

FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO-SENSU* EM
EDUCAÇÃO FÍSICA

CONFIABILIDADE DE VARIÁVEIS MECÂNICAS DO
SALTO COM CONTRAMOVIMENTO

Alisson Alves de Souza

BRASÍLIA

2019

CONFIABILIDADE DE VARIÁVEIS MECÂNICAS DO SALTO COM CONTRAMOVIMENTO

ALISSON ALVES DE SOUZA

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do grau Mestre em Educação Física.

Orientador: AMILTON VIEIRA

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Amilton Vieira – (presidente)
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Martim Francisco Bottaro Marques
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Ernesto Santos Ferreira
Universidade Católica de Brasília

Prof. Dr. Victor Lage
Universidade de Brasília

BRASÍLIA

2019

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Alcione** e **Dagmar**, por me darem
sempre o suporte e incentivo necessários para
a realização dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus**, por me proporcionar a oportunidade de vir a este mundo e realizar tantos sonhos e desejos ao longo desta vida passageira. Obrigado por me direcionar e proteger a cada dia, por me perdoar pelos tropeços, por me confortar em minhas decepções, e por me amar incondicionalmente mesmo não sendo merecedor.

Ao meu orientador **Prof. Amilton Vieira**, pela oportunidade que me proporcionaste de participar deste processo, por acreditar em meu potencial mesmo eu não acreditando em certas fases. Agradeço pela paciência em lidar com alguém que mesmo tão jovem e inexperiente, tem vontade de aprender e crescer intelectualmente. Agradeço também pelas frases de incentivo (elas fizeram toda a diferença), pela demonstração de humildade e forma de lidar com as pessoas, mesmo não havendo falado, percebi cada vez que procurou me ensinar a melhorar isso. Agradeço imensamente pelos ensinamentos, pela dedicação e por todo apoio.

Agradeço aos membros da banca examinadora, **Prof. Martim Francisco Bottaro Marques** e **Prof. Carlos Ernesto Santos Ferreira**, por aceitarem participar e colaborar com esta dissertação.

Ao **Prof. Victor Lage**, por me auxiliar em todas as fases deste processo, pela disposição em buscar voluntários, por disponibilizar outros alunos para auxiliarem nas coletas, por estar presente em cada reunião colaborando com seu ponto de vista a fim de melhorar cada detalhe na produção deste trabalho. Sua demonstração de humildade, dedicação e compreensão, são um exemplo de caráter para qualquer um se espelhar.

Ao **Prof. Dênis Vieira**, por intermediar o auxílio necessário do Centro Universitário do Distrito Federal – UDF para viabilizar os trâmites de submissão para o comitê de ética em pesquisa.

Ao **Prof. Valdinar Junior**, por contribuir na banca de qualificação e demais auxílios que me concedeu ao longo da produção do trabalho.

Ao meu pai **Alcione**, por me ensinar desde pequeno a devida importância a ser dada aos estudos, se não fosse o senhor, eu não estaria trilhando essa incessante caminhada em busca de conhecimento.

A minha mãe **Dagmar**, por me dar todo amor e carinho que uma mãe pode dar, e por me ajudar de tantas formas durante este processo.

Aos meus irmãos **Auber** e **Ana** (e aos outros sete), que de alguma forma me auxiliaram e por entenderem meu isolamento em várias oportunidades que gostaria de estar com vocês.

Aos meus amigos **Tiago, Jurandir, Thaís, Raí, Bruno, Eduardo, Werick** e **Juliana**, por me incentivarem e por entenderem minha ausência em inúmeras ocasiões ou por “aparecer só para dar um oi”.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

O teste de salto com contramovimento (SCM) tem sido utilizado na detecção de talentos esportivos, monitorar a carga de treino e mensurar a eficácia de um programa de treinamento. Tradicionalmente, a altura do salto tem sido a variável mais estudada. Todavia, outras variáveis podem ser obtidas durante o desempenho do SCM (e.g. força, velocidade, potência). O objetivo deste estudo foi determinar a confiabilidade de variáveis mecânicas do SCM em homens fisicamente ativos. Para este propósito, 41 homens jovens (24 ± 4 anos) e fisicamente ativos realizaram o teste-reteste do SCM em uma plataforma de força com intervalo de 48h a 168h. Foram analisadas seis variáveis, sendo: altura do salto (AS), pico de força (PF), pico de potência (PP), velocidade de decolagem (VD), taxa de produção de força (TPF) e taxa de produção de potência (TPP). A maioria das variáveis (5 de 6) demonstraram ser confiáveis ($CV < 10\%$), a exceção foi a TPF que apresentou um CV de 12,9%. Interessantemente, a AS mostrou ser confiável ($r = 0,94$ e $CV = 5,8\%$), porém não parece ser a melhor variável a ser monitorada do SCM. O PF demonstrou os melhores índices de confiabilidade ($r = 0,99$ e $CV = 2,5\%$) e a TPP, uma variável ainda pouco estudada, demonstrou um nível aceitável de confiabilidade ($r = 0,96$ e $CV = 7,8\%$). O PF parece ser a variável mais adequada a ser utilizada quando alterações sutis no desempenho são esperadas. Futuros estudos deverão investigar a importância da TPP na avaliação do desempenho.

