (etapa I); e 24 até 29 graus (etapa II). Os procedimentos de coleta duravam, aproximadamente, 02 horas por voluntário em cada visita, perfazendo um total de 64 horas de avaliação na fase I e 280 horas de avaliação na fase II, além das horas dedicadas aos indivíduos contabilizados como perda amostral e os indivíduos que participaram do período “pré-piloto”. Foram realizadas coletas, preferencialmente nos turnos manhã e tarde (conforme a disponibilidade dos sujeitos), e procurou-se manter os horários de teste e reteste por indivíduo.

### **3.8 Procedimentos experimentais exclusivos da etapa II do estudo**

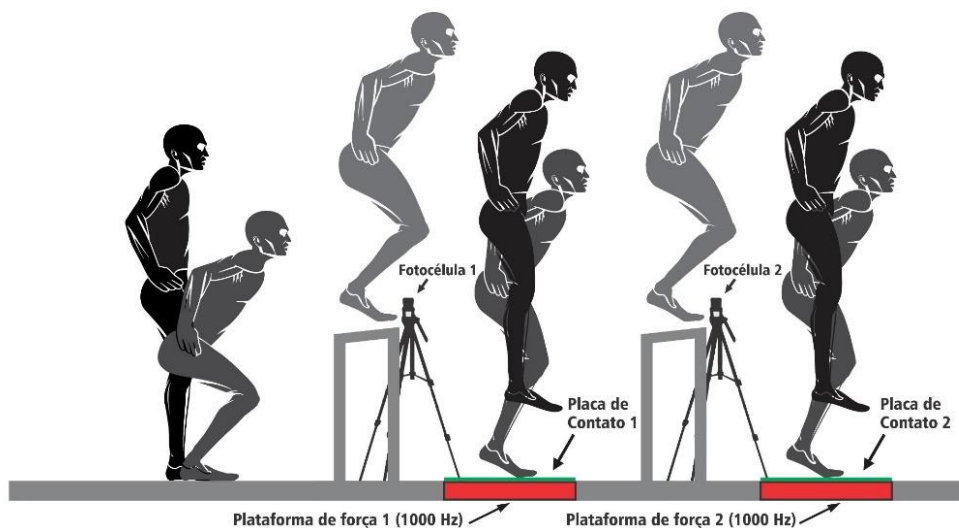
Na segunda fase, como forma de obter uma maior precisão em relação à altura em que o indivíduo saltava cada barreira, foram colocadas fotocélulas na direção exata da parte superior das barreiras. À medida que as alturas das barreiras iam aumentando (de 10 em 10 cm), em função disso a altura de colocação da fotocélula também variava. Foi colocado um valor máximo de 5 cm acima da altura da barreira como forma de detectar por meio da fotocélula a altura em que os pés do indivíduo transpunha cada barreira (figura 13 e figura 14). Caso a fotocélula não disparasse durante o salto, era pedido ao voluntário que repetisse o mesmo. Tal procedimento foi realizado nos quatro dias de coleta da segunda fase para cada sujeito.

**Figura 13 – Localização da fotocélula durante a transposição da barreira**



Fonte: elaborada pelo autor

**Figura 14 – Localização das fotocélulas durante a transposição das barreiras**



Fonte: elaborada pelo autor

Outra mudança no procedimento em relação a primeira etapa foi a individualização da carga no cicloergômetro na atividade preparatória. Desta feita, tomou-se por base a massa corporal de cada sujeito, mantendo-se a frequência de 60 RPM. A carga foi individualizada colocando-se 01 *Watt* por kg de peso. Essa mudança foi efetuada, por este pesquisador, após sugestão de um dos membros da banca examinadora da qualificação deste projeto. Esse membro tem experiência de mais de 20 anos na prática como treinador e avaliador de indivíduos fisicamente ativos praticantes de ciclismo de estrada e também em atletas de alto rendimento, como também experiência como avaliador em cicloergômetros estacionários. Durante a realização

das atividades preparatórias não foi relatada pelos sujeitos nenhuma reclamação de que a carga imposta estivesse demasiada para uma atividade preparatória. Apesar de o pesquisador responsável por este estudo sempre ter indagado o voluntário sobre a sua percepção.

Além desses dois procedimentos, foi realizada a análise do Índice de Força Reativa (IFR), que consiste na razão da altura do ressalto vertical / tempo de contato. O IFR não tinha sido analisado na etapa I. Mas, como esta variável tem sido frequentemente utilizada na literatura, sendo sugerida como importante parâmetro de avaliação e monitoramento no TP, decidiu-se por incluí-la no estudo. Todos os outros procedimentos foram efetuados de forma idêntica aos da fase I (descritos no tópico 3.7).

### 3.9 Variáveis de Estudo

- **Altura máxima da barreira:** considerado o maior valor da altura transposta em que, no ressalto vertical subsequente à altura do voo desse ressalto vertical fosse maior do que a obtida na altura da barreira anterior. Resultado registrado em centímetros;

- **Altura de voo do ressalto vertical:** registrada pelos valores das alturas de voos obtidas nos ressaltos verticais realizados logo após à transposição das maiores barreiras, mantendo-se o limite de 200 milissegundos para o tempo de contato. A altura de voo 1 está restrita ao ressalto vertical logo após a transposição da primeira barreira, na situação do protocolo em que estiver apenas uma barreira; a altura de ressalto vertical 2 está relacionada a situação do protocolo com duas barreiras, corresponde ao valor de ressalto vertical registrado logo após a transposição da segunda barreira;

- **Índice de força reativa:** É calculado pela altura do ressalto vertical dividido pelo tempo de contato no solo que precede esse ressalto (FLANAGAN; COMYNS, 2008).

- **Impulso:** integral dos dados correspondentes aos valores abaixo da área da curva força-tempo, dado obtido na curva correspondente ao maior ressalto vertical após a transposição de uma barreira (impulso 01). Também foi obtido o valor de impulso após

a transposição da maior barreira que correspondia ao maior ressalto registrado (impulso 02). Variável registrada em Newtons por segundo (N.s) (JARVIS; SMITH; COMFORT, 2016);

- **Pico de Força:** maior valor de força de reação do solo durante o maior ressalto registrado após a transposição de uma barreira (Pico de força 1), e após a transposição da segunda barreira (Pico de força 2). Essa variável foi normalizada pelo peso corporal de cada sujeito, refletindo nos valores de impulso e de média da taxa de produção de força. Variável registrada em Newtons (N) (JARVIS; SMITH; COMFORT, 2016);

- **Média da Taxa de Produção de Força:** corresponde ao valor do Pico de Força dividido pelo tempo até alcançar esse pico (N.s<sup>-1</sup>) (McLLELAN; LOVELL; GASS, 2011).

- **Pré-ativação muscular:** valor de RMS (*Root Mean Square*), registrado 100 milissegundos antes do contato do sujeito com o solo (McBRIDE; McCAULLEY; CORMIE, 2008). Foram avaliados os músculos esqueléticos gastrocnêmio medial e vasto medial. O valor de pré-ativação registrado imediatamente antes do contato que precedeu a maior altura de voo do ressalto vertical, após o indivíduo ter saltado sobre uma barreira (pré-ativação 1), mesmo procedimento utilizado para duas barreiras (pré-ativação 2). O dado colhido da pré-ativação foi relativizado em relação aos dados da contração isométrica voluntária máxima (CIVM). Portanto, o valor que foi analisado nos resultados deste estudo é o valor percentual da pré-ativação a partir do valor obtido no processo de CIVM (detalhes no tópico 3.12).

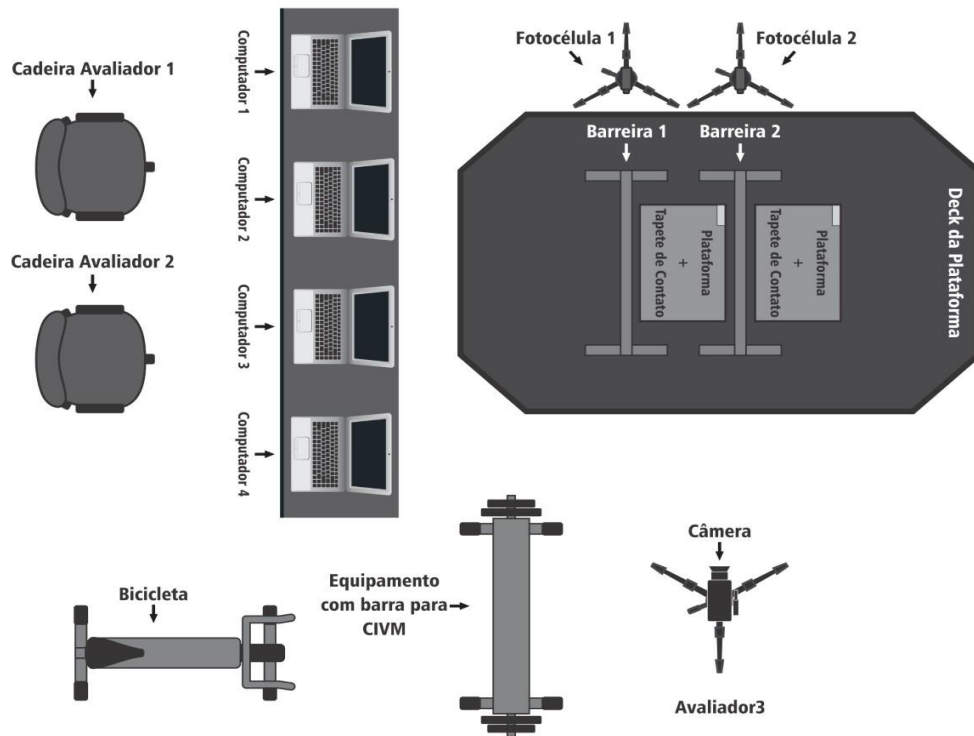
### 3.10 Instrumentos

A ordem dos instrumentos abaixo está relacionada com a ordem correspondente às variáveis descritas no tópico anterior. Todos os instrumentos abaixo relacionados foram utilizados nas etapas I e II à exceção da fotocélula, pois a mesma foi utilizada apenas na etapa II do estudo, com o objetivo de obter uma maior precisão em relação à altura em que o indivíduo transpunha cada barreira.

- **Placa de contato** : para medição dos tempos de contato, foram utilizadas duas placas de contato (figura 14 e figura 16) em formato desenhado especificamente para o presente estudo (44 x 44 cm), marca *Hidrofit, Software Multisprint Full*, Belo Horizonte, Brasil. As placas também foram utilizadas para mensurar a altura de voo dos ressaltos verticais e também o Índice de Força Reativa.
- **Barreiras de PVC**: obstáculo que foi transposto pelos voluntários no teste objeto desse estudo, que contém altura mínima de 20 cm e máxima de 100 cm, sendo alturas de barreiras intermediárias num crescente de 10 em 10 centímetros (figura 18).
- **Plataforma de Força Bipodal**: modelo PLA3-1D-7KN/JBA Zb, Staniak® (Polônia), composta por duas superfícies com 45 x 45 cm (figura 19). Essa plataforma possui em cada uma das superfícies células de força compostas por sensores *strain gauge* sensíveis à pressão, conectadas a um conversor analógico-digital e amplificador de sinal (Amplificador WTM 005-2T/2P JD Jaroslaw® – Polônia). Esse amplificador fornece ao software (Max versão 5.5 – Zb. Staniak® - Polônia) valores de força e tempo. A captação dos dados foi feita a partir de uma taxa de amostragem de 1.000 Hz;
- **Cabos para eletromiografia**: Mega Eletronics, tipo MT-ME8P (figura 20), compatíveis ao Biomonitor ME6000 (figura 21);
- **Biomonitor** : ME6000 *Biomonitor System* de oito canais. Esse aparelho (Figura 21 e 22) armazena os dados de EMG e de acelerometria;
- **Eletrodos de superfície**: eletrodo da marca 3M, Ag/AgCl (figura 23), autoadesivo, para captação do sinal eletromiográfico, configuração bipolar;
- **Acelerômetro**: compatível ao ME6000 (MEGA®), 6G, utilizado na ponta do pé dominante do sujeito (figura 24,25 e 26), como forma de detectar o exato momento da sua aterrissagem e, com isso, poder localizar o ponto correspondente a pré-ativação, tendo em vista que os três gráficos (EMG gastrocnêmio, EMG vasto medial e acelerometria) se localizavam na mesma ordem temporal, um abaixo do outro. Foi utilizado o tempo de 100 milissegundos antes da aterrissagem como referência para localizar a pré-ativação.

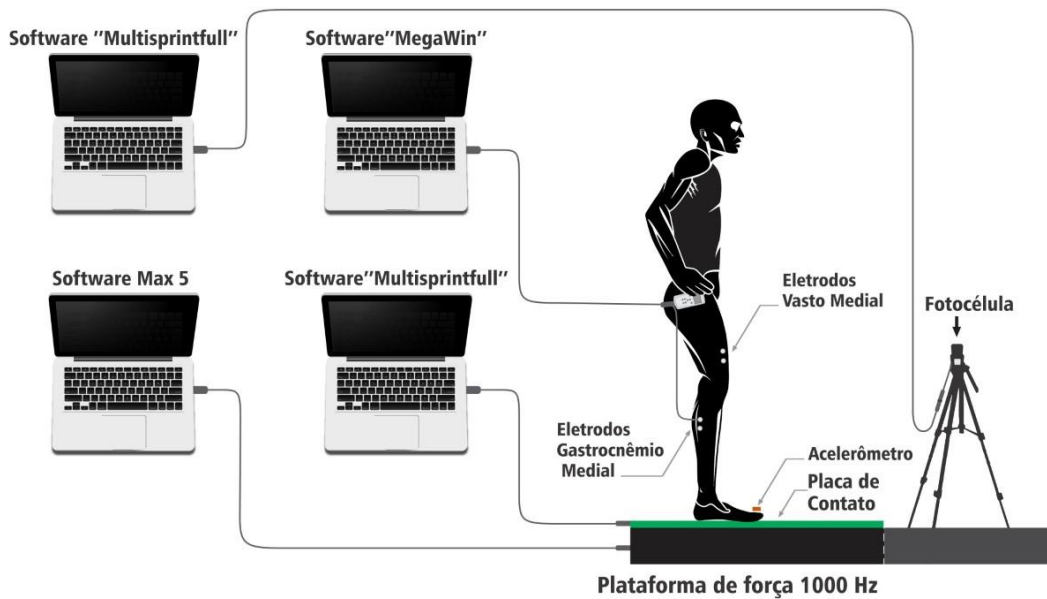
- **Antropômetro:** CESCORF (estadiômetro vertical) para medição da estatura dos sujeitos, com precisão de 0,05 cm;
- **Balança Digital:** Digitec® para a pesagem da massa corporal total dos voluntários, precisão de 0,1 Kg ;
- **Câmera de vídeo digital:** Câmera utilizada para filmagem dos saltos, modelo *Sony®*, *Digital HDR*, *XR150*, Estados Unidos (figura 27).
- **Goniômetro:** Um goniômetro manual, da marca *Tridente®*, foi utilizado para padronizar o ângulo de 90° da articulação dos joelhos quando da execução do exercício de agachamento no processo de normalização da eletromiografia (do músculo vasto medial) e também na padronização do exercício de flexão plantar (do músculo gastrocnêmio medial), com ângulo entre 130 a 135° que tinha as seguintes referências: eixo no maléolo externo da perna dominante, haste inferior do goniômetro na lateral do dorso do pé e haste superior na parte lateral do tornozelo/perna (figura 28).
- **Fotocélula:** Foi utilizada uma fotocélula e *software MultSprint Full* (versão 3.5.7 – Hidrofit, Belo Horizonte, Brasil) para constatar que o sujeito estava passando com os pés exatamente sobre a altura de barreira determinada (figura 29).