Palavras-chave: consistência, coeficiente de correlação intraclasse, método de Bland-Altman, desempenho físico.

ABSTRACT

Countermovement jumping test (CMJ) has been used to detect sports talent, monitor training load and measure the effectiveness of a training program. Traditionally, jump height (JH) has been the most studied variable. However, other variables may be collected during CMJ (e.g. force, speed, power). The aim of this study was to determine the reliability of CMJ mechanical variables in physically active men. For this purpose, 41 physically active men (24 ± 4 yrs) performed CMJ test-retest on a force platform with an interval of 48h to 168h. Six variables were analyzed: jump height (JH), peak force (PF), peak power (PP), takeoff speed (TS), rate of force development (RFD) and rate of power development (RPD). Most of the variables (5 of 6) showed to be reliable (CV <10%), the exception was the RFD which had a CV of 12.9%. Interestingly, JH exhibited to be reliable ($r = 0.94$ and CV = 5.8%), but not the best variable to monitor in CMJ. The PF showed the best reliability data ($r = 0.99$ and CV = 2.5%) and the RPP, a variable still little studied, showed an acceptable level of reliability ($r = 0.96$ and CV = 7.8 %). PF seems to be the most appropriate variable to use when small changes in performance are expected. Future studies should investigate the importance of RPP in performance evaluation.

Keywords: consistency, intraclass correlation coefficient, Bland-Altman method, physical performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fases do salto com contramovimento, da esquerda para a direita são ilustradas as fases de pesagem, sem peso (*unweighing*), frenagem, propulsiva e voo. **Página 23**

Figura 2. Plotagem de Bland-Altman demonstrando a concordância entre o teste-reteste. (A) Taxa de produção de potência; (B) taxa de produção de força; (C) pico de potência; (D) pico de força; (E) altura do salto; (F) velocidade de decolagem. No eixo y estão plotadas as diferenças (reteste – teste) entre as medidas em relação as médias (eixo x). As linhas pontilhadas representam os vieses e os limites de concordância de 95%. **Página 27**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos participantes do estudo.	Página 20
Tabela 2. Variáveis mecânicas analisadas durante os saltos verticais.	Página 24
Tabela 3. Reprodutibilidade das medidas mecânicas obtidas durante o salto vertical	Página 26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Percentual
a	Aceleração
AS	Altura do salto
CAE	Ciclo alongamento encurtamento
CCI	Coeficiente de correlação intraclasse
CV	Coeficiente de variação
DP	Desvio padrão
ETM	Erro típico de medida
F	Força
g	Gravidade
h	Horas
IMC	Índice de massa corporal
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física
kg	Quilogramas
kN	Quilo Newton
kW	Quilo Watts
m	Massa
MMII	Membros inferiores
ms	Milissegundo
N	Newton
PF	Pico de força
PP	Pico de potência
r	Coeficiente de correlação intraclasse
s	Segundo
SCM	Salto com contramovimento
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
SV	Salto vertical
t	Tempo
TPF	Taxa de produção de força
TPP	Taxa de produção de potência
V	Velocidade

VD	Velocidade de decolagem
W	Watts

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	14
3	REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1	O Salto vertical.....	15
3.2	Reprodutibilidade em estudos com saltos verticais.....	16
3.3	Variáveis do salto vertical.....	17
4	MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1	Participantes.....	20
4.2	Procedimentos.....	21
4.2.1	Familiarização.....	21
4.2.2	Aquecimento.....	21
4.2.3	Salto com contramovimento.....	21
4.3	Variáveis do salto com contramovimento.....	23
4.4	Análise Estatística.....	24
5	RESULTADOS	26
6	DISCUSSÃO	28
7	CONCLUSÃO	32
8	REFERÊNCIAS	33
	ANEXO A – Parecer do comitê de ética em pesquisa em seres humanos.....	42