Figura 15 – Visão aérea da disposição de equipamentos utilizados no estudo



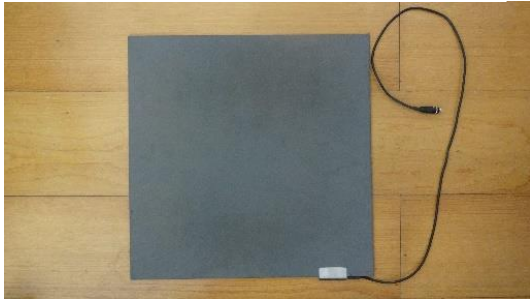
Fonte: elaboração do autor deste trabalho

Figura 16 – Detalhamento de equipamentos utilizados no estudo



Fonte: elaboração do autor deste trabalho.

**Figura 17 – Placa de contato**



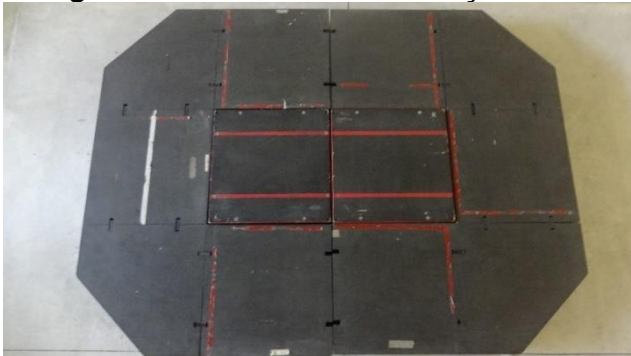
Fonte: arquivo pessoal do autor

**Figura 18 – Barreiras de PVC.**



Fonte: arquivo pessoal do autor

**Figura 19 – Plataformas de força**



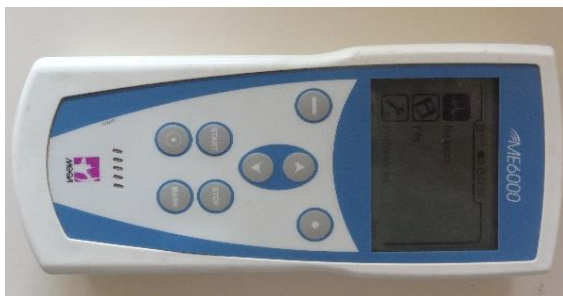
Fonte: Arquivo pessoal do autor

**Figura 20 – Cabos para Eletromiografia -**



Fonte: Arquivo de fotos do LAC-UFMG

**Figura 21 – Biomonitor 6000 Mega**



Fonte: Arquivo de fotos do autor.

**Figura 22 – Posicionamento do Biomonitor**



Fonte: Arquivo de fotos do autor.

**Figura 23 – Eletrodo de superfície**



Fonte: Arquivo de fotos pessoais do autor.

**Figura 24 – Acelerômetro**



Fonte: Arquivo de fotos pessoais do autor.

**Figura 25 – posicionamento do acelerômetro**



Fonte: Arquivo de fotos pessoal do autor.

**Figura 26 – posicionamento do acelerômetro**



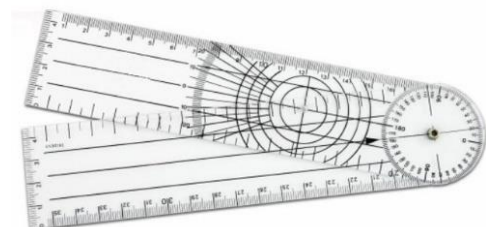
Fonte: Arquivo de fotos pessoal do autor.

**Figura 27 – Câmera de vídeo digital**



Fonte: <https://esupport.sony.com>

**Figura 28 – Goniômetro manual**



**Figura 29 – Fotocélula**

Fonte: Arquivo pessoal do autor

### **3.11 Detalhamento do processo de captação/aquisição do sinal eletromiográfico**

Para captação do sinal eletromiográfico foram utilizados os cabos, eletrodos e o biomonitor descritos no tópico 3.10. Foi realizada a tricotomização da pele antes da fixação dos eletrodos no músculo gastrocnêmio medial (figura 31) vasto medial (figura 32) e do membro inferior dominante. Essa ação foi seguida de uma leve abrasão do local e limpeza com algodão e álcool a 70%. Os eletrodos foram fixados em pares com distância de 2 cm (centro a centro). Os pontos de fixação dos eletrodos seguiram as orientações do SENIAM (*Surface ElectroMyoGraphy for the non-invasive Assessment of Muscles*). As marcações dos pontos de fixação dos eletrodos foram procedidas com canetas de longa duração, para que não houvesse variação do local de fixação entre as sessões de coleta, essas marcações e captações foram efetuadas pelo mesmo avaliador, devidamente treinado para os procedimentos. Os eletrodos de referência foram localizados no maléolo externo (figura 30) e na patela do membro dominante (figura 32). A aquisição e tratamento dos dados eletromiográficos ocorreu por meio do programa DASLAB 11.0, com frequência de aquisição de 1000 Hz. O filtro utilizado foi o passa-baixa (500Hz) e um passa alta (10Hz), *Butterworth* de 2ª ordem.

Figura 30 – Posicionamento do eletrodo referência no maléolo externo da perna dominante.



Fonte: Arquivo pessoal do autor

Figura 31 – Posicionamento do eletrodo no gastrocnêmio medial da perna dominante.



Fonte: Arquivo pessoal do autor

Figura 32 – Posicionamento dos eletrodos no vasto medial da perna dominante e na patela.



Fonte: Arquivo pessoal do autor

### 3.12 Detalhamento do Processo de Normalização dos dados de EMG

Após o processo de captação dos dados, procedeu-se a normalização dos dados no programa DASYLAB 11.0. Utilizou-se como referência o maior valor encontrado no processo de CIVM já descrito. O valor de referência para normalização foi o valor encontrado de RMS, em uma faixa de dados ao redor do pico de Ativação, 0,5 segundos para direita e 0,5 segundos a esquerda desse pico (ANDERSEN *et al.*, 2006).

### 3.13 Análise Estatística

O programa utilizado para o cálculo amostral foi o *GPower* versão 3.1.7. A confiabilidade relativa dos dados na Etapa I (estudo piloto) e Etapa II do presente estudo foi avaliada por meio do teste de Correlação Intraclasse ( $CCI_{3,1}$ ) e a confiabilidade absoluta pelo erro Padrão de Medida (EPM). O EPM foi calculado como a raiz quadrada do quadrado médio do erro, obtida pela aplicação da ANOVA de medidas repetidas (WEIR, 2005). Os dados de EPM são apresentados em porcentagem, considerando o valor da variável obtido como citado acima e observando esse valor em relação ao valor médio registrado nos dois dias de teste (dia 3 e 4 da coleta).

Ao analisar a tendência dos estudos que investigaram a confiabilidade nas ciências do esporte (ATKINSON; NEVEL, 1998; HOPKINS, 2000; HOPKINS; SCHABORT; HAWLEY, 2001; HOPKINS, 2002; WEIR, 2005) e, ainda, aqueles que investigaram a confiabilidade em atividades de ressalto vertical (BEATTIE, EAMOMM E FLANAGAN, 2015), optou-se por utilizar os seguintes parâmetros de confiabilidade: insignificante ( $CCI < 0,1$ ); pequena ( $0,1 \leq CCI < 0,3$ ); muito baixa ( $0,3 \leq CCI < 0,5$ ); baixa ( $0,5 \leq CCI < 0,6$ ); moderada ( $0,6 \leq CCI < 0,79$ ); forte ou alta ( $0,80 \leq CCI < 0,99$ ); perfeita (1,0) e o valor de EPM aceitável no máximo de 12%.

Para verificar a familiarização dos sujeitos ao teste proposto (estabilização dos valores da altura do ressalto vertical obtido após a transposição da barreira 1, como também após a transposição da barreira 2, no primeiro e segundo dia de coleta) foi utilizado o teste *t* de medidas repetidas.

Para verificação do método da diferença de grupos conhecidos, a saber: grupo 1 de atletas e grupo 2 composto por universitários fisicamente ativo, foi utilizado o teste *t* de medidas independentes. Quando a variável não apresentou os pressupostos de normalidade (Shapiro Wilk) e homocedasticidade (Levene) foi realizado o método de transformação logarítmica (FIELD, 2009), caso concreto das variáveis de pré-ativação.

Foram apresentados os valores descritivos de média e desvio padrão. O software utilizado foi o SPSS 20.0 e o nível de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ .

## 4 RESULTADOS

Passa-se a apresentar os resultados obtidos na pesquisa, iniciando-se pelos dados descritivos e de confiabilidade da etapa I, visto que a confiabilidade das medidas nessa etapa era o principal objetivo. Posteriormente, apresenta-se os dados da etapa II de forma mais ampla, tendo em vista os objetivos de confirmar a confiabilidade em grupos distintos, verificar a individualização da altura de barreira, bem como a evidência da validade de construto do protocolo proposto.

### 4.1 Resultados da etapa I

A tabela 1 contém os valores de confiabilidade das medidas das seguintes variáveis: altura do ressalto vertical, altura máxima de barreira, pico de força, média da taxa de produção de força e impulso. O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e respectivo erro de padrão de medida (EPM) confirmam uma alta consistência das medidas obtidas no teste e no reteste. Esses dados correspondem aos dias 3 e 4 da coleta do estudo piloto.

**Tabela 1 – Valores de confiabilidade das variáveis altura do ressalto vertical, pico de força, média da taxa de produção de força e impulso.**

VARIÁVEL	CCI	EPM %
Altura de voo do ressalto vertical 1 (cm)	0,92	5,2
Altura do voo ressalto vertical 2 (cm)	0,94	3,6
Altura máxima de barreira 1 (cm)	0,82	13,3
Altura máxima de barreira 2 (cm)	0,90	9,3
Pico de força 1 (N)	0,93	4,1
Pico de força 2 (N)	0,93	3,7
Média da taxa de produção de força 1 (N.s <sup>-1</sup> )	0,96	6,4
Média da taxa de produção de força 2 (N.s <sup>-1</sup> )	0,94	6,0
Impulso 1 (N.s)	0,73	6,0
Impulso 2 (N.s)	0,74	5,9

CCI – coeficiente de correlação intraclasse; EPM – erro padrão de medida. os números 1 e 2 que aparecem logo após a descrição das variáveis correspondem aos valores relacionados ao ressalto após transposição da primeira barreira (1) e ao ressalto após transposição da segunda barreira (2).

Nas tabelas 2 e 3 apresenta-se os valores descritivos de média e desvio padrão.

**Tabela 2 – Valores descritivos das variáveis altura de voo do ressalto, pico de força e média da taxa de produção de força**

VARIÁVEL	Média	(DP)
Altura de voo do ressalto vertical 1(cm) - Teste	28,86	5,99
Altura de voo do ressalto vertical 1 (cm) - Reteste	28,07	4,41
Altura de voo do ressalto vertical 2 (cm) - Teste	29,66	4,99
Altura de voo do ressalto vertical 2 (cm) - Reteste	29,52	4,85
Pico de força 1 (N) - Teste	3583,92	626,10
Pico de força 1 (N) - Reteste	3670,70	528,04
Pico de força 2 (N) - Teste	3605,73	558,82
Pico de força 2 (N) - Reteste	3624,72	530,78
Média da taxa de produção de força 1 (N.s <sup>-1</sup> )	41434,35	13562,69
Média da taxa de produção de força 1 (N.s <sup>-1</sup> )	41012,57	10279,82
Média da taxa de produção de força 2 (N.s <sup>-1</sup> )	40813,27	13954,15
Média da taxa de produção de força 2 (N.s <sup>-1</sup> )	40487,45	9816,59

Os números 1 e 2 que aparecem logo após a descrição das variáveis, correspondem aos valores relacionados ao ressalto após transposição da primeira barreira (1) e ao ressalto após transposição da segunda barreira (2). Os termos teste e reteste correspondem aos dias 3 e 4 de coleta do estudo piloto.

**Tabela 3 – Valores descritivos das variáveis impulso e pré-ativação**

VARIÁVEL	Media	(DP)
Impulso 1 (N.s) – Teste	279,14	37,71
Impulso 1 (N.s) – Reteste	267,71	33,78
Impulso 2 (N.s) – Teste	278,41	45,20
Impulso 2 (N.s) – Reteste	283,38	43,72
Gastrocnêmio medial pré-ativação 1(%) – Teste	25	0,12
Gastrocnêmio medial pré-ativação 1 (%) – Reteste	33	0,10
Gastrocnêmio medial pré-ativação 2(%) – Teste	31	0,14
Gastrocnêmio medial pré-ativação 2 (%)– Reteste	40	0,10
Vasto medial pré-ativação 1(%) – Teste	24	0,10
Vasto medial pré-ativação 1(%)– Reteste	24	0,11
Vasto medial pré-ativação 2 (%) – Teste	27	0,14
Vasto medial pré-ativação 2 (%) – Reteste	31	0,19

Os números 1 e 2 que aparecem logo após a descrição das variáveis, correspondem aos valores relacionados ao ressalto após transposição da primeira barreira (1) e ao ressalto após transposição da segunda barreira (2). Os termos teste e reteste correspondem aos dias 3 e 4 da coleta do estudo piloto.

## 4.2 Resultados da etapa II

A tabela 4 contém os valores de confiabilidade das medidas das variáveis altura do ressalto vertical; índice de força reativa, pico de força, média da taxa de produção de força e impulso, considerando todos os dados do grupo 1 (n=20) e grupo 2 (n=15)

juntos. Consta-se os altos valores de confiabilidade expressos nesta tabela. Os valores de CCI e EPM referem-se aos dias de teste e reteste, dias 3 e 4 da etapa II.

**Tabela 4 – Valores de confiabilidade e erro padrão de medida das variáveis altura do ressalto vertical, índice de força reativa, pico de força, média da taxa de produção de força e impulso com os dados dos dois grupos (n=35)**

VARIÁVEL	CCI	EPM %
Altura de voo do ressalto vertical 1 (cm)	0,96	4,9
Altura voo do ressalto vertical 2 (cm)	0,95	4,5
Índice de força reativa 1	0,86	11,1
Índice de força reativa 2	0,90	10,8
Pico de Força 1 (N)	0,88	9,8
Pico de Força 2 (N)	0,81	11,9
Média da taxa de produção de força 1 (N.s <sup>-1</sup> )	0,94	9,1
Média da taxa de produção de força 2 (N.s <sup>-1</sup> )	0,91	10,7
Impulso 1 (N.s)	0,90	8,9
Impulso 2 (N.s)	0,86	10,00

CCI – coeficiente de correlação intraclassa; EPM – erro padrão de medida; os números 1 e 2 que aparecem logo após a descrição das variáveis, correspondem aos valores relacionados ao ressalto após transposição da primeira barreira (1) e ao ressalto após transposição da segunda barreira (2).

A tabela 5 contém os valores de confiabilidade das medidas das variáveis altura do ressalto vertical, altura máxima de barreira, índice de força reativa, pico de força, média da taxa de produção de força e impulso, considerando apenas os dados do grupo 1, formado por atletas.

A partir dos dados dessa tabela constata-se a ocorrência de altos valores de confiabilidade das medidas descritas, que é essencial para confirmar a consistência das medidas entre o teste e o reteste. Os valores de CCI e EPM referem-se aos dias 3 e 4 da etapa II.

**Tabela 5 – Valores de confiabilidade das variáveis altura do ressalto vertical, índice de força reativa, pico de força, média da taxa de produção de força e impulso com os dados do grupo de atletas (n=20)**

VARIÁVEL	CCI	EPM %
Altura de voo do ressalto vertical 1 (cm)	0,97	4,3
Altura voo do ressalto vertical 2 (cm)	0,93	6,3
Altura máxima de barreira 1 (cm)	0,90	8,8
Altura máxima de barreira 2 (cm)	0,82	10,8
Índice de força reativa 1	0,90	8,16
Índice de força reativa 2	0,92	8,4
Pico de força 1 (N)	0,89	8,07
Pico de força 2 (N)	0,82	11,2
Média da taxa de produção de força 1 (N.s <sup>-1</sup> )	0,96	6,9
Média da taxa de produção de força 2 (N.s <sup>-1</sup> )	0,90	10,6
Impulso 1 (N.s)	0,96	4,4
Impulso 2 (N.s)	0,95	5,5

CCI – coeficiente de correlação intraclasse; EPM – erro padrão de medida; os números 1 e 2 que aparecem logo após a descrição das variáveis, correspondem aos valores relacionados ao ressalto após transposição da primeira barreira (1) e ao ressalto após transposição da segunda barreira (2).