1. INTRODUÇÃO

O salto vertical (SV) é a capacidade de elevar o centro de massa do corpo a partir de uma vigorosa aceleração produzida pelos músculos dos membros inferiores (UGRINOWITSCH et al. 2007). Dudley Allen Sargent, há quase um século, desenvolveu um protocolo de teste utilizando o salto vertical: teste de salto de Sargent (SARGENT, 1921). O teste rapidamente se popularizou por ser simples, rápido e altamente informativo (HARMAN et al. 1991; BOSCO et al. 1983; McGUIGAN et al. 2006, MIZUGUCHI et al. 2012). Atualmente são vários os testes de salto (e.g. salto em profundidade, estático, unipodal, etc), porém o mais popular é o salto com contramovimento (SCM). O SCM tem sido extensivamente utilizado por pesquisadores, treinadores, atletas e entusiastas do exercício em diversos contextos. Por exemplo, atletas e treinadores fazem uso do SCM para monitorar a carga de treino (MOREIRA et al. 2006; CORMIE et al. 2010), encontrar pontos fortes e fracos do desempenho (HARA et al. 2006; PETERSON et al. 2006; CORMIE et al. 2010), efeitos de uma intervenção (HORTOBAGYI et al. 1991; ROBINEAU et al. 2012), ou mesmo mensurar a eficácia de um programa de treinamento (HAFF et al. 2000; MOIR et al. 2004; CORMIE et al. 2009; CORMIE et al. 2010; MIZUGUCHI, 2012; BYRNE; ESTON, 2002; SOLE et al. 2014). O SCM também tem sido utilizado para avaliar a função neuromuscular de crianças, adolescentes (AAHPER 1966a, 1966b; FERNÁNDEZ-ROMERO et al. 2017) e idosos (SINGH et al. 2014), bem como monitorar o progresso de indivíduos portadores de disfunções fisiológicas (e.g. lesões musculoesqueléticas (CLANTON et al. 2012), cardiopatias (BUCHAN et al. 2010), obesidade (PATHARE et al. 2013; RAUCH et al. 2012). Além disso, o SCM faz parte de baterias de testes de aptidão física relacionada à saúde (PAYNE et al. 2000) e provas de concursos (PATTERSON; PETERSON, 2004).

Dada a ampla utilização do SCM é fundamental maior entendimento das variáveis que são obtidas do teste. Tradicionalmente, a altura do salto (AS) tem sido a variável mais estudada devido a maior facilidade de se medir, e o baixo custo dos equipamentos necessários à sua obtenção (VANEZIS; LEES 2005; HORI et al. 2009; SILVA et al. 2011). Contudo, a AS isoladamente não parece ser suficiente para monitorar os efeitos do exercício sobre o sistema

neuromuscular (GATHERCOLE et al. 2015; RAGO et al. 2018). Neste sentido, emergem outras variáveis que podem ser facilmente obtidas do SCM a partir do uso de uma plataforma de força. As principais variáveis mecânicas que podem ser obtidas do SCM são: força, velocidade e potência (YOUNG et al. 2005). Além disso, as taxas de produção de força (TPF) e potência (TPP) vêm ganhando atenção dos cientistas do exercício devido a sua forte relação com atividade da vida diária (AAGAARD et al. 2002; VAN ROIE et al. 2018). Todavia, é importante observar que a obtenção de algumas dessas medidas pode requerer maior processamento dos dados. É reconhecido que um maior processamento dos dados brutos pode levar a um maior erro nessas medidas (DUGAN et al. 2004). Assim, estudos de confiabilidade são fundamentais para investigar se o maior processamento requerido por algumas dessas medidas (e.g. TPF e TPP) pode afetar ou mesmo invalidar a sua utilização. Isso parece ser especialmente o que ocorre com a TPF. Estudos tem desencorajado o uso da TPF devido a sua elevada variação, mesmo quando obtida em condições similares. Gathercole et al (2015) reportaram um coeficiente de variação (CV) de 16,2% em atletas universitário, enquanto que um CV ainda maior, de 33,8%, foi recentemente descrito em jogadores de *Hurling* (BYRNE et al. 2017).

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi investigar a reprodutibilidade e a concordância do teste-reteste das principais variáveis mecânicas obtidas do SCM em homens fisicamente ativos. Os resultados deste estudo poderão ser utilizados no delineamento de futuros estudos, bem como na identificação de variáveis com menor erro e conseqüentemente maior sensibilidade em detectar alterações sutis no desempenho como, por exemplo, o efeito de programas de treinamento.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a reprodutibilidade e concordância das principais variáveis mecânicas obtidas do SCM.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O Salto vertical

O SV é considerado um teste simples e rápido para avaliação de potência de membros inferiores (MMII) (HARMAN et al. 1991; BOSCO et al. 1983; SARGENT, 1921). Estudos indicam que o monitoramento do desempenho de atletas a partir da avaliação do SV é de grande importância para avaliar alterações em suas capacidades físicas (McGUIGAN et al. 2006, MIZUGUCHI et al. 2012). Além disso, a avaliação da função neuromuscular em exercícios dinâmicos multiarticulares é também importante para atividades do dia a dia (AAGAARD et al. 2002; VAN ROIE et al. 2018).