Na tabela 6 apresenta-se os valores de confiabilidade das medidas da CIVM, variável utilizada para normalização dos dados de eletromiografia, pré-ativação do gastrocnêmio medial e pré-ativação do vasto medial dos atletas. Percebe-se nessa tabela valores altos e moderados para a CIVM e moderados e baixos para pré-ativação. Os valores de CCI e EPM referem-se aos dias de teste e reteste, dias 3 e 4 da etapa II.

**Tabela 6 – Valores de confiabilidade e erro padrão de medida das variáveis relativas à contração voluntária máxima e à pré-ativação com os dados do grupo de atletas (n=20)**

VARIÁVEL	CCI	EPM (%)
CIVM gastrocnêmio medial	0,82	9,4
CIVM vasto medial	0,77	14,0
Gastrocnêmio medial pré-ativação 1 (%)	0,67	28,0
Gastrocnêmio medial pré-ativação 2 (%)	0,53	36,0
Vasto medial pré-ativação 1 (%)	0,41	41,0
Vasto medial pré-ativação 2 (%)	0,41	42,5

CCI – coeficiente de correlação intraclasse; EPM – erro padrão de medida; os números 1 e 2 que aparecem logo após a descrição das variáveis, correspondem aos valores relacionados ao ressalto após transposição da primeira barreira (1) e ao ressalto após transposição da segunda barreira (2).

Na tabela 7 são apresentados os valores de confiabilidade das medidas relativas às variáveis altura do ressalto vertical, altura máxima de barreira, índice de força reativa, pico de força, média da taxa de produção de força e impulso, considerando apenas os dados do grupo 2, formado por estudantes fisicamente ativos. Percebe-se os altos valores de confiabilidade da altura de voo do ressalto vertical 1 e 2, média de taxa de produção de força 1 e 2, moderados para IFR e impulso. Os valores de CCI e EPM referem-se aos dias de teste e reteste, dias 3 e 4 da etapa II.

**Tabela 7 – Valores de confiabilidade das variáveis altura do ressalto vertical, índice de força reativa, pico de força, média da taxa de produção de força e impulso com os dados do grupo de universitários fisicamente ativos (n=15)**

VARIÁVEL	CCI	EPM %
Altura de voo do ressalto vertical 1 (cm)	0,89	7,3
Altura voo do ressalto vertical 2 (cm)	0,93	6,33
Altura máxima de barreira 1 (cm)	0,94	6,2
Altura máxima de barreira 2 (cm)	0,92	9,12
Índice de força reativa 1	0,78	15,9
Índice de força reativa 2	0,73	14
Pico de força 1 (N)	0,72	12,1
Pico de força 2 (N)	0,70	13,43
Média da taxa de produção de força 1 (N.s <sup>-1</sup> )	0,88	12,06
Média da taxa de produção de força 2 (N.s <sup>-1</sup> )	0,90	9,6
Impulso 1 (N.s)	0,65	13,57
Impulso 2 (N.s)	0,64	15,18

CCI – coeficiente de correlação intraclasse; EPM – erro padrão de medida; os números 1 e 2 que aparecem logo após a descrição das variáveis, correspondem aos valores relacionados ao ressalto após transposição da primeira barreira (1) e ao ressalto após transposição da segunda barreira (2).

A tabela 8 contém os valores de confiabilidade das medidas da CIVM, variável utilizada para normalização dos dados de eletromiografia, pré-ativação do gastrocnêmio medial e pré-ativação do vasto medial dos estudantes fisicamente ativos (grupo 2). Percebe-se nessa tabela valores moderados do CCI na pré-ativação do gastrocnêmio, baixos para o vasto medial e alto e moderado para CIVM do gastrocnêmio e vasto medial, respectivamente. Os valores de CCI e EPM referem-se aos dias de teste e reteste, dias 3 e 4 da etapa II.

**Tabela 8 – Valores de confiabilidade e erro padrão de medida das variáveis relativas a contração voluntária máxima e a pré-ativação com os dados do grupo de universitários fisicamente ativos (n=15)**

VARIÁVEL	CCI	EPM (%)
CIVM gastrocnêmio medial	0,83	10,9
CIVM vasto medial	0,70	15,1
Gastrocnêmio medial pré-ativação 1 (%)	0,61	27,0
Gastrocnêmio medial pré-ativação 2 (%)	0,64	28,4
Vasto medial pré-ativação 1 (%)	0,31	43,0
Vasto medial pré-ativação 2 (%)	0,31	43,4

CCI – coeficiente de correlação intraclassa; EPM – erro padrão de medida; os números 1 e 2 que aparecem logo após a descrição das variáveis, correspondem aos valores relacionados ao ressalto após transposição da primeira barreira (1) e ao ressalto após transposição da segunda barreira (2).

Na tabela 9 são apresentados os valores descritivos (média e desvio padrão) do grupo 1 e grupo 2. Como também um comparativo entre G1 e G2 das variáveis altura do ressalto vertical; índice de força reativa, pico de força, média da taxa de produção de força e impulso. Nota-se que todas as variáveis comparadas apresentam diferença com significado estatístico ( $p \leq 0,05$ ), com vantagem para o grupo de atletas.

**Tabela 9 – Comparação entre os dois grupos nas variáveis índice de força reativa, pico de força, taxa de produção de força e impulso (G1=atletas; G2=universitários fisicamente ativos)**

VARIÁVEL	G1 (média $\pm$ DP)	G2 (média $\pm$ DP)	p
Altura de voo do ressalto vertical 1 (cm)	35,16 $\pm$ 5,75	28,29 $\pm$ 4,38	0,001*
Altura voo do ressalto vertical 2 (cm)	34,08 $\pm$ 5,75	27,30 $\pm$ 4,80	0,001*
Índice de força reativa 1 (cm/ms)	1,96 $\pm$ 0,38	1,57 $\pm$ 0,31	0,003*
Índice de força reativa 2 (cm/ms)	1,89 $\pm$ 0,39	1,50 $\pm$ 0,29	0,003*
Pico de força 1 (N)	4644,55 $\pm$ 822,72	3808,78 $\pm$ 689,42	0,003*
Pico de força 2 (N)	4585,20 $\pm$ 774,05	3841,08 $\pm$ 671,53	0,005*
Taxa de produção de força 1 (N.s <sup>-1</sup> )	55741,97 $\pm$ 12590,50	44487,42 $\pm$ 11590,06	0,01*
Taxa de produção de força 2 (N.s <sup>-1</sup> )	55772,50 $\pm$ 12550,81	42973,16 $\pm$ 8892,44	0,002*
Impulso 1 (N.s)	374,99 $\pm$ 73,58	321,27 $\pm$ 49,55	0,02*
Impulso 2 (N.s)	374,93 $\pm$ 67,30	316,07 $\pm$ 54,30	0,009*

Os números 1 e 2 que aparecem logo após a descrição das variáveis, correspondem aos valores relacionados ao ressalto após transposição da primeira barreira (1) e ao ressalto após transposição da segunda barreira (2).

Todas as comparações dispostas na tabela 10, apresentam resultado similar aos achados da tabela 9, diferença com significado estatístico ( $p \leq 0,05$ ), à exceção dos valores máximos de CIVM.

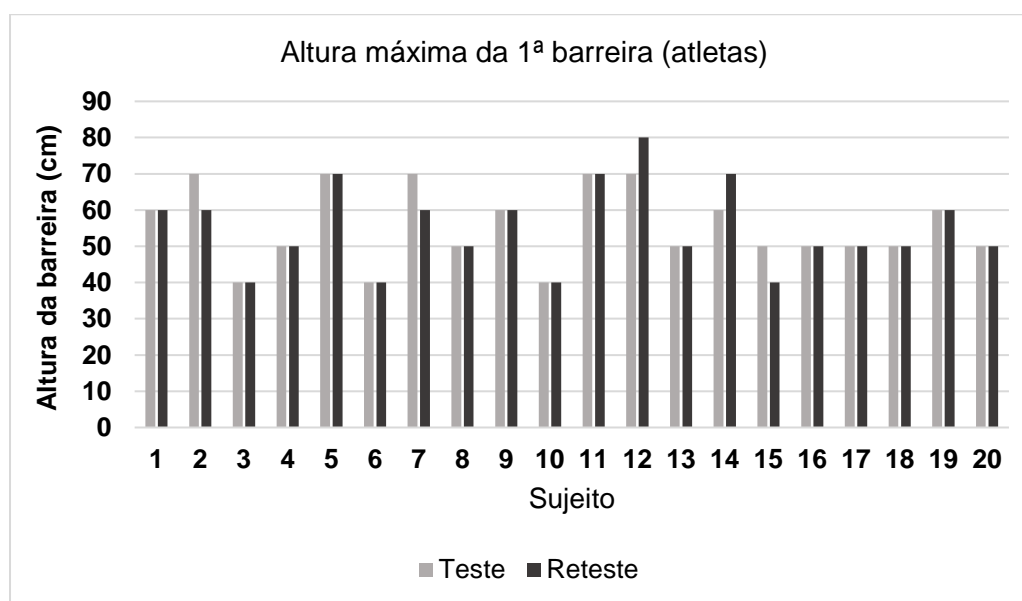
**Tabela 10 – Comparação entre os dois grupos nas variáveis relativas a pré-ativação (*Root Means Square*) (G1=atletas; G2=universitários fisicamente ativos)**

VARIÁVEL	G1 (média $\pm$ DP)	G2 (média $\pm$ DP)	$p$
Gastrocnêmio medial pré-ativação 1 (%)	80,08 $\pm$ 20,02	45,06 $\pm$ 23,27	0,005*
Gastrocnêmio medial pré-ativação 2 (%)	81,03 $\pm$ 23,36	42,66 $\pm$ 21,33	0,001*
Vasto lateral pré-ativação 1 (%)	73,14 $\pm$ 31,75	35,13 $\pm$ 27,70	0,003*
Vasto lateral pré-ativação 2 (%)	69, 16 $\pm$ 37,33	31,43 $\pm$ 15,16	0,001*

Os números 1 e 2 que aparecem logo após a descrição das variáveis, correspondem aos valores relacionados ao ressalto após transposição da primeira barreira (1) e ao ressalto após transposição da segunda barreira (2). Os valores de  $p$  referem-se as comparações dos maiores valores encontrados para as variáveis descritas no dia 3 e dia 4 da coleta.

No gráfico 1 são apresentadas todas as alturas de barreira relacionadas a maior altura do ressalto vertical por sujeito, considerando o grupo 1 (atletas e a primeira barreira). Esses dados foram coletados no teste (dia 3 de coleta) e no reteste (dia 04 de coleta). Percebe-se que houve pouca variação da altura de barreira de um dia para outro, consistência já evidenciada pelo alto valor de CCI (0,90) descrito anteriormente.

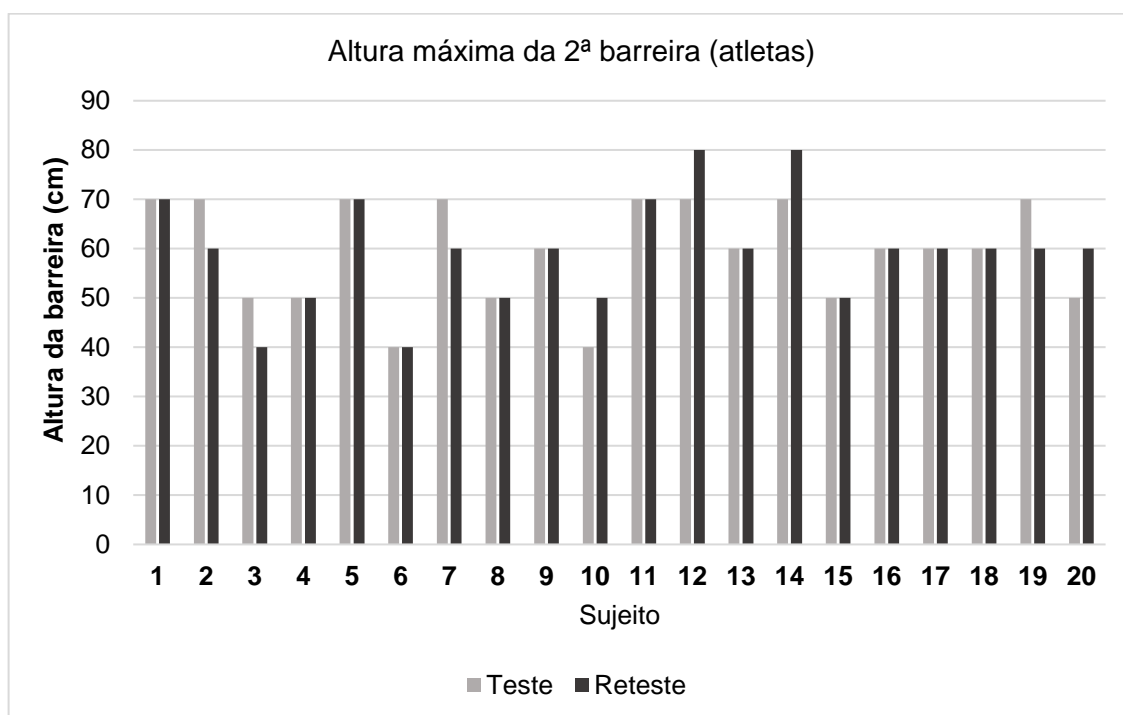
**Gráfico 01 – Valores das alturas máximas das barreiras relacionados as maiores alturas obtidas no ressalto vertical 1, Grupo 1 (atletas)**



Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados do presente estudo

No gráfico 2 apresenta-se todas as alturas de barreira relacionadas a maior altura do ressalto vertical por sujeito após a transposição da segunda barreira. Esses dados referem-se ao grupo 1 (atletas) e foram coletados no teste (dia 3 de coleta) e no reteste (dia 04 de coleta). Também encontra-se aqui pouca variabilidade do teste para o reteste, consistência já evidenciada pelo valor de CCI (0,82) entre esses dias.

**Gráfico 02 – Valores das alturas máximas das barreiras relacionadas às maiores alturas obtidas no ressalto vertical 2, Grupo 1 (atletas).**



Fonte: elaboração do autor a partir dos dados do presente estudo

No quadro 1 descreve-se os maiores valores de altura de barreira por sujeito (G1= 20 atletas), obtidos no dia 3 (teste) ou no dia 4 de coleta (reteste), barreiras que foram transpostas imediatamente antes do registro da maior altura de ressalto vertical.

**Quadro 01 - Alturas de barreiras individualizadas pela maior altura do ressalto vertical obtida no dia 3 ou no dia 4 da coleta. Grupo de atletas (G1=20 indivíduos).**

<b>Sujeito</b>	<b>Altura da barreira 1 em cm (Altura do ressalto vertical 1 em cm)</b>	<b>Altura da barreira 2 em cm (Altura do ressalto vertical 2 em cm)</b>
1	60 (38,30)	70 (33,80)
2	70 (45,20)	70 (36,40)
3	40 (35,50)	50 (38,00)
4	50 (33,40)	50 (33,30)
5	70 (30,70)	70 (31,30)
6	40 (29,10)	40 (28,50)
7	70 (40,30)	70 (36,10)
8	50 (29,70)	50 (29,20)
9	60 (29,10)	60 (21,80)
10	40 (34,30)	50 (32,30)
11	70 (45,30)	70 (44,60)
12	80 (42,00)	80 (43,00)
13	50 (32,60)	60 (34,60)
14	70 (43,00)	80 (41,70)
15	50 (31,50)	50 (32,40)
16	50 (33,20)	60 (35,50)
17	50 (24,40)	60 (24,40)
18	50 (32,20)	60 (31,10)
19	60 (37,60)	70 (39,60)
20	50 (35,20)	60 (34,00)

Fonte: elaboração do autor a partir dos dados do presente estudo

No quadro 2 descreve-se os maiores valores de altura de barreira por sujeito (G1= 20 atletas), obtido no dia 3 (teste) ou no dia 4 de coleta (reteste), barreiras essas que foram transpostas imediatamente antes do registro do IFR correspondente. Alguns valores de barreira e o seu respectivo valor de IFR estão destacados em negrito, para enfatizar que nestes casos, a barreira transposta logo antes do registro do IFR foi diferente da altura de barreira relacionada ao maior ressalto vertical, como foi apresentado no quadro 1. Nos outros casos em que não há o destaque em negrito, as barreiras que correspondem ao maior valor de IFR foram as mesmas do quadro 1.