O SCM é o SV mais comumente utilizado para avaliar a função neuromuscular (CLAUDINO et al. 2017). A avaliação do SCM quando realizada em uma plataforma de força é capaz de proporcionar medidas mecânicas ao longo do tempo, como força, potência e velocidade (LINTHORNE, 2001). Essas medidas mecânicas associadas ao SCM, bem como o registro força-tempo, nos permitem avaliar adaptações neuromusculares (CORMIE, et al. 2010). Neste sentido, é importante entender os fatores que contribuem para um bom desempenho no SCM.

Um dos fatores responsáveis por determinar um bom ou mal desempenho no salto, é a utilização do ciclo alongamento-encurtamento (CAE) (McGUIGAN, et al. 2006). O CAE refere-se à capacidade que os tecidos conectivos possuem de armazenar energia elástica durante a fase excêntrica de um movimento, e utiliza-la na fase concêntrica aumentando a produção de força (KOMI; BOSCO, 1978; BOSCO et al. 1987). French e colaboradores (2004) observaram um aumento significativo na altura alcançada no SCM durante a pré-temporada de competição, onde os treinos eram predominantes de exercícios que utilizavam CAE para treino de potência de MMII. Este melhor desempenho pode estar atribuído a diversos fatores, como um melhor armazenamento e utilização da energia acumulada pelo CAE (ASMUSSEN; BONDE-PETERSEN, 1974; KOPPER, et al., 2013; KOMI; BOSCO, 1978). Van Hooren e Zolotarjova (2017) observaram que o fator que pode estar principalmente relacionado ao desempenho no SCM é o acúmulo de estímulo durante a fase de contramovimento e a absorção da folga muscular.

Outro fator capaz de influenciar na altura alcançada durante o SV é a utilização dos braços no SCM. Quando a utilização dos braços é permitida, os indivíduos são instruídos a flexionar os ombros rapidamente projetando os braços para cima (SAYERS, 1999). Algumas pesquisas buscaram quantificar quanto a ação dos braços poderia contribuir para a altura atingida no SV. Lees e colaboradores (2004) observaram um aumento na altura do salto em 28% e na velocidade de decolagem de 72% no SCM com o balanço dos braços. O estudo reporta que a velocidade alcançada no salto decorre de complexos eventos subsequentes. Outro estudo comparando o desempenho do SCM nas duas situações (com e sem balanço dos braços) reportou que o balanço dos braços contribuiu em 1/3 para uma maior altura e 2/3 para velocidade de decolagem (CHENG et al. 2008). Entretanto, parece não haver consenso na literatura sobre a utilização ou não do balanço dos braços na avaliação de SV (BROWN, 2001). Quando não é permitido o auxílio dos braços, os participantes são instruídos a manter as mãos no quadril (ARTEAGA et al. 2000).

Uma outra utilização da avaliação do SV é para a análise de fadiga neuromuscular (BYRNE; ESTON, 2002; HORTOBAGYI et al. 1991; ROBINEAU et al. 2012). A avaliação da fadiga ou estado de recuperação de atletas tem ganhado popularidade nos últimos anos (TAYLOR, et al. 2012). Neste sentido, Robineau e colaboradores (2012) avaliaram jogadores de futebol após metade de uma partida (45 minutos) e após o fim do jogo (90 minutos), observaram que a altura do SCM dos jogadores caiu cerca de 4% e 5% respectivamente. Finalmente, segundo Sole e colaboradores (2014), a avaliação do SCM é sensível para detectar a fadiga induzida pelo treinamento e competições, e pode ser utilizado para monitorar a prontidão neuromuscular.

3.2 Reprodutibilidade em estudos com saltos verticais

A maior reprodutibilidade de um teste está relacionada a um baixo coeficiente de variação (CV) de uma medida entre vários ensaios (HOPKINS, 2000). Uma medida confiável é caracterizada por pequena variação intra-sujeito e uma alta correlação teste-reteste (HOPKINS, 2000). Estudar a reprodutibilidade de um teste está relacionado a fazer uma medição por um determinado número de vezes em um determinado número de participantes (HOPKINS, 2000).

Nas últimas décadas o SV tem sido frequentemente utilizado como forma de avaliar a função dos membros inferiores em movimentos explosivos, devido à sua alta reprodutibilidade (MARKOVIC et al. 2004; ARTEAGA et al. 2000; ASHLEY WEISS 1994; HARMAN et al. 1991). Há na literatura uma variedade de protocolos de testes para avaliação dos diferentes tipos de SV (HARMAN et al. 1991). Ashley e Weiss (1994) avaliaram mulheres jovens e reportaram boa reprodutibilidade (CCI: 0,87) ao analisar o SCM em três momentos com 48h de intervalo entre os testes. Posteriormente, Arteaga e colaboradores (2000) verificaram baixo CV (5,4%) em seis sessões realizadas ao longo de 12 semanas, separadas por 10 a 15 dias em homens e mulheres fisicamente ativos. Moir e colaboradores (2009) avaliaram o SCM de homens e mulheres em quatro sessões, separadas por uma semana, e concluíram que a confiabilidade aumentava com o número de sessões e diminuía com o aumento do tempo entre as sessões.