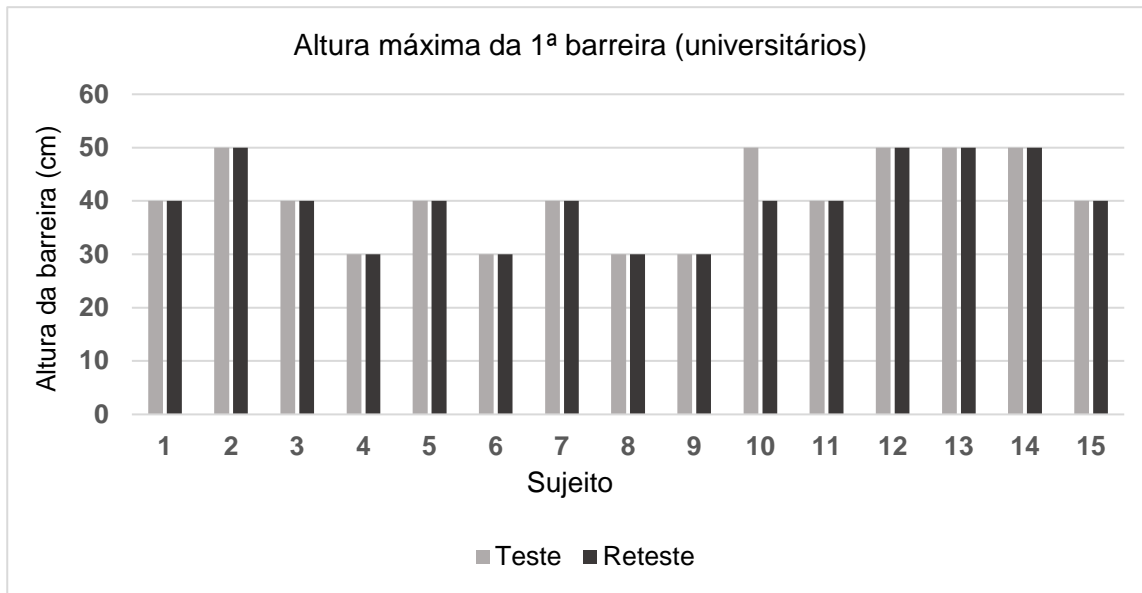
**Quadro 02 - Alturas de barreiras individualizadas pelo maior valor do índice de força reativa correspondente, grupo de atletas (G1=20 indivíduos).**

<b>Sujeito</b>	<b>Altura da barreira 1 (Índice de força reativa 1 )</b>	<b>Altura da barreira 2 (Índice de força reativa 2)</b>
1	<b>50 (2,23)</b>	70 (2,09)
2	<b>50 ( 2,39)</b>	70 (1,82)
3	40 (1,90)	50 (2,30)
4	50 (1,67)	50 (1,75)
5	70 (1,79)	<b>60 (1,55)</b>
6	40 (1,48)	40 (1,51)
7	<b>60 (2,63)</b>	70 (2,29)
8	50 (1,59)	50 (1,53)
9	60 (1,74)	60 (1,15)
10	40 (1,71)	<b>30 (1,63)</b>
11	70 (2,69)	70 (2,64)
12	<b>70 (2,46)</b>	80 (2,50)
13	<b>40 (1,84)</b>	60 (2,10)
14	70 (2,25)	<b>70 (2,19)</b>
15	<b>30 (2,02)</b>	50 (1,96)
16	<b>40 (1,99)</b>	60 (2,00)
17	<b>40 (1,25)</b>	60 (1,31)
18	50 (1,73)	60 (1,60)
19	60 (2,14)	<b>60 (2,18)</b>
20	50 (1,83)	60 (1,83)

Fonte: elaboração do autor a partir dos dados do presente estudo

No gráfico 3 são apresentados todos os valores de altura da barreira 1 relacionados a maior altura do ressalto vertical 1 por sujeito. Esses dados foram coletados no teste (dia 3 de coleta) e no reteste (dia 04 de coleta). Esses valores são exclusivos do Grupo 2 (indivíduos fisicamente ativos). Percebe-se pouca variabilidade das medidas do grupo quando compara-se individualmente os dados do teste e do reteste, fato já evidenciado pelo valor de CCI (0,94) que denota alta confiabilidade da medida.

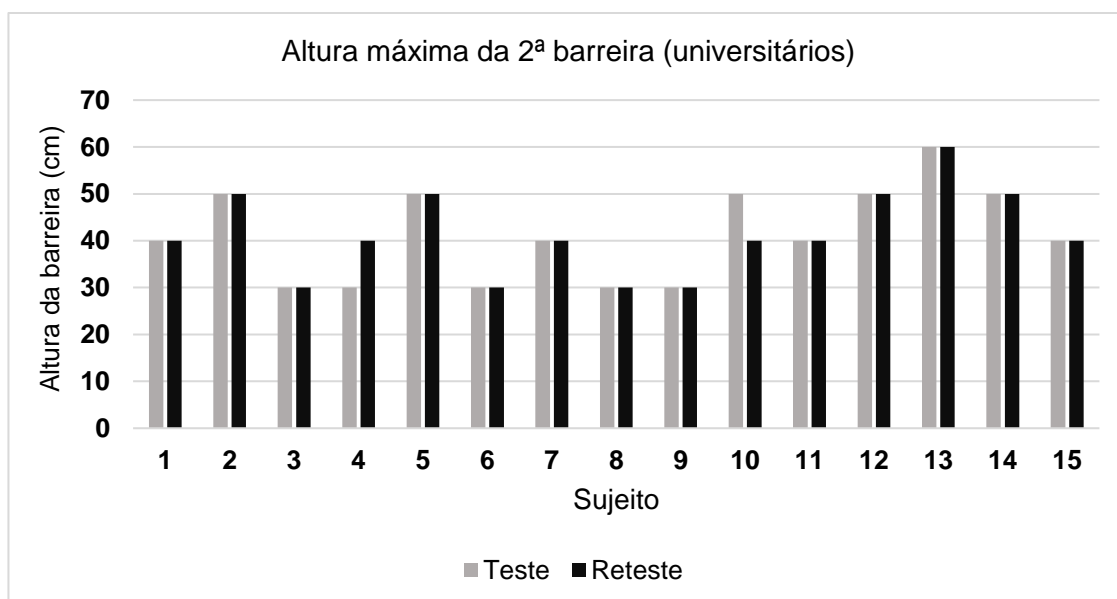
**Gráfico 03 – Valores das alturas máximas das barreiras relacionadas as maiores alturas obtidas no ressalto vertical 1, Grupo 2 (universitários fisicamente ativos)**



Fonte: elaboração do autor a partir dos dados do presente estudo

No gráfico 4 são apresentados todos os valores das alturas de barreira relacionadas a maior altura do ressalto vertical por sujeito após a transposição da segunda barreira. Esses dados foram coletados no teste (dia 3 de coleta) e no reteste (dia 04 de coleta) e são referentes ao Grupo 2. Percebe-se também neste gráfico uma ínfima variação da altura das barreiras do dia 3 para o dia 4, valor de CCI já apresentado confirma essa tendência (0,92).

**Gráfico 04 – Valores das alturas máximas das barreiras relacionadas as maiores alturas obtidas no ressalto vertical 2, grupo 2 (universitários fisicamente ativos).**



Fonte: elaboração do autor a partir dos dados do presente estudo

No quadro 3 descreve-se os maiores valores de altura de barreira por sujeito (G2= 15 universitários fisicamente ativos), obtidos no dia 3 (teste) ou no dia 4 de coleta (reteste), barreiras que foram transpostas imediatamente antes do registro da maior altura de ressalto vertical.

**Quadro 03 - Alturas de barreiras individualizadas pela maior altura do ressalto vertical obtida no teste ou no reteste - Grupo de universitários fisicamente ativos (G2=15 indivíduos).**

Sujeito	Altura da barreira 1 em cm (altura do ressalto vertical1 em cm)	Altura da barreira 2 em cm (altura do ressalto vertical 2 em cm)
1	40 (25,20)	40 (25,70)
2	50 (28,20)	50 (29,90)
3	40 (25,50)	30 (18,10)
4	30 (33,30)	40 (31,90)
5	40 (25,40)	50 (24,70)
6	30 (28,50)	30 (25,30)
7	40 (24,00)	40 (26,20)
8	30 (29,90)	30 (27,40)
9	30 (24,40)	30 (24,90)
10	40 (35,00)	50 (38,00)
11	40 (31,40)	40 (26,40)
12	50 (26,50)	50 (30,70)
13	50 (33,80)	60 (30,40)
14	50 (33,30)	50 (30,00)
15	40 (20,00)	40 (20,40)

Fonte: elaboração do autor a partir dos dados do presente estudo

No quadro 4 descreve-se os maiores valores de altura de barreira por sujeito (G2= 15 universitários fisicamente ativos), obtidos no dia 3 (teste) ou no dia 4 de coleta (reteste), barreiras que foram transpostas imediatamente antes do registro do IFR correspondente. Alguns valores de barreira e seu respectivo valor de IFR estão destacados em negrito, para enfatizar que nesses casos, a barreira transposta logo antes do registro do IFR foi diferente da altura de barreira relacionada ao maior ressalto vertical, como foi apresentado no quadro 3. Nos outros casos em que não há o destaque em negrito, as barreiras que correspondem ao maior valor de IFR foram as mesmas do quadro 3.

**Quadro 04 - Alturas de barreiras individualizadas pelo maior valor do índice de força reativa obtido no teste ou no reteste - Grupo de universitários fisicamente ativos (G2=15 indivíduos).**

Sujeito	Altura da barreira 1 em cm (Índice de força reativa)	Altura da barreira 2 em cm (Índice de força reativa)
1	40 (1,29)	40 (1,38)
2	50 (1,50)	50 (1,51)
3	40 (1,27)	30 (0,92)
4	30(1,69)	40 (1,60)
5	40 (1,41)	50 (1,42)
6	30 (2,06)	30 (1,34)
7	40 (1,37)	40 (1,41)
8	30 (1,79)	30 (1,70)
9	30 (1,22)	30 (1,27)
10	<b>40 (2,05)</b>	50 (2,00)
11	40 (1,66)	40 (1,54)
12	50 (1,90)	50 (1,68)
13	50 (1,69)	60 (1,57)
14	50 (1,73)	50 (2,08)
15	40 (1,00)	40 (1,18)

Fonte: elaboração do autor a partir dos dados do presente estudo

## 5 DISCUSSÃO

Esta discussão será orientada pelos seguintes parâmetros: a) os resultados mais expressivos obtidos no estudo; b) objetivos definidos nas diferentes etapas da pesquisa; c) as variáveis principais do estudo, a saber: altura máxima de barreira, altura do ressalto vertical e índice de força reativa; d) as tendências que os dados sugerem à luz da literatura correlata ao tema e; e) a aplicabilidade do protocolo proposto. Os termos “presente estudo” ou “presente pesquisa” apontados em negrito serão utilizados para diferenciar esta pesquisa com as comparações na literatura.

### 5.1 Quanto à confiabilidade das medidas

Considerando que um dos objetivos do **presente estudo** é a validação do protocolo proposto para determinação da altura máxima de transposição de barreiras associadas ao ressalto vertical e ao índice de força reativa, é imprescindível que os dados apresentassem alta confiabilidade das medidas decorrentes da aplicação do teste.

Dessa forma, a etapa 1 deste estudo teve como objetivo principal mensurar a confiabilidade das medidas. A análise dos dados dessa etapa evidencia que esse objetivo foi alcançado, ao ser detectado altos valores de confiabilidade nas variáveis: altura do ressalto vertical para as duas barreiras, alta confiabilidade também nas variáveis pico de força e média da taxa de produção de força e confiabilidade moderada na variável impulso. Esses achados foram determinantes para continuidade do estudo.

Quando se observa os valores de confiabilidade de atletas e estudantes fisicamente ativos na segunda etapa, os números também evidenciam, em sua ampla maioria, a alta confiabilidade das medidas obtidas. Além disso, apresentam um outro dado de certa maneira esperado, qual seja: a confiabilidade das medidas nos atletas apresentam números mais altos do que nos estudantes universitários.

De acordo com Hopkins (2000), atletas podem apresentar resultados mais confiáveis que não atletas em testes físicos. Esse autor apresenta possíveis explicações para esse fenômeno, a saber: atletas são, frequentemente expostos a situações de alta intensidade. No caso específico do **presente estudo**, além dessa afirmativa de

Hopkins (2000), os indivíduos eram experientes na prática do TP e, além disso, a própria natureza das suas respectivas modalidades fazem que os atletas executem também no treinamento técnico durante vários anos, repetidamente, atividades de alta intensidade com utilização dos membros inferiores, inclusive àquelas que fazem apelo constante ao CAE.

Hopkins (2000) ainda comenta que, estudos realizados com atletas podem, apresentar equipamentos melhores e mais resistentes, o que talvez possa influenciar na consistência das medidas. No caso do **presente estudo**, todos os atletas e indivíduos fisicamente ativos realizaram as medidas sempre nos mesmos equipamentos. Esse autor ainda aponta que, a medida que o teste é realizado, os atletas devem sofrer menos alterações nas aptidões específicas para sua realização. Registra-se o fato que, no **presente estudo**, em nenhum momento os atletas alegaram incômodo ou percepção de cansaço entre os dias de coleta. Por sua vez, dois estudantes universitários (um no estudo piloto e outro na etapa 2 do estudo) relataram leves dores nos músculos anteriores da coxa direita e esquerda, entre os dois primeiros dias da familiarização. No entanto, esses relatos não resultaram em variação do rendimento do primeiro para o segundo dia, conforme a estatística aplicada para confirmar a familiarização com o protocolo utilizado.

O estudo de Beattie, Eamomm e Flanagan (2015) apresentou valores de 0,70 (CCI) para altura do ressalto vertical quando da realização do salto em profundidade (*Drop Jump*) por atletas de *rugby*. Foram avaliadas apenas três tentativas máximas em cada dia, a uma altura de queda fixa de 40 cm, com duas semanas de intervalo entre os dias (e uma semana de competição entre os testes). Ao contrário de outros estudos com atletas, o valor apresentado não foi considerado satisfatório pelos autores, pois a altura do ressalto vertical em atletas comumente apresenta valores acima de 0,80 (valor de corte daquele estudo) para o CCI. Não foi mencionado nenhum protocolo de familiarização no estudo de Beattie, Eamomm e Flanagan (2015), fato que pode ter influenciado negativamente. Também não foi mencionado que os atletas tinham experiência específica com TP, apenas é mencionado a experiência mínima com treinamento de força por seis meses. No **presente estudo**, os resultados do ressalto vertical após a transposição de uma barreira, atingiram um valor de 0,97 para o CCI em atletas, quando considerados os dados do ressalto vertical após a transposição da primeira barreira.