3.3 Variáveis do salto vertical

Dentre as variáveis mais avaliadas no SV estão a altura do salto, tempo de voo, potência, força, velocidade e TPF (TAYLOR, 2012; TWIST & HIGHTON, 2013). Algumas das variáveis obtidas a partir do SCM já se encontram dispostas na literatura como confiáveis e com alta correlação com o desempenho, como é o caso da AS (CASTAGNA; CASTELLINI 2013; MOIR et al. 2009; MCLELLAN; LOVELL; GASS 2011). O mesmo acontece com a VD, estudos apresentaram uma alta correlação entre a VD e o desempenho no SV (PUPO; DETANICO; SANTOS 2012). Contudo, enquanto a AS é a variável mais comumente utilizada como o resultado do teste de SV (JIDOVITSEFF et al., 2014; LAFFAYE et al., 2014; SARVESTAN et al., 2018; SMITH et al., 1992; VANEZIS; LEES 2005; HORI et al. 2009; SILVA et al. 2011), estudos tem apontado como a AS não sendo sensível o suficiente para detectar fadiga após competições (CORMACK et al 2008; KRUSTRUP et al. 2010). Além disso, estudos recentes têm mostrado que uma análise de todo o SCM pode fornecer informações mais detalhadas da função neuromuscular durante a curva força-tempo, quando comparada à AS sozinha (CORMIE et al. 2008; CORMIE et al. 2009; GATHERCOLE et al. 2015; McMAHON & REJ, 2017).

Atividades do cotidiano necessitam de potência muscular dos MMII, como levantar de uma cadeira ou subir escadas (SKELTON et al. 1994; BEAN et al. 2002). A capacidade de ativar a musculatura rapidamente está associada também a um menor índice de risco de queda em idosos, devido a melhoria no controle postural (MACALUSO; VITO, 2004). O aumento na potência torna as pessoas capazes de saltar mais alto e de produzir mais força em menos tempo devido a melhora na condução de impulsos nervosos (AAGAARD et al. 2002; ALEMDAROGLU, 2012). A potência muscular é considerada um dos principais determinantes para um bom desempenho em movimentos esportivos dinâmicos, especialmente aqueles que exigem movimentos explosivos (NEWTON; KRAEMER, 1994; ROSS et al. 2001).

A potência muscular diminui mais rapidamente que a força máxima durante o envelhecimento (REID; FIELDING, 2012; MACALUSO; VITO, 2003). Uma vez que a perda gradativa de potência muscular se inicia aos 40 anos (KOSTKA, 2005), enquanto a força muscular começa a apresentar perdas significativas a partir dos 50 anos (SKELTON et al. 1994; BAUMGARTNER et al. 1998; CHARLIER et al. 2015). Neste sentido, a avaliação da potência e de variáveis decorrentes dela, como a TPP, parece ser mais sensível como um método de triagem para detecção precoce de declínio na função neuromuscular. Estes achados demonstram que avaliar força e potência muscular é importante para acompanhar mudanças de desempenho em diferentes públicos (e.g. idosos, atletas, indivíduos fisicamente ativos).

Neste sentido, a TPP e a TPF tem sido utilizadas para análise de desempenho por serem consideradas medidas que analisam a força e potência ao longo de um movimento. (KIJOWSKI, 2015; JAKOBSEN et al. 2012; CORMIE et al. 2009; CORMIE et al. 2010; HORI et al. 2009). Van Roie e colaboradores (2018) reportaram que a perda da TPP é maior do que o pico de potência (PP), apresentando uma queda anual de 1.1% a 1.3% na TPP enquanto para o PP a queda é de 0.9% a 1% em homens e mulheres adultos.

Um estudo conduzido por Jakobsen (2012) demonstrou que após 12 semanas de treinamento resistido, um aumento na TPP apresentou forte correlação com a melhora no desempenho do SCM, sendo superior aos ganhos de força. Contudo, os resultados da TPF reportados até o presente momento

demonstram ser uma variável inconsistente, apresentando valores de CV que variam de 16 a 34% (HORI et al. 2009; McLELLAN et al. 2011; BYRNE et al. 2017).

Moir e colaboradores (2009) avaliaram a reprodutibilidade de variáveis do SCM em homens e mulheres fisicamente ativos ao longo de quatro semanas. Observou-se que enquanto a AS e a VD apresentaram uma boa reprodutibilidade (CCI: 0,90 a 0,97 e CV: 1,7 a 5,4%) a TPF não foi reprodutível (CCI: 0,04 a 0,51 e CV: 27,8 a 39,9%).