Byrne *et al.* (2016) verificaram a confiabilidade do protocolo de determinação da altura máxima de queda para o salto em profundidade (*Drop Jump*) utilizando as seguintes variações na altura de queda: 30,40,50 e 60 cm. O resultado atingiu um alto valor de confiabilidade relativa de 0,81 (CCI) .O estudo foi realizado com duas intervenções, separadas por 48 horas. Esse estudo foi realizado em 19 jogadores de *Hurling*, experientes no TP. Para determinação da altura máxima de barreira, considerando a primeira barreira no **presente estudo** foi calculado o valor de CCI de 0,90 para atletas. Somando-se a este elevado valor no CCI, o **presente estudo** proporcionou mais alturas de transposição de barreiras aos sujeitos (20 a 100 cm, variando de 10 em 10 cm). Em razão disso, parece que, se fosse oportunizado mais opções de alturas de queda de barreira aqueles atletas, o estudo de Byrne *et al.* (2016) poderia ter apresentado um retrato mais acurado dos valores, podendo assim alterar o valor da confiabilidade.

O estudo de Byrne *et al.* (2016) também verificou o valor de CCI para o Índice de Força Reativa (IFR), registrando o valor de 0,87. Na **presente pesquisa**, quando avaliados os atletas foi encontrado o valor de CCI de 0,90 após a transposição de uma única barreira e 0,92 após a transposição da segunda barreira.

As únicas variáveis que apresentaram um CCI muito baixo no **presente estudo**, foram as variáveis de pré-ativação, principalmente as do músculo vasto medial. O resultado da confiabilidade obtida na Contração Isométrica Voluntária Máxima -CIVM (que foi utilizada como referência para normalização dos dados de eletromiografia) foi colocado no estudo para tentar auxiliar na discussão dos dados de eletromiografia.

De acordo com Ducheteau, Semmler e Enoka (2006), quando indivíduos realizam atividades máximas no uso do sistema neuromuscular, encontra-se uma menor variação na sinergia intra e intermuscular, já que o sistema nervoso central procura recrutar o máximo de unidades motoras possível para realização da tarefa. A pré-ativação não é uma tarefa que necessite de uma máxima contração muscular, talvez por isso, em situações repetidas em dias distintos, como as do **presente estudo**, pode se encontrar uma maior variação da sinergia intra e intermuscular, desta forma, influenciando na ativação muscular detectada pelo eletromiografia de superfície.

## 5.2 Quanto à comparação entre diferentes grupos

A literatura aponta que, a pré-ativação muscular parece ser obtida por meio de uma pré-programação do sistema nervoso central, participando no processo de regulação da rigidez do músculo esquelético ainda antes do contato com o solo, como forma de prevenir perturbações nesse músculo, perturbações essas próprias de situações de impacto, como as aterrissagens provenientes de saltos e ressaltos (AVELA; SANTOS; KOMI, 1996; LESINSK *et al.*, 2016).

A comparação dos valores de pré-ativação entre o grupo de atletas e grupo de estudantes fisicamente ativos (tabela 11), apresenta diferenças com significado estatístico em prol do grupo de atletas para os dois músculos estudados no **presente estudo**. No estudo de Viitasalo, Salo e Lahtinen (1998) foram verificadas diferenças na duração da pré-ativação entre saltadores do atletismo (salto triplo) e estudantes universitários fisicamente ativos, os dois músculos que apresentaram diferença foram o gastrocnêmio lateral e vasto lateral, foram utilizadas naquele estudo duas alturas de queda fixas (40 e 80 cm) a partir do salto em profundidade (*Drop Jump*). Quando as diferenças de pré-ativação nas alturas de queda estudadas foram analisadas intra-grupos, não foram encontradas alterações com significado estatístico, o que levou os autores a refletir que a altura de queda por si, não havia influenciado nos resultados. Portanto, para aqueles pesquisadores, adaptações próprias das atividades pliométricas desempenhadas na rotina dos atletas, poderiam ter levado aos mesmos a obter resposta eletromiográfica associada a pré-ativação com maior magnitude em relação aos estudantes fisicamente ativos.

Parece razoável afirmar que, adaptações neurais próprias do treinamento de força podem influenciar positivamente em ações como a pré-ativação (KIROLAINEN *et al.*, 1991; MARKOVIC; MIKULIC, 2010 ). No entanto, a maioria dos estudos (ver p. ex. a revisão de MARKOVIC; MIKULIC, 2010) utiliza a eletromiografia de superfície para mensurar a pré-ativação relacionada ao desempenho em ações de caráter pliométrico, o que não torna as inferências tão amplas, a ponto de determinar a real causa de diferentes comportamentos da pré-ativação em exercícios ou testes pliométricos (MARKOVIC; MIKULIC, 2010).

O estudo de Lesinski *et al.* (2016) encontrou diferenças em adultos jovens fisicamente ativos (homens e mulheres) na pré-ativação quando submetidos a diferentes alturas de queda, a saber: 20, 40 e 60 cm. Ou seja, quanto maior a altura de queda, maior foi o valor da pré-ativação para os músculos gastrocnêmio medial e sóleo. Esses resultados contradizem os achados do estudo de Viitasalo, Salo e Lahtinen (1998) citado anteriormente. O estudo de Lesinski *et al.* (2016) utilizou o tempo fixo de 100 milissegundos para análise da pré-ativação, tempo também utilizado no estudo de McBride, Mccauley e Cormie (2008), como também no **presente estudo**.

É importante ressaltar que, na **presente pesquisa** não foram utilizadas alturas de queda fixas como aquelas utilizadas por Viitasalo, Salo e Lahtinen (1998), o que parece dificultar a comparação, além do teste utilizado não ser o mesmo. No entanto, é também importante destacar que, os dados analisados no **presente estudo** foram obtidos a partir da maior altura de queda individual, fato que também pode resultar em uma padronização no que concerne as dificuldades encontradas para o teste específico aqui desenvolvido. As diferenças aparentes entre o ressalto a partir de um caixote e um ressalto proveniente de uma transposição de barreiras, parecem limitar as comparações entre estudos. Esse fato é reforçado pela escassez de estudos com barreiras na perspectiva da **presente pesquisa**.

Viitasalo, Salo e Lahtinen (1998) afirmam que, diferenças entre dois grupos distintos que utilizem esforços com alta participação do sistema neuromuscular, devem ser investigadas à luz da experiência anterior dos sujeitos em treinamentos específicos e, por conseguinte, na aquisição de habilidades específicas. Nessa perspectiva, registra-se o fato de que na **presente pesquisa** foi comparado um grupo com experiência no TP e outro sem nenhuma experiência específica no TP. Para além dessa questão, o treinamento técnico dos atletas do **presente estudo**, consta de saltos e ressaltos realizados de forma reativa.

No **presente estudo**, quando comparadas as alturas dos ressaltos verticais entre estudantes fisicamente ativos e atletas (tabela 10) foram encontradas diferenças com significado estatístico, com vantagem para os atletas. Igualmente como citado acima, vale reforçar que não foram estudadas quedas com alturas fixas, mas cada sujeito atingiu o máximo ressalto vertical, proveniente da transposição de uma barreira também de altura máxima e com o resultado aferido dentro dos critérios estabelecidos

na literatura para testes correlatos (p.ex.: tempo de contato máximo de 200 milissegundos que precedeu o ressalto; manter a mão nos quadris, minimizando a influência dos membros superiores no salto).

Resultados semelhantes foram encontrados por Viitasalo, Salo e Lahtinen (1998), tanto para altura de queda de 40 cm e também de 80 cm no *Drop Jump*, os ressaltos verticais registraram diferença com significado estatístico para os atletas de salto triplo quando comparados a estudantes fisicamente ativos naquele estudo.

### 5.3 Quanto à individualização da altura de barreira

Um dos princípios mais divulgados nos livros e artigos referentes ao treinamento esportivo é o princípio das diferenças individuais ou princípio da individualidade biológica. O princípio da individualidade biológica visa assegurar o respeito as características individuais de cada sujeito, com o objetivo de direcionar as cargas de treinamento da forma mais individualizada possível.

Por outro lado no TP, é nítida a busca a respeito da melhor adequação dos exercícios. Muitos dos exercícios utilizados tradicionalmente ainda se apresentam “desconhecidos” no que se refere a estimativa dos componentes da carga. É fato que o número de contatos dos pés no solo durante um treinamento tem sido descrito como parâmetro de volume no TP, embora seja uma variável que ainda carece de esclarecimentos. Da mesma forma existe uma indefinição na literatura em relação à estimativa da intensidade do TP (JARVIS; SMITH; COMFORT, 2016). Os componentes da carga de treinamento, se bem definidos, podem auxiliar diretamente na aquisição de adaptações físicas desejadas (SZMUCHROWSKI; COUTO, 2013).

Desse modo, parece que, caracterizar ao máximo os exercícios pode ajudar nas questões elencadas neste tópico. Como já foi citado na revisão do **presente estudo**, na literatura voltada para o TP, verifica-se, em muitos casos, a utilização de barreiras similares aquelas utilizadas nas provas do atletismo (SANTOS; MAIA; JANEIRA, 1997; MARKOVICK *et al.*, 2007; MAKARUK *et al.*, 2011; RUBLEY *et al.*, 2011; SANTOS; JANEIRA, 2011; HOUGHTON; DAWSON; RUBENSON, 2013; CHELLY *et al.*, 2014; KIBELLE *et al.*, 2014; MAKARUK *et al.*, 2014; OZBAR; ATES; AGOPYAN, 2014). Algumas lacunas foram aqui levantadas no que se refere à caracterização do

uso das barreiras tanto na avaliação (RUBEN *et al.*, 2010; KIBELLE *et al.*, 2014) como no treinamento (RUBLEY *et al.*, 2011; HOUGHTON; DAWSON; RUBENSON, 2013).

Nessa perspectiva, a **presente pesquisa** apresenta uma proposta de determinação da altura individual de transposição máxima de barreira, sob dois parâmetros: maior altura do ressalto vertical associada a maior altura de transposição de barreira e o parâmetro IFR. Essas opções visam assegurar ao treinador alternativas conforme diferentes objetivos. Não se pode confundir melhor desempenho no TP com apenas maior altura do salto ou ressalto atingida. Não é a todo momento que um treinador pode ministrar treinamentos sob a perspectiva do desempenho máximo nas mais variadas situações de treinamento

Essa ideia já vem sendo, paulatinamente, expressada nos trabalhos referentes ao ressalto vertical, a partir do *Drop Jump*. Byrne *et al.* (2010) verificaram os efeitos do TP em dois grupos de jovens fisicamente ativos. Um dos grupos utilizou como parâmetro para o treinamento a maior altura de queda no *Drop Jump* e o outro o maior IFR obtido. Ambos os grupos, atingiram resultados semelhantes após oito semanas de treinamento, mostrando que, por parâmetros distintos pode-se chegar a resultados idênticos. Struzik *et al.* (2016) apontam que, para técnicas diferentes de movimento que antecedem o ressalto, diferentes valores de IFR podem ser produzidos, evidenciando a necessidade de se investigar o IFR em outras técnicas de salto para além do *Drop Jump*.

Não foram encontrados estudos que apontassem na mesma perspectiva quando o exercício a ser utilizado é a transposição de barreiras. No **presente estudo** são apresentados nos gráficos 1, 2, 3 e 4 os resultados que explicitam para cada sujeito a barreira máxima atingida, a partir do parâmetro maior altura do ressalto vertical. Verifica-se ainda, pela análise dos quadros 2 e 4 que, em boa parte dos casos, a altura de barreira associada ao maior ressalto vertical é a mesma associada ao maior IFR atingido. Todavia, dos 70 casos externados (35 indivíduos x duas barreiras), em 13 situações isso não ocorre. Destaca-se a importância na obtenção desse dado, pois alturas de barreiras com diferenças de até 20 centímetros foram detectadas, como por exemplo, no caso do sujeito 2 do **presente estudo** (quadros 1 e 2), o qual atingiu na barreira 1, a altura de 70 cm associada ao maior valor do ressalto vertical. Todavia, quando se olha para o mesmo sujeito tomando como referência o maior valor de IFR,

registra-se a barreira de 50 cm associada. Na prática do treinamento essas situações poderão acarretar em um maior ou menor de tempo de contato, em que geralmente as maiores alturas de queda causam maiores impactos, ou mesmo a maiores volumes no treinamento em cada série de exercícios, qual seja: com barreiras de tamanho menor, pode-se utilizar mais barreiras na mesma série.

Os resultados encontrados na **presente pesquisa** sugerem a importância da individualização das barreiras, quer no grupo de atletas ou nos estudantes fisicamente ativos. Outro fato importante é que acrescenta-se a possibilidade de se realizar o teste com saltos múltiplos sobre barreiras, como normalmente é utilizada na prática do treinamento.

É importante ressaltar, ainda, que se não fosse limitado o valor máximo de 200 milissegundos para os tempos de contato, poder-se-ia ter encontrado maiores diferenças nas individualizações de altura de barreira, a partir dos dois parâmetros adotados, quais sejam: maior altura do ressalto vertical e maior índice de força reativa.

#### **5.4 Quanto à aplicabilidade do teste**

A utilização de barreiras na prática do treinamento pliométrico (TP) e a repercussão dessa utilização nas pesquisas científicas, durante sua evolução, deixa nítido o interesse de treinadores e pesquisadores por este implemento. Portanto, oportunizar a treinadores e pesquisadores uma forma de avaliação para melhor orientar a utilização das barreiras é muito importante.

No **presente estudo**, foi utilizado uma grande variedade de equipamentos, que têm o seu valor de aplicação já consagrado na literatura. Dessa forma, buscou-se ainda, a utilização de métodos científicos que pudessem auxiliar na criação de um protocolo específico para determinação da altura individual de transposição das barreiras, dentro dos preceitos do TP como, por exemplo, uma rápida transição entre as fases de aterrissagem e propulsão no salto, exemplificada nos métodos da **presente pesquisa**.

No entanto, o pesquisador e o treinador sempre se deparam com uma grande dificuldade, qual seja: fazer uso de um teste construído com o rigor científico e tentar

aplicá-lo na prática com todas as perturbações que o ambiente do campo traz normalmente. Nessa perspectiva busca-se, com esse estudo, não só apresentar um teste que possa se utilizar de toda uma gama de equipamentos que, normalmente estão disponíveis nos laboratórios das universidades e centros acadêmicos.

Outrossim, é fato que academias, clubes, escolas e centros de treinamento estão buscando cada vez mais uma aproximação do rigor científico próprio do ambiente acadêmico, resultando numa melhor qualificação do treinamento e das respectivas avaliações. Desse modo, além de sugerir que o teste em referência seja replicado da forma como está construído no **presente estudo**, pode-se ainda, lançar mão da seguinte situação: utilizar o tapete de contato apenas para medição da altura do ressalto vertical, tempo de contato e, por conseguinte, o IFR. Essas variáveis por si, já apresentam uma série de perspectivas que podem ajudar na orientação do treinamento.

Essa sugestão deve-se ao fato de a plataforma de força ser um equipamento dispendioso, de pouco acesso a grande parte dos professores e treinadores. Além disso, a altura de queda em atividades de ressalto vem, há vários anos ganhando destaque na literatura como uma das variáveis importantes no monitoramento do treino (BYRNE *et al.*, 2016), assim como o tempo de contato (YOUNG; WILSON; BYRNE, 1999; WALSH *et al.*, 2004) e, ainda, o índice de força reativa, inclusive sendo comparado com sucesso a altura de queda do ressalto, como um excelente índice para monitoramento do treinamento pliométrico a partir dos ressaltos (Byrne *et al.*, 2010).

## **5.5 Quanto às evidências de validade do teste**

Após todos os procedimentos aplicados no **presente estudo**, constatou-se a alta confiabilidade atribuída em etapas distintas. É fato que os atletas apresentaram índices maiores de confiabilidade para ampla maioria das variáveis, como foi comentado no tópico 5.1 desta discussão.

Para além das informações advindas dos valores estatísticos encontrados, o rigor aplicado em cada ponto da construção da ideia do teste de determinação da altura máxima de transposição de barreira, confere também segurança nas afirmações que

se seguem. O teste demonstrou ser factível, seguro e aplicável à realidade do campo de avaliação do treinamento.

De acordo com Thomas, Nelson e Silvermann (2012), um dos métodos a ser utilizado para determinar as evidências de validação de construto de um teste é o método da diferença de grupos conhecidos. Este método também foi anteriormente citado por Lima e Kiss (2003) nessa mesma perspectiva e consiste em recrutar amostras com características distintas para estabelecer tal validade. Essa amostra dividida pelo menos em dois grupos deve confirmar com resultados obtidos a supremacia de um grupo sobre o outro.

Thomas, Nelson e Silvermann (2012) afirmam que em um teste de potência anaeróbia, a validade de construto pela comparação de atletas de velocidade e saltadores no atletismo, comparada à fundistas, ocorrerá se o primeiro grupo apresentar resultados superiores com significado estatístico. Essa constatação fornecerá a evidência de que o teste mede, realmente a potência anaeróbia.

No **presente estudo** foram recrutados sujeitos de características distintas: a) atletas de modalidades esportivas que nos seus fundamentos técnicos é solicitado o CAE e, ainda, experientes no TP; b) estudantes universitários fisicamente ativos, mas sem nenhuma experiência na prática do TP. Esperava-se que, variáveis como altura do ressalto, IFR, taxa de produção de força, impulso e força de reação de solo (Pico de força) apresentassem resultados com significado estatístico, com vantagem para os atletas, diante da caracterização descrita acima.

Essa hipótese foi confirmada em todas variáveis citadas. Além disso, tinha-se dúvidas se as variáveis relativas a pré-ativação nos dois músculos distintos entre os grupos apresentariam diferenças, já que a literatura não apresenta resultados consensuais nessas medidas (VIITASALO; SALO; LAHTINEN, 1998; MARKOVIC; MULIK, 2010).

Outro fato que limitava a construção da hipótese da diferença entre os dois grupos nessa variável é que, normalmente a pré-ativação é mensurada por meio de alturas de quedas de alturas fixas quando se quer fazer comparativos, como é o caso do estudo de Viitasalo, Salo e Lahtinen (1998), que utilizou 40 e 80 centímetros ao comparar saltadores com estudantes fisicamente ativos.

No entanto, ressalta-se novamente que todos os sujeitos do **presente estudo** foram submetidos a determinação da maior altura de barreira para transpô-la, o que de certa forma também evidencia uma padronização relativa ao maior resultado obtido no teste descrito.

Diante de todas constatações à luz do rigor científico aqui despreendido, e também a luz da literatura específica sobre o TP, sobretudo, no que concerne ao marco teórico dos ressaltos verticais, configura-se evidências suficientes em prol da confiabilidade e validade de construto do teste desenvolvido.

### **5.6 Quanto às limitações do estudo**

O fato de se ter limitado o tempo máximo de contato no solo parece ter contribuído para não se achar entre os voluntários maiores diferenças entre a barreira individualizada pela altura máxima de ressalto e pelo índice de força reativa. Dos 70 casos (35 x 2 barreiras) analisados, apenas em 13 situações foi encontrada tal diferença.

A escassez de outros trabalhos que utilizassem o implemento barreira na mesma perspectiva do presente estudo limitou, fortemente, a discussão dos resultados, que passou a se orientar em outras atividades que continham o ressalto, principalmente o salto em profundidade, também conhecido como *drop jump*

## 6 CONCLUSÃO

Considerando os objetivos do presente estudo, bem como os métodos aplicados e respectivos resultados, pode-se concluir que a criação do método proposto nesta pesquisa logrou êxito.

Os dados apresentados no presente estudo, especialmente no tópico dos resultados permitem afirmar que o protocolo proposto é confiável, já que foram constatados altos níveis de confiabilidade a partir da investigação de distintos parâmetros e grupos também distintos na ampla maioria das medidas atreladas às variáveis investigadas.

Além da confiabilidade ressaltada, o estudo apresenta evidências nítidas de validação de construto, conforme a especificidade do método desenvolvido.

A proposta de individualização de altura máxima de transposição de barreira apresentada sob a perspectiva de dois parâmetros, a saber: altura máxima do ressalto e maior índice de força reativa, contempla dois aspectos fulcrais no treinamento esportivo, quais sejam: o respeito às diferenças individuais e o auxílio na melhor caracterização de exercícios, que pode influenciar, sobremaneira, na carga aplicada ao sujeito.

Dessa forma, o protocolo objeto do presente estudo promove possibilidades de aplicação prática e replicações no âmbito acadêmico. Para além dessas questões, a escassez de estudos que se aprofundem na caracterização das barreiras como elemento possível de auxiliar no monitoramento e avaliação do TP, bem como a grande utilização desse implemento com o passar dos anos na prática do treinamento e nos estudos referentes ao TP, assegura a relevância de pesquisas como esta.

Como ressaltado na discussão dos resultados, sugere-se a aplicação do teste proposto no campo de treinamento com ferramentas mais simples e de confiabilidade e validade também asseguradas, caso específico do tapete de contato, utilizado neste estudo em conjunto com a plataforma de força.

Sugere-se ainda, estudos que possam continuar a comparar a individualização da barreira com parâmetros distintos, como os utilizados no presente estudo, além de se

investigar a melhor aplicação dos componentes da carga de treinamento com o uso das barreiras, a saber: intensidade, volume e a variação do próprio exercício.

## REFERÊNCIAS

ACERO, M.R.; SÁNCHEZ, J.A.; Testes of vertical jump. Countermovement Jump with arm swing and reaction jump with arm swing. **Strength and Conditioning Journal**, v.34, n. 6, p.87-93, 2012.

ADAMS, K.; O´SHEA, J.; CLIMSTEIN, M. The Effects of six weeks of squat plyometrics and plyometric training on power production, **Journal Applied of Sports Science Researches**, v. 6, p.36-41, 1992.

ANDERSEN, L.L.; MAGNUSSON, S.P.; NIELSEN, J.H.; POUSEN, K.; AAGAARD, P. Neuromuscular Activation in Conventional Therapeutic Exercises and Heavy Resistance Exercises: Implications for Rehabilitation. **Physical Therapy**, v.86, p. 683-697, 2006.

ANDERSON, F.C.; PANDY, M.G. Storage and utilization of elastic strain energy during jumping. **Journal of Biomechanics**, v.26, n.12, p.1413-1427, 1993.

ASADI, A. Effects of in-season short-term plyometric training on jumping and agility performance of basketball players. **Sport Sciences for Health**, v.9, n.3, p.133-137, 2013.

ASADI, A.; VILLAREAL, E.S.; ARAZI, H. The effects of Plyometric Type Neuromuscular Training on Postural Control Performance of Male Team Basketball Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2015. *In press*.

ASMUSSEN, E.; BONDE-PETERSEN, F. Storage of elastic energy in skeletal muscle in man. **Acta Phsiologica Scandinavia**, v.92, p. 537- 545, 1974.

ATKINSON, G.; NEVILL, A.M. Measurement Error (Realibility) in variables relevant to **Sports Medicine**. v.26, n.4, p. 217-238, 1998.

AVELA, J.; SANTOS, P.M.; KOMI, P.V. Effects of differently stretch loads on neuromuscular control in drop jump exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 72, p.553-562, 1996.

BARCZYNSKI, J.B.; GRACZYNSKI, M.G.; KALINA, R.M. Barriers Restricting the Free Dissemination of Scientific Achievements: Own Experiences in Crossing Walls and Bridges. **Journal of Human Kinetics**, v. 22, p.7-13, 2009.

BEATTIE, K.; EAMONN, P.; FLANAGAN, P. Establishing the reliability and meaningful change of the drop-jump-reactive-strength index. **Journal of Australian Strength and Conditioning**, v.23, n.5, p.12-18, 2015.

BISHOP, D.; SMITH, R.J.; SMITH, M.F.; RIGBY, H.E. Effect of plyometric training on Swimming block star performance in adolescents. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23,n. 7, p. 2137-2143, 2009.

BOBBERT, M.F. Drop jumping as a training method for jumping ability. **Sports Medicine**, v.9, n. 1, p. 7-22, 1990.

BOSCO, C. **A força muscular**. Aspectos fisiológicos e aplicações práticas. São Paulo: Phorte, 2007.

BOSCO, C. New test for measurement of anaerobic capacity in jumping and leg extensor muscle elasticity. **Volleyball. I.F.V.B. Oficial Magazine**, v. 1, p. 22-30, 1981

BOSCO, C. Valoraciones funcionales de la fuerza dinámica, de la fuerza explosiva y de la potencia anaeróbica aláctica con los test de Bosco. **Apunts**, v.24, p.151-156, 1987.

BOSCO, C.; KELLIS, S. Proposte metodologiche di valutazione delle capacità fisiche nei giovani ai fini di individuare le caratteristiche specifiche delle varie proprietà fisiologiche coinvolte nelle diverse specialità dell'atletica leggera, **Atleticastudi**, v.24, n.6, p.361-371, 1993.

BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. **European Journal of Applied Physiology**, v.50, p.273-282, 1983.

BYRNE, D.J.; BROWNE, D.; BIRNE, P.J.; RICHARDSON. N. The Inter-Day Reliability of Reactive Strength Index and optimal drop height. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 2016. No prelo. Acesso em: 04/11/2016. Disponível em: [http://journals.lww.com/nsca-jscr//Abstract/publishahead/The\\_Inter\\_Day\\_Reliability\\_of\\_Reactive\\_Strength.96406.aspx](http://journals.lww.com/nsca-jscr//Abstract/publishahead/The_Inter_Day_Reliability_of_Reactive_Strength.96406.aspx)

BYRNE, P.J.; MORAN, K.; RANKIN, P.; KINSELA, S. A comparison of methods used to identify optimal drop height for early phase adaptations in depth jump training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n. 8, p. 2050-2055, 2010.

CAPPA, D. F.; BEHM, D.G. Neuromuscular characteristics of drop and hurdle jumps with Different Types of Landings. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.11, p. 3011-3020, 2013.

CAPPA, D. F.; BEHM, D.G. Training Specificity of Hurdles vs. Countermovement Jump Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.10, p. 2715-2720, 2011.

CARVALHO, A.; MOURÃO, P.; ABADE, E. Effects of Strength Training Combined with Specific Plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: a case study. **Journal Human Kinetics**, v.41, p.125-132, 2014.

CAVAGNA, G. Storage and Utilization of Elastic Energy in Skeletal Muscle. **Exercise and Sport Sciences**, v.5, n.1, p.89-130, 1977.

CAVAGNA, G.A; DUSMAN, B.; MARGARIA, R. Positive work done by a previously stretched muscle. **Journal of Applied Physiology**, v. 24, p.21-32, 1968.

CAVANAUGH, M.T.; JALAL, A.S.; D.G., BEHM Intra- and Inter-session Reliability of Quadriceps' and Hamstrings' Electromyography During a Standardized Hurdle Jump Test with Single-Leg Landing. **Journal of Strength and Conditioning Research**,

2016. No prelo. Acesso em: 11/11/2016. Disponível em: [http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/publishahead/Intra\\_\\_and\\_Inter\\_session\\_Reliability\\_of.96313.aspx](http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/publishahead/Intra__and_Inter_session_Reliability_of.96313.aspx)

CHELLY, M.S. Effects of 8-Week In-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.5, p. 1401-1410, 2014.

CHU, D. PLYOMETRICS OR NOT? **Strength and Conditioning Journal**, v. 23, n.2, p. 70-73, 2001.

CHU, D.A.; FAIGENBAUM, A.D.; FALKEL, J.E. **Progressive plyometrics for kids**. Monterey, CA: Healthy Learning, 2006.

CLAUDINO, J.G.; MEZÊNCIO, B.; SONCIN, R.; FERREIRA, J.C; COUTO, B.P.; SZMUCHROWSKI, L.A. Pre-Vertical Jump Performance to Regulate the Training Volume. **International Journal Sport Medicine**, v.33, p. 101-107, 2012.

CLAUDINO, J.G; MEZÊNCIO, B.; SONCIN, R.; FERREIRA, J.; VALADÃO, P; TAKAO, P; BIANCO, R.; ROSCHEL, H.; AMADIO, A.; SERRÃO, J. Desenvolvimento de um método de familiarização individualizado para saltos verticais. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.19, n.5, p.359-362, 2013.

CONCEIÇÃO, F.A.V. **Estudo biomecânico do salto em comprimento. Modelação, simulação e optimização da chamada** (tese de doutoramento no ramo das Ciências do Desporto). Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física, Universidade do Porto, Porto, 2004.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. RESOLUÇÃO 466/ 12, 2012.

DAVIES, G.; RIEMANN, B.; MANSKE, R. Current Concepts of Plyometric Exercise. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v.10, n.6, p.760-786, 2015.

DAVIES, G.J.; MATHESON, J.W. Shoulder Plyometrics. **Sports Medicine and Arthroscopy Review**, v.9, n.1, p.1-18., 2001.

DEBNAM, M. Plyometric training. **Modern Athletic Coach**, v.45, p.5-20, 2007.

DIETZ, V.; NOTH, J. Pre-innervation and stretch responses of triceps brachii in man falling with and without control. **Brain Research**, v.142, p.576-579, 1978.

DUCHATEAU, J.; BAUDRY, S. Training Adaptation of the Neuromuscular System. Neuromuscular Aspects of Sport Performance. In: KOMI, P. (editor). **Neuromuscular Aspects of Sport Performance**, 2011, p. 216-253.

EBBEN, W.P. Complex training: a brief review. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.1, p.42-46, 2002.

EBBEN, W.P.; SIMENZ, C.; JENSEN, R.L. Evaluation of Plyometric Intensity Using Electromyography. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.3, p.861-868, 2008.

EBBEN, W.P.; WATTS, P.B. A review of combined weight training and plyometric training modes: complex training. **Strength and Conditioning Journal**, v.20, n.5, p.18-27, 1998.

FENN, W.O.; MARSH, B.S. Muscular force at different speeds of shortening. **Journal of Physiology**, v.85, p.277-297, 1935.

FIELD, A. **Descobrimos a Estatística usando o SPSS**. 2.ed. Porto Alegre: Armed, 2009.

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

FOSS, L.M.; KETAYIAN, S.J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

GOLLHOFER, A.; SCHMIDTBLEICHER, S.; DIETZ, V. Regulation of muscle stiffness in human locomotion. **International Journal of Sports Medicine**, v.5, p.19-22, 1984.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.R.P. **Manual prático para avaliação em Educação Física**. Barueri: Manole, 2006.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HILL, A.V. The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. **Proceeding of the Royal Society of London**, v.26, n.843, p.136-195, 1938.

HOPKINS, W.G. Measures of reliability in sports medicine in science. **Sports Medicine**, v.30, 1, p.1-15, 2000.

HOPKINS, W.G.; SCHABORT; HAWLEY, J. Reliability of power in physical performance tests. **Sports Medicine**, v.32, n.03, p.211-234, 2001.

HOPKINS, W.G. A Scale of magnitudes for effect statistics. Acesso em 25/10/2016. Disponível em: <http://www.sportsci.org/resource/stats/>, 2002.

HOUGHTON, L.A.; DAWSON, B.T.; RUBENSON, J. Effects of plyometric training on achilles tendon properties and shuttle running during a simulated cricket batting innings. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n. 4, p.1036-1046, 2013.

IMPELLIZERI, F.M.; RAMPINI, E.; CASTAGNA, C.; MARTINO, F.; FIORINI, S.; WISLOFF, U. Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. **British Journal of sport medicine**, v.42, n.1, p.42-46, 2008.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal Nutrition**, v 40, n.3, p. 497-504, 1978.

JARVIS, M.M.A; SMITH, P.G.; COMFORT, P. Methodological Approach to Quantifying Plyometric Intensity. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.30, n.9, p.2522-2532, 2016.

KIBELE, A.; CLASSEN, C.; MUEHBAUER, T.; GRANACHER, U.; BEHM, D. Metastability in plyometric training on unstable surfaces: a pilot study. **BMC Sports Science, Medicine, and Rehabilitation**. v.6, 2014.

KOMI, P.; BOSCO, 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.; NICOL, C. Stretch-Shortening Cycle of Muscle Function. In: KOMI, P. **Neuromuscular Aspects of Sport Performance**. Oxford: Blackwell Publishing Ltd., 2011, p.15-31.