Thomas e colaboradores (2017) avaliaram atletas adolescentes de *cricket* e *netball*, em duas sessões separadas por sete dias. Foi observado que a variável de PF foi a mais confiável (CCI: 0,99 e CV: 1,10%) quando comparada a PP, VD e AS (CCI: 0,94 a 0,98 e CV: 1,67 a 2,63).

Apesar da popularidade da avaliação do SV, parece ainda haver uma lacuna na literatura sobre quais variáveis são mais importantes para monitoramento de desempenho. Diante disso, torna-se importante encontrar qual variável se apresenta mais confiável e sensível para avaliação do SCM (TAYLOR et al. 2012)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Participantes

Quarenta e um homens aparentemente saudáveis foram recrutados a participar do presente estudo. Este total de participantes foi escolhido baseado nos cálculos realizados por Walter e colaboradores (1998), considerando: $p_0 = 0,6$; $p_1 = 0,8$; $\alpha = 0,05$; $\beta = 0,20$. Na tabela 1 são apresentadas as características dos participantes do estudo. Os participantes preencheram o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) (MARSHALL; BAUMAN, 2001) e foram selecionados quando classificados como fisicamente ativos. O IPAQ classifica como 'fisicamente ativos' aqueles que, por exemplo, realizam ao menos 60 minutos de atividade física vigorosa em três dias da semana, ou 150 minutos de caminhada ou atividade física moderada em cinco dias da semana. Os participantes foram informados dos riscos e benefícios de participarem do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do UDF - Centro Universitário (parecer nº 2.878.364).

Tabela 1. Características dos participantes do estudo (n = 41).

Variáveis	Média \pm DP
Idade (anos)	23,97 \pm 4,38
Estatura (m)	1,77 \pm 0,07
Massa (kg)	78,60 \pm 13,96
IMC (kg·m ⁻²)	24,93 \pm 3,39

IMC: índice de massa corporal; DP: desvio-padrão.

4.2 Procedimentos

Os participantes do estudo realizaram três visitas ao laboratório. A primeira visita foi destinada a familiarização com o salto vertical, preenchimento dos formulários e a determinação das variáveis antropométricas; as demais visitas foram destinadas a coleta dos dados. Em cada visita, os participantes realizaram um aquecimento breve (~ 5 min) e então quatro saltos verticais com contramovimento separados por um minuto de intervalo. Os saltos foram realizados sobre uma plataforma de força (AMTI, Accupower Portable Force

Plate, Watertown, MA, EUA) e o sinal da plataforma foi filtrado e processado para a obtenção de variáveis mecânicas (maiores detalhes serão fornecidos a seguir).

4.2.1 Familiarização

Os participantes receberam um vídeo demonstrativo e foram orientados a praticarem o salto antes da primeira visita ao laboratório. No vídeo um atleta realiza o salto, enquanto que um narrador fornece informações técnicas para um melhor desempenho. Na primeira visita ao laboratório, os participantes tiveram uma familiarização com o teste, a qual foi idêntica aos procedimentos feitos nos dias das coletas. Os participantes receberam a orientação de realizar todos os saltos com esforço máximo.

4.2.2 Aquecimento

Os participantes do estudo realizaram aquecimento geral e específico. O aquecimento geral consistiu na realização de duas séries de agachamento no equipamento *Smith Machine* (Rotech, modelo RTGL 7100, Goiânia, GO) com carga equivalente à metade da massa corporal. Na primeira série, eles executaram 10 agachamentos (~ 2 s para cada ação muscular) e após um minuto de intervalo, foram realizadas 5-6 repetições, sendo a fase concêntrica do movimento realizada o mais rápido possível. O aquecimento específico consistiu na realização de cinco saltos em intensidade progressiva (20 a 100% do máximo estimado) com intervalo de 15 segundos entre eles.

4.2.3 Salto vertical com contramovimento

Os participantes foram posicionados no centro da plataforma de força com as mãos no quadril, permanecendo imóveis por cerca de 1-2 s para a determinação do peso corporal (*i.e.* massa \times aceleração da gravidade) - fase denominada de pesagem. Os participantes foram orientados a minimizarem a transição entre a descida e a subida do movimento, enquanto ficaram livres para determinar a profundidade do agachamento. Também foram instruídos a