KOMI, P.. Stretch-Shortening Cycle In: KOMI,P. (ed) **Strength Power in Sport**. Second edition. Oxford: Blackwell Science, 2003. p.169-179.

KOMI, P.; GOLLHOFER, A. Stretch reflex can have an important role in force enhancement during SSC-exercise. **Journal of Applied Biomechanics**, v.13, p.451-460, 1997.

KOMI, P.W.; GOLLHOFER, A. SCHMIDTBLEICHER, D.; FRICK, U. Interaction between man and shoe in running: considerations for a more comprehensive measurement approach. **International Journal of Sport Medicine**, v.8, p.196-202, 1987.

KUBO, K. ; KAWAKAMI, Y.; FUKUNAGA, T. Influence of elastic properties of tendon structures on jump performance in humans. **Journal of Applied Physiology**, v.87, n.6, p. 2090-2096, 1999.

KUBO, K.; MORITOMO, M.; KOMURO, T.; YATA, H.; TSUNDA, N.; HIROAKI, K.; FUKUNAGA, T. Effects of Plyometric and Weight training on muscle-tendon complex and jump performance, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.39, n.10, p.1801-1810, 2007.

KUITUNEN, S.; OGISO, K.; KOMI, P.V. Leg and joint stiffness in human hopping. **Scandinavian Journal of Medicine and Sports**, v.21, n.6, p.169-167, 2011.

KYRÖLÄINEN, H.; KOMI, P.V. Mechanical efficiency of SSC exercise. In: KOMI, P. **Neuromuscular Aspects of Sport Performance**. Oxford: Blackwell Publishing Ltd., 2011, p.103-114.

KYRÖLÄINEN, H.; KOMI, P. The function of neuromuscular system in maximal Stretch-shortening cycle exercises: comparisons between power- and Endurance-trained Athletes. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.5, n.1,p.15-25, 1995.

LESINSK, M.; PRIESKE, O.; BEURSKENS, R.; BEHM, D.G.; GRANACHER, U. Effects of drop height and surface instability on neuromuscular activation during drop

jumps. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports** . 2016. No prelo. Acesso em: 04/10/2016. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com>

LIESHOUT, K.G.V.; ANDERSON, J.G.; SHELBURNE, K.B.; DAVIDSON, B.S. Intensity rankings of plyometric exercises using joint power absorption. **Clinical Biomechanics**, v.29, p.918-922, 2014.

LIMA, J.R.P.; KISS, M.A.P.D. M. Critério de seleção de testes. In: KISS, M.A.P.D. M **Esporte e Exercício. Avaliação e prescrição**. São Paulo: Rocca, 2003, p.21-41.

LINTHORNE, N.P. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. American Association of Physics Teachers. **American Journal of Physics**, v.69, n.11, p.1198-1204, 2001.

LLOYD, R.S; OLIVER, J.L.; HUGHES, M.G.; WILLIAMS, C. The Effects of 4 Weeks Plyometric Training on Reactive Strength Index and Leg Stiffness in Male Youths. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n.10, 2012.

LUHTANEN; P.; KOMI, P. Segmental contribution to forces in vertical jump. **European Journal of Applied Physiology**, v.38, p.181-188, 1978.

LUNDIN, P. A review of plyometric training. **NSCA Journal**, v.7, n.3, 69-76, 1985.

MAKARUK, H.; CZAPLICKI, A.; SADOWSKI, J. The effects of single versus repeated plyometrics on landing biomechanics and jumping performance in men. **Biology of Sport**, v.3, p.9-14, 2014.

MAKARUK, H; WINCHESTER, J.S.; CZAPLICKI, A; ASCEWICZ, T. Effects of unilateral and bilateral plyometric training on power and jumping ability in women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.12, p. 3311-3318, 2011.

MAREY, M.; DEMENY, M.G. Locomotion humaine, mécanisme du saut. **Academy of Science**. 101, p.489-494, 1885. Acesso em: 04/10/2016. Disponível em: <http://www.biusante.parisdescartes.fr/histoire/medica/resultats/index.php?p=29&do=page&cote=extcdf006>.

MARKOVIC, G.; JUKIC, I.; MILANOVIC, D.; METIKOS, D. Effects of Sprint and Plyometric Training on Muscle Function and Athletic. **Journal of Strength and 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, p.859-95, 2010.

MARKWICK, H.; WINCHESTER, J.B.; SADOWSKI, J.; CZAPLICKI, SACEWICZ, T. Effects of unilateral and bilateral plyometric training on power and jumping ability in women, **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, p.12, 2011.

MARKWICK, W.J.; BIRD, S.P.; TUFANO, J.J, SEITZ, L.B.; HAFF, G.G. The Intraday Reliability of the Reactive Strength Index (RSI) Calculated from a Drop Jump in Professional Men's Basketball. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.10, n.4, p.482-485, 2015.

McBRIDE, J.M.; McCAULLEY, G.O.; CORMIE, P. Influence of Preactivity and Eccentric Muscle Activity on Concentric Performance During Vertical Jumping. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.3, p. 750-757, 2008.

McLELLAN, C.P.; LOVELL, I.D.; GASS, G.C. The role of Rate of Force Development on Vertical Jump Performance, **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.2, p. 379-385, 2011.

MELVILL JONES, G.; WATT, D.G.D. Muscular control of landing from unexpected falls in man. **Journal of Physiology**, v.219, p.729-737, 1971b.

MELVILL JONES, G.; WATT, D.G.D. Observations on the control of stepping and hopping movements in man. **Journal of Physiology**, v.219, p.709-727, 1971a.

MEZÊNCIO, B.; SONCIN, R.; CLAUDINO, J.G.O.; FERREIRA, J.C.; AMADIO, A.C.; HUEBNER, R.; SZMUCHROWSKI, L.A. Análise da validade dos parâmetros absolutos e relativos para o cálculo da potência anaeróbia na corrida. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v.28, p.7-11, 2014.

MOURA, N.A. Treinamento Pliométrico: Introdução as suas bases fisiológicas, metodológicas e efeitos do treinamento. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.2, n.1, p.30-40, 1988.

MUEHLBAUER, T.; PAST, J.; GRANACHER, U.; BUSCH, G. Validity of the jump-and-reach test in sub-elite adolescent handball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 2016. No prelo. Acesso em: 07/10/16. Disponível em: [http://journals.lww.com/nsca-reach\\_test\\_in\\_sub\\_elit.96326](http://journals.lww.com/nsca-reach_test_in_sub_elit.96326).

NICOL, C.; AVELA, J.; KOMI, P.K. The Stretch-Shortening Cycle. A model to study naturally occurring neuromuscular fatigue. **Sports Medicine**, v.36, n.11, p.977-999, 2006.

NUZZO, J.L. The reliability of three devices used for measuring vertical jump height. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.9, p.2580-2590, 2011.

OZBAR, N. ATES, S.; AGOPYAN, A. The effect of 8-week plyometric training on leg power, jump and sprint performance in female soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.10, 2014.

PANDY, M.G.; ZAJAC, F.E.; EUNSUP, S.; LEVINE, W. AN OPTIMAL CONTROL MODEL FOR MAXIMUM-HEIGHT HUMAN JUMPING. **Journal of Biomechanics**, v.23, n.12, p.1185-1198, 1990.

PANDY, M.G.; ZAJAC, F.E.; SIM, E.; LEVINE, W.S. An optimal control model for maximum-height human jumping. **Journal of Biomechanics**, v.23, n.12, p.1185-1198, 1990.

PASQUALI, L. Psicometria. **Revista da Escola de Enfermagem da Universidade Estadual de São Paulo**, v.43 (especial), p.992-999, 2009.

PEDROSA, G. F.; SOARES, Y. M. ; GONCALVES, R. ; COUTO, B. P. ; DIAS, R. A. ; COSTA, V. T. ; KALINA, R. M. ; SZMUCHROWSKI, L. A. . Content Validation of a Catalog of Exercises For Judo. **Perceptual and Motor Skills**, v.19, p.1-23, 2016.

PENG, H.T Changes in Biomechanical Properties during drop jumps of incremental height. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.9, p.2510-2518, 2011.

PHILLIPS, J.H.; FLANAGAN, S.P. Effect of ankle joint contact angle and ground contact time on depth jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n.11, p. 3143-3148, 2015.

POTACH, D.H.; CHU, D. Plyometric Training. In: BAECHLE, T.R.; EARLE, R.W. (eds) **Essentials of strength training and conditioning**. 3.ed. Champaign: Human Kinetics, 2008, p.427-470.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício**. 8.ed. Barueri: Manole, 2014.

REBUTINI, V.Z.; PEREIRA, G.; BOHRER, R.C.D.; UGRINOWITSCH, C.; RODACKI, A. Plyometric Long Jump Training with Progressive Loading Improves Kinetic and Kinematic Swimming Start Parameters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n.9, p. 2392-2398, 2016.

RUBEN, R.M.; MOLINARI, M.A.; BIBBE, C.A.; CHILDRESS, M.A.; HARMAN, M.S.; REED, K.P.; HAFF, G. The acute effects of an ascending squat protocol on performance during horizontal plyometric jumps. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.2, p.358-369, 2010.

RUBLEY, M.D.; HAASE, A.C; HOLCOMB, W.R.; GIROUARD, T.J.; TANDY, R.D. The effect of plyometric training on power and kicking distance in female adolescent soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p.25, n.1, p.129-134. 2014

SALLES, P.G.C.M.; VASCONCELOS, F.V.A.; SALLES, G.F.C.M; FONSECA, R.T.; DANTAS, E.H.M. DANTAS. Validity and Reproducibility of the sargent jump test in the assessment of explosive strength in soccer players. **Journal Human Kinetics**, v.33, p.115-121, 2012.

SANTOS, E.; JANEIRA, M. A.; MAIA, J. A. R. Efeitos do treino e do destreio específicos na força explosiva: Um estudo em jovens basquetebolistas do sexo masculino. **Revista Paulista de Educação Física**, v.11, n.2, p.116-27, 1997.

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

SANTOS, E.J.A.M; JANEIRA, M.A.A.S. The effects of plyometric training followed by detraining and reduced training periods on explosive strength in adolescent male basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, v.2, 441-452, 2011.

SANTOS, P.M.H. Alterações no padrão de activação e pré-activação muscular, induzidas por diferentes cargas de alongamento, em exercícios de saltos em profundidade. In: BENTO, J.; MARQUES, A. (eds). **As ciências do desporto e a prática desportiva**. Porto: FCDEF, 1991, p. 291-300.

SARGENT, D.A. The physical test of man. **American Physical Education Review**, v.26, p.188-194, 1921. Acesso em 04/11/16. Disponível em: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc2.ark:/13960/t6f18vp05;view=1up;seq=10>.

SCHMIDTBLEICHER, D. Neurophysiologische Aspekte des Sprungkrafttrainings. In: CARL, K.; SCHIFFER, J. (eds). **Berichte und Materialien des Bundesinstituts fuer Sportwissenschaft**. Zur Praxis Des Sprungkrafttrainings, 1986, p. 56-72.

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.

SCHMIDTBLEICHER, D. Training for power events. In: Komi. P. V. (ed): **Strength and Power in Sport**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1992. p.381-395.

SENIAM - Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscle). Disponível em: <http://www.seniam.org>. Acesso em: maio de 2015.

SHORTEN, M.R. Muscle elasticity and human performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.25, p.1-18.

SOARES, Y.M. **Utilização do salto em profundidade na identificação da altura do obstáculo para treinamento pliométrico**. Projeto apresentado ao Comitê de Ética da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), 2010.

STRUZIK, A.; JURAS, G.J.; PIETRASZEWSKI, B.; ROKITA, A. Effect of Drop Jump Technique on the Reactive Strength Index. **Journal of Human Kinetics**, v.52, p.157-164, 2016.

SZMUCHROWSKI, L.A.; COUTO, B.P. Sistema Integrado do Treinamento Esportivo. In: SALMUKSY, D.; MENZEL, H.; PRADO, L.S. (eds) **Treinamento Esportivo**. São Paulo: Manole, 2013, p.3-26.

SZMUCHROWSKI, L.A.; VIDIGAL, J.M.S. Saltos no Diagnóstico e prescrição das cargas de treinamento. In: SILVA, F.M. (org). **Treinamento Desportivo. Atualidades e Perspectivas**. João Pessoa: UFPB, 1999, p. 97-120.

TAUBE, W.; LEUKEK, C.; LAUBER, B.; GOLLHOFER, A. The Drop Height determines neuromuscular adaptations and changes in jump performance in stretch-shortening cycle training. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.22, n.5, p.671-683, 2011.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K.; SILVERMAN, J. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. 6.ed. São Paulo: Artmed, 2012.

THOMAS, K.; FRENCH, D.; HAYES, P. R. The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research** v.23, n.1, p.332-335, 2009.

VÁCZI, M.; TOLLÁR, J.; MESZLER, B.; JUHÁSZ, I.; KARSAI, I. Short-Term High Intensity Plyometric Training Program Improves Strength, Power and Agility in Male Soccer Players. **Journal of Human Kinetics**, v. 36, p.17-26, 2013.

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

VERKHOSHANSKY, Y.; VERKHOSHANSKY, N. **Special Strength Training Manual for Coaches**. Rome: Verkhoshansky SSTM<sup>®</sup>, 2011.

VIITASALO, J.T. Biomechanical effects of fatigue during continuous hurdle jumping. **Journal of Sports Sciences**, v.11, p.503-509. 1993.

VIITASALO, J.T.; SALO, A.; LAHTINEN, J. Neuromuscular functioning of athletes and non-athletes in the drop jump. **European Journal Applied Physiology**, v.78, p. 432-440, 1998.

VILARREAL, E.S.; REQUENA, B.; CRONIN, J.B. The Effects of Plyometric on Sprint Performance: A Meta-Analysis. **Journal Strength Conditioning Research**, v.26, n.2, p. 575- 584, 2012.

VILARREAL, E.S.S. D.; KELLIS, E.; KRAEMER, W.J.; IZQUIERDO, M. Determining Variables of pliometric training for improving vertical jump height performance: A Meta-Analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 2, p. 495-506, 2009.

VILLARREAL, E.S.S. D.; BADILLO, J.J.G.; IZQUIERDO, M. Low and Moderate Plyometric Training Frequency Produces Greater Jumping and Sprinting Gains Compared with High Frequency. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.3, p.715-725, 2008.

VISSING, K.; BRINK, M.; LONBRO, S.; SORENSEN, H.; OVERGAARD, K.; DANBORG, K.; MORTESEN, J.; ELSTROM, O.; ROSENHOJ, N.; RINGGAARD, S.; ANDERSEN, J.L.; AAGAARD, P. Muscle Adaptations to Plyometric vs Resistance Training in Untrained Young men. **Journal Strength Conditioning Research**, v.22; n.6, p. 1799-1810, 2008.

VOELZKE, M.; STUTZIG, N.; THORHAUER, H.A.; GRANACHER, U. Promoting Lower Extremity Strength in Elite Volleyball Players: Effects of two combined training methods. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v.15, n. 5, p.457-462, 2012.

WALSH, M.; ARAMPATZIS, A.; SCHADE, F.; BRUGGEMAN, G.P. The effect of drop jump starting height and contact time on power, work performed, and moment of force. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 13, n.3, p. 561-566, 2004.

WALSHE, A.D.; WILSON, G.J. The influence of musculotendinous stiffness on drop jump performance. **Canadian Journal Applied Physiology**, v.22, n.2, p.117-132, 1997.

WEIR, J.P. Quantifying test-retest reliability using ICC and the SEM. **Journal Strength Conditioning Research**, v.19, n. 1, p, 231-240, 2005.

WHATEN, D. Literature Review: Explosive/Plyometric Exercises. **National Strength and Conditioning Association Journal**, v.15, n. 3, p.17-19, 1993.

WILSON, J.M.; FLANAGAN, E.P. The Role of Elastic Energy in Activities with High Force and Power Requirements: A brief review. **Journal Strength Conditioning Research**, v.22, n.5, p.1705-1715, 2008.