saltar “o mais rápido e o mais alto possível”. No comando do avaliador “3, 2, 1, salte”, os participantes iniciaram o movimento do salto, o qual foi dividido, neste estudo, em quatro fases. A primeira fase do salto é denominada de fase sem peso (*unweighing*), a qual é definida pelo início do movimento de descida (*i.e.* contramovimento) devido flexão de quadril, joelho e tornozelo. O início desta fase foi determinado pela redução de 15% na força vertical (*i.e.* peso corporal) e o término foi caracterizado como o momento no qual o peso corporal retorna ao valor inicial, coincidindo com o pico de velocidade negativo do centro de massa do participante. A segunda fase é denominada de fase de frenagem, a qual é caracterizada pelos maiores ângulos de flexão das articulações do membro inferior (*i.e.* parte inferior do contramovimento). Nesta fase, ocorre uma elevada produção de força (geralmente o pico de força é registrado nesta fase) devido uma desaceleração vigorosa para modificar a direção do movimento (*i.e.* frear a descida do centro de massa). O início desta fase pode ser caracterizado a partir do pico de velocidade negativo do centro de massa, terminando no instante em que a velocidade aumenta para zero. A terceira fase é denominada de fase propulsiva, a qual foi caracterizada pelo instante no qual o participante realiza uma vigorosa extensão de quadril, joelho e tornozelo (*i.e.* flexão plantar). A força produzida durante a fase propulsiva depende da força gerada durante a fase de frenagem e a velocidade do centro de massa torna-se positiva. O início da fase propulsiva é determinado pelo término da fase de frenagem, enquanto que o término da fase propulsiva é o instante no qual o participante perde o contato com a plataforma de força (*i.e.* momento da decolagem) e a força registrada é igual a zero. A quarta fase é denominada de fase de voo, a qual foi definida como o período de tempo entre a perda do contato com a plataforma e o retorno à plataforma. O limiar de detecção foi configurado em 53,4 N (12 libras). Os participantes foram instruídos a não realizarem nenhum movimento durante esta fase e aterrissarem com o ante pé.

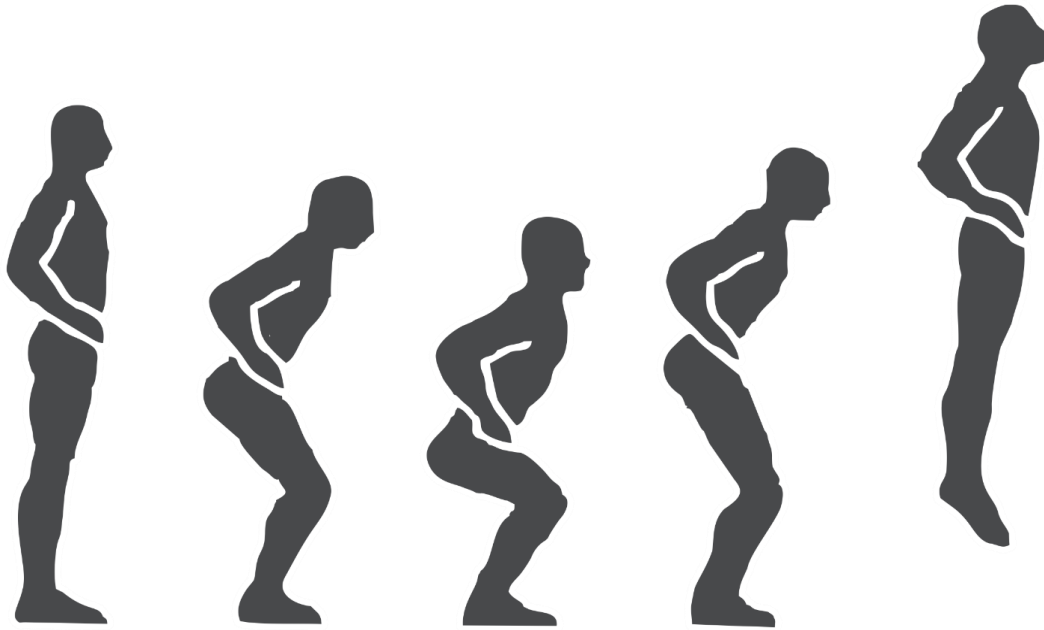


Figura 1. Fases do salto com contramovimento, da esquerda para a direita são ilustradas as fases de pesagem, sem peso (*unweighing*), frenagem, propulsiva e voo.

4.3 Variáveis do salto com contramovimento

Na tabela 2 são descritas as variáveis mecânicas obtidas durante o salto vertical. As variáveis do salto vertical foram adquiridas por meio de um *software* comercial (*AccuPower* versão 2.0.3, Dickinson, ND, EUA). O sinal oriundo da plataforma foi adquirido numa frequência de 1000 Hz e digitalmente filtrado (*critically dumped*) com uma frequência de corte de 20 Hz. As variáveis obtidas durante o salto foram: a) altura do salto, calculada a partir do tempo de voo, sendo o limiar de detecção configurado em 53,4 N; b) pico de força, identificado como o maior registro de força vertical da curva força-tempo; c) taxa de produção de força, produto do pico de força dividido pelo tempo para produzir o pico de força a partir do momento em que a força vertical excedeu o limiar de 88,96 N (20 libras); d) velocidade de decolagem, velocidade instantânea obtida no momento da decolagem do salto (*i.e.* relação impulso-momento); e) pico de potência, maior potência positiva identificada na curva potência-tempo; f) taxa de produção de potência, produto do pico de potência dividido pelo tempo entre os picos de potência negativo e positivo.