WILT, F. Plyometrics: What it is – How it works. **Athletic Journal**, v.9, p.89-90, 1975.

YOUNG, W.B.; WILSON, G.J.; BYRNE, W.C. A comparison of drop jump training methods: Effects on leg extensor strength qualities and jumping performance. **International Journal Sports Medicine**, v.20, p.295-303, 1999.

## APÊNDICE I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (T.C.L.E.)

(Em 2 vias, firmado por cada participante-voluntário da pesquisa e pelo responsável)

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, da pesquisa intitulada: *Criação e validação de um protocolo para individualizar a altura máxima de transposição de barreiras no treinamento pliométrico*. A participação no estudo não envolve nenhum gasto financeiro para o participante e todos os materiais necessários serão providenciados pelos pesquisadores. A pesquisa tem a finalidade de criar e validar um protocolo que possa determinar a altura individual máxima de transposição de barreiras para o treinamento pliométrico.

Para participação nesse estudo, você deverá estar apto para a realização de exercício físico. Os tipos de exercícios a serem executados no estudo serão saltos sobre barreiras seguidos de ressaltos verticais. Portanto, você não poderá estar acometido de lesões nos membros inferiores ou em qualquer parte do corpo que lhe comprometa. Além disso, você deverá: (1) abster-se da ingestão de álcool 24 horas antes de qualquer procedimento experimental; (2) abster-se de qualquer exercício físico vigoroso 24 horas antes de qualquer procedimento experimental; (3) reproduzir a alimentação de costume antes dos dias experimentais e utilizar o mesmo calçado nos dias de coleta.

Além do salto sobre as barreiras, será mensurada a ativação muscular durante os saltos nos seguintes músculos dos membros inferiores: gastrocnêmio medial e vasto medial. Para tanto, colocaremos eletrodos de superfície na sua pele, onde serão removidos os pelos nos locais determinados pelas normas específicas para colocação de eletrodos. Os pelos serão retirados com aparelho de barbear descartável. Com o intuito de utilizar dados para efetuar o processo de normalização dos dados de Eletromiografia também faremos coleta em situação de máxima isometria.

A pesquisa será realizada em duas etapas. Serão quatro dias na etapa I; quatro dias na etapa II. Você só participará de uma única etapa, conforme a sua disponibilidade. A etapa I corresponderá ao estudo piloto que testará a confiabilidade das medidas do protocolo proposto; a etapa II consistirá no estudo de validação.

Além dos saltos, você irá passar por avaliações antropométricas. Será medida sua massa corporal, sua estatura e seu percentual de gordura para caracterização da amostra.

O incômodo que você poderá sentir com a participação é o seguinte: dor muscular tardia devido ao exercício físico repetido, sendo esse efeito comum aos treinamentos de saltos e de força muscular em geral. Caso se julgue incapaz de realizar o exercício proposto, ou se a dor permanecer por um período superior a 72 horas, você será encaminhado à avaliação médica. O risco de lesões relacionadas ao estudo é o aparecimento de lesões músculo-esqueléticas. Porém, além da baixa frequência com que esses eventos ocorrem em condições controladas, como a do presente estudo, é importante registrar que todas as atividades serão realizadas com supervisão dos pesquisadores envolvidos. Você deverá contar com a assistência médica devida, se por algum motivo se sentir mal durante as atividades físicas, estando os pesquisadores responsáveis por te acompanhar a um serviço médico, caso seja necessário.

Os resultados obtidos serão apresentados tanto aos participantes quanto à comunidade científica e, no caso dessa última, o anonimato dos voluntários sempre será resguardado. Os benefícios do presente estudo estão relacionados com o melhoramento do entendimento relativo à prescrição da carga no treinamento pliométrico. Você poderá abandonar a pesquisa quando desejar seja qual for o motivo; dispõe de total liberdade para esclarecer qualquer dúvida que possa surgir antes e durante a sua participação no estudo.

Tendo eu compreendido tudo o que me foi informado pelos pesquisadores responsáveis por este estudo, ciente dos riscos e benefícios que a minha participação implica. Concordo em dele participar e, para isso, eu dou o meu consentimento sem que para isso eu tenha sido forçado ou obrigado.

Endereço do participante-voluntário	
Domicílio:	
Bairro:	CEP:
Cidade:	Telefone:
Ponto de referência:	

Contato de urgência:
----------------------

Domicílio:

Bairro:

CEP:

Cidade:

Telefone:

Ponto de referência:

Endereço dos responsáveis pela pesquisa:

Leszek Antoni Szmuchrowski (professor orientador)

Ytalo Mota Soares (aluno de Doutorado)

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais / Departamento de Esportes

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627

Bairro: Pampulha. CEP. 31270-901      Cidade: Belo Horizonte / MG.

Telefones p/contato: 3409-2326

Belo Horizonte,

de

de 2015 .

<p>(Assinatura ou impressão datiloscópica do voluntário ou do responsável legal - Rubricar as demais folhas)</p>	<p>Nome e Assinatura do(s) responsável(eis) pelo estudo (Rubricar as demais páginas)</p>

## APÊNDICE II - TERMO DE ASSENTIMENTO

(Em 2 vias, firmado por cada participante-voluntário da pesquisa e pelo responsável)

O seu filho está sendo convidado a participar, como voluntário, da pesquisa intitulada: *Criação e validação de um protocolo para individualizar a altura máxima de transposição de barreiras no treinamento pliométrico*. A participação no estudo não envolve nenhum gasto financeiro para o participante e todos os materiais necessários serão providenciados pelos pesquisadores. A pesquisa tem a finalidade de criar e validar um protocolo que possa determinar a altura individual máxima de transposição de barreiras para o treinamento pliométrico.

Para participação nesse estudo, o seu filho deverá estar apto para a realização de exercício físico. Os tipos de exercícios a serem executados no estudo serão saltos sobre barreiras seguidos de ressaltos verticais. Portanto, seu filho não poderá estar acometido de lesões nos membros inferiores ou em qualquer parte do corpo que lhe comprometa. Além disso, seu filho deverá: (1) abster-se da ingestão de álcool 24 horas antes de qualquer procedimento experimental; (2) abster-se de qualquer exercício físico vigoroso 24 horas antes de qualquer procedimento experimental; (3) reproduzir a alimentação de costume antes dos dias experimentais e utilizar o mesmo calçado nos dias de coleta.

Além do salto sobre as barreiras, será mensurada a ativação muscular durante os saltos nos seguintes músculos dos membros inferiores: gastrocnêmio medial e vasto medial. Para tanto, colocaremos eletrodos de superfície na sua pele, onde serão removidos os pelos nos locais determinados pelas normas específicas para colocação de eletrodos. Os pelos serão retirados com aparelho de barbear descartável. Com o intuito de utilizar dados para efetuar o processo de normalização dos dados de Eletromiografia também faremos coleta em situação de máxima isometria.

A pesquisa será realizada em duas etapas. Serão quatro dias na etapa I; quatro dias na etapa II. Seu filho só participará de uma única etapa, conforme a sua disponibilidade. A etapa I corresponderá ao estudo piloto que testará a confiabilidade das medidas do protocolo proposto; a etapa II consistirá no estudo de validação.

Além dos saltos, seu filho irá passar por avaliações antropométricas. Será medida a massa corporal, estatura e seu percentual de gordura para caracterização da amostra.

O incômodo que seu filho poderá sentir com a participação é o seguinte: dor muscular tardia devido ao exercício físico repetido, sendo esse efeito comum aos treinamentos de saltos e de força muscular em geral. Caso seu filho se julgue incapaz de realizar o exercício proposto, ou se a dor permanecer por um período superior a 72 horas, seu filho será encaminhado à avaliação médica. O risco de lesões relacionadas ao estudo é o aparecimento de lesões músculo-esqueléticas. Porém, além da baixa frequência com que esses eventos ocorrem em condições controladas, como a do presente estudo, é importante

registrar que todas as atividades serão realizadas com supervisão dos pesquisadores envolvidos. Seu filho deverá contar com a assistência médica devida, se por algum motivo se sentir mal durante as atividades físicas, estando os pesquisadores responsáveis por te acompanhar a um serviço médico, caso seja necessário.

Os resultados obtidos serão apresentados tanto aos participantes quanto à comunidade científica e, no caso dessa última, o anonimato dos voluntários sempre será resguardado. Os benefícios do presente estudo estão relacionados com o melhoramento do entendimento relativo à prescrição da carga no treinamento pliométrico. Seu filho poderá abandonar a pesquisa quando desejar seja qual for o motivo; dispõe de total liberdade para esclarecer qualquer dúvida que possa surgir antes e durante a sua participação no estudo.

Tendo eu compreendido tudo o que me foi informado pelos pesquisadores responsáveis por este estudo. Concordo com a participação do meu filho e, para isso, eu dou o meu consentimento. Estou consciente que meu filho receberá um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido com linguagem apropriada a sua idade, explicando todos os detalhes do estudo.

Endereço do participante-voluntário

Rua:

Bairro:

CEP:

Cidade:

Telefone:

Ponto de referência:

Contato de urgência:

Rua:

Bairro:

CEP:

Cidade:

Telefone:

Ponto de referência:

Endereço dos responsáveis pela pesquisa:

Leszek Antoni Szmuchrowski

Ytalo Mota Soares (aluno de Doutorado) – ytalomota@yahoo.com.br

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais / Departamento de Esportes

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627

Bairro: Pampulha. CEP. 31270-901

Cidade: Belo Horizonte / MG.

Telefones p/contato: (31) 9 7529 44 48 / (83) 9 8721 7806

(Assinatura ou impressão datiloscópica do responsável legal - Rubricar as demais folhas)	Nome e Assinatura do(s) responsável(eis) pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

**ANEXO I – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Projeto: CAAE – 43951515.1.0000.5149

Interessado(a): Prof. Leszek Antoni Szmuchrowski  
Departamento de Esportes  
EEFFTO- UFMG

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 06 de maio de 2015, o projeto de pesquisa intitulado "Validação e aplicação de um protocolo para individualizar a altura máxima de transposição de barreiras no treinamento pliométrico" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto através da Plataforma Brasil.

Profa. Dra. Telma Campos Medeiros Lorentz  
Coordenadora do COEP-UFMG

## ANEXO II - QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA - VERSÃO CURTA

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

**1a** Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**      ( ) Nenhum

**1b** Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA**      ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**3b** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**4a.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?  
\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

**4b.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?  
\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

#### **PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO**

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? ( ) Sim ( ) Não

6.. Você sabe o objetivo do Programa? ( ) Sim ( ) Não

## ANEXO III – CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA - IPAC



### CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ

- 1. MUITO ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:
- VIGOROSA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão ou
  - VIGOROSA:  $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão + MODERADA ou CAMINHADA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão.
- 2. ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:
- VIGOROSA:  $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão; ou
  - MODERADA ou CAMINHADA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão; ou
  - Qualquer atividade somada:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 150$  minutos/sem (caminhada + moderada + vigorosa).
- 3. IRREGULARMENTE ATIVO:** aquele que realiza atividade física, porém, de forma insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações quanto à frequência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa).
- 4. SEDENTÁRIO:** aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

#### Exemplos:

Indivíduos	Caminhada		Moderada		Vigorosa		Classificação
	F	D	F	D	F	D	
1	-	-	-	-	-	-	Sedentário
2	4	20	1	30	-	-	Irregularmente Ativo
3	3	30	-	-	-	-	Irregularmente Ativo
4	3	20	3	20	1	30	Ativo
5	5	45	-	-	-	-	Ativo
6	3	30	3	30	3	20	Muito Ativo
7	-	-	-	-	5	30	Muito Ativo

F = Frequência – D = Duração

CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL – CELAFISCS -  
 INFORMAÇÕES ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL  
 Tel-Fax: – 011-42298980 ou 42299643. E-mail: celafiscs@celafiscs.org.br  
 Home Page: www.celafiscs.org.br IPAQ Internacional: www.ipaq.ki.se

## ANEXO IV - QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q)

Este questionário deve ser aplicado antes do início de um programa de atividade física regular, visando identificar os indivíduos para quem a atividade física pode ser inadequada ou aqueles que precisam de acompanhamento médico durante o exercício.

### RESPONDA HONESTAMENTE ÀS QUESTÕES ABAIXO:

1 - Alguma vez um médico lhe disse que você possui um problema do coração e lhe recomendou que só fizesse atividade física sob supervisão médica?

Sim  Não

2 - Você sente dor no peito, causada pela prática de atividade física?

Sim  Não

3 - Recentemente você sentiu dor no peito?

Sim  Não

4 - Você tem frequentes sensações de desmaio ou crises severas de tontura?

Sim  Não

5 - Alguma vez seu médico lhe disse que você tem problemas ósseos ou articulares que podem ser agravados ou que pioraram com a prática de exercícios?

Sim  Não

6 - Algum médico já lhe recomendou o uso de medicamentos para controle da pressão arterial ou para algum problema cardíaco?

Sim  Não

7 - Você sabe de algum outro motivo não mencionado para que você não faça atividade física regular?

Sim  Não

Se você respondeu SIM a uma ou mais perguntas, recomenda-se avaliação médica antes do início do programa de exercícios.

## ANEXO V - QUESTIONÁRIO DE TRIAGEM PRÉ-PARTICIPAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE SAÚDE/APTIDÃO DA AHA/ACSM

American College of Sports Medicine Position Stand and American Heart Association (1998)

Avalie seu estado de saúde marcando todas as afirmações *verdadeiras*

### *História*

Você já teve (já foi submetido)

- ataque do coração
- cirurgia cardíaca
- cateterização cardíaca
- angioplastia coronariana (ACTP)
- marca passo/desfibrilador cardíaco implantável/distúrbio do ritmo
- doença vascular cardíaca
- insuficiência cardíaca
- transplante de coração
- doença cardíaca congênita

*Se  
você  
mar  
cou*

### *Sintomas*

- Você sofre de desconforto torácico com o esforço
- Você apresenta falta de ar sem qualquer motivo
- Você experimenta vertigens, desmaios ou tonteados
- Você toma medicações para o coração

### *Outros problemas de saúde*

- Você sofre de diabetes
- Você tem asma ou outra doença pulmonar
- Você tem queimação ou sensação de câibras nas pernas quando pequenas distâncias
- Você tem problemas musculoesqueléticos que limitam sua atividade física
- Você tem preocupações quanto à segurança do exercício
- Você toma medicações prescritas por um médico
- Você está grávida

### *Fatores de risco cardiovasculares*

- Você é um homem com mais de 45 anos de idade
- Você é uma mulher com mais de 55 anos de idade, foi submetida a uma histerectomia, ou é pós-menopáusicas
- Você fuma, ou deixou de fumar no transcorrer dos 6 meses precedentes
- Sua pressão arterial é maior > 140/90 mmHg
- Você não sabe qual é a sua pressão arterial
- Você toma medicação para pressão arterial
- Seu nível sanguíneo de colesterol é > 200mg/dL
- Você não conhece seu nível de colesterol
- Você tem um parente consanguíneo próximo que sofreu um ataque cardíaco ou foi submetido a uma cirurgia cardíaca antes dos 55 anos de idade (pai ou irmão) ou dos 65 anos de idade (mãe ou irmã)
- Você é fisicamente inativo (isto é, você realiza < 30 minutos de atividade física em pelo menos 3 dias por semana)
- Você tem > 9kg de sobrepeso
- Nenhum dos itens acima

*Se você marcou duas ou mais afirmações dessa seção, você deve consultar seu médico ou outro provedor apropriado de assistência de saúde antes de engajar-se no exercício. Você poderia ser beneficiado ao utilizar uma instituição com uma equipe com qualificação médica para o exercício para orientar seu programa de exercícios.*

*Você deve ser capaz de exercitar-se com segurança sem consultar seu médico ou outro provedor apropriado de assistência de saúde em um programa auto-orientado ou em quase toda instituição que atenda às necessidades de seu programa de exercícios.*