Tabela 2. Variáveis mecânicas analisadas durante os saltos verticais.

Variável	Abreviação	Unidade de medida	Equação
Pico de força	PF	N	$F = m \times a$
Pico de potência	PP	W	$P = F \times V$
Taxa de produção de força	TPF	$N \cdot s^{-1}$	$TPF = \frac{\Delta F}{\Delta t}$
Taxa de produção de potência	TPP	$W \cdot s^{-1}$	$TPP = \frac{PP_{pos} - PP_{neg}}{T_{pp} - T_{pn}}$
Velocidade de decolagem	VD	$m \cdot s^{-1}$	$V = \frac{F \Delta t}{m}$
Altura do salto	AS	cm	$AS = \frac{t^2 g}{8}$

PP_{pos} : pico de potência positivo; PP_{neg} : pico de potência negativo; T_{pp} : tempo para o pico de potência positivo; T_{pn} : tempo para o pico de potência negativo; F: força; massa; a: aceleração; V: velocidade; t: tempo; g: gravidade.

4.4 Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. Os dados foram então reportados em média e desvio padrão, exceto a TPP que foi reportada a mediana e o intervalo interquartil. O teste t de *Student* para amostra pareadas foi aplicado para avaliar a presença de erro sistemático ($p < 0,05$) entre os dois dias de testes. Similarmente, foi utilizado o teste *Wilcoxon signed-rank* para a TPP. Para avaliar a reprodutibilidade relativa das medidas foram calculados os coeficientes de correlação intraclassa ($CCI_{3,k}$) (KOO; LI, 2016). O CCI foi classificado como excelente para todas as variáveis ($r = 0,94 - 0,99$), exceto VD que foi classificada como boa ($r = 0,88$) (KOO; LI, 2016). Para avaliar a reprodutibilidade absoluta das medidas foram calculados o erro típico de medida (ETM), sendo: $ETM = DP_{dif} / \sqrt{2}$; e o coeficiente de variação (CV), sendo: $CV = (ETM / média) \times 100$ (HOPKINS, 2000). Por fim,

os vieses e os limites de concordância foram estabelecidos (BLAND & ALTMAN, 1986). O nível de significância adotado para as comparações entre os dias foi de 5% e planilhas elaboradas no *Microsoft Excel* (versão 2016) e o software *Statistical Package for the Social Sciences* (versão 22.0) foram utilizados nas análises.

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos nos testes, bem como a reprodutibilidade relativa e absoluta das variáveis obtidas durante o SCM estão descritos na tabela 3. As concordâncias das medidas são apresentadas na figura 4. Não foi observado erro sistemático entre os dias de testes ($p > 0,05$) e as variáveis apresentaram uma adequada reprodutibilidade relativa (ICC = 0,88 a 0,99) e absoluta (CV = 2,5 a 12,9). Apenas a TPF apresentou um CV > 10%.

Tabela 3. Reprodutibilidade das medidas mecânicas obtidas durante o salto com contramovimento.

Variáveis	Dia 1	Dia 2	CCI (95% IC)	ETM	CV (%)	Valor de p
TPP (kW·s ⁻¹)	18,4 ± 6,1	18,1 ± 5,7	0,96 (0,93 – 0,98)	1,61	7,8	0,21
TPF (kN·s ⁻¹)	6,1 ± 2,3	5,9 ± 2,2	0,94 (0,88 – 0,97)	0,77	12,9	0,16
PP (kW)	4,2 ± 0,8	4,2 ± 0,8	0,97 (0,94 – 0,98)	0,22	5,1	0,22
PF (kN)	1,9 ± 0,4	1,9 ± 0,4	0,99 (0,98 – 1,00)	0,05	2,5	0,12
AS (cm)	29,5 ± 5,2	30,2 ± 5,5	0,94 (0,89 – 0,97)	1,74	5,8	0,07
VD (m·s ⁻¹)	2,6 ± 0,3	2,6 ± 0,3	0,88 (0,79 – 0,94)	0,13	5,0	0,10

CCI: coeficiente de correlação intraclasse; IC: intervalo de confiança; ETM: erro típico de medida; CV: coeficiente de variação; TPP: taxa de produção de potência; TPF: taxa de produção de força; AS: altura do salto; PF: pico de força; PP: pico de potência; VD: velocidade de decolagem.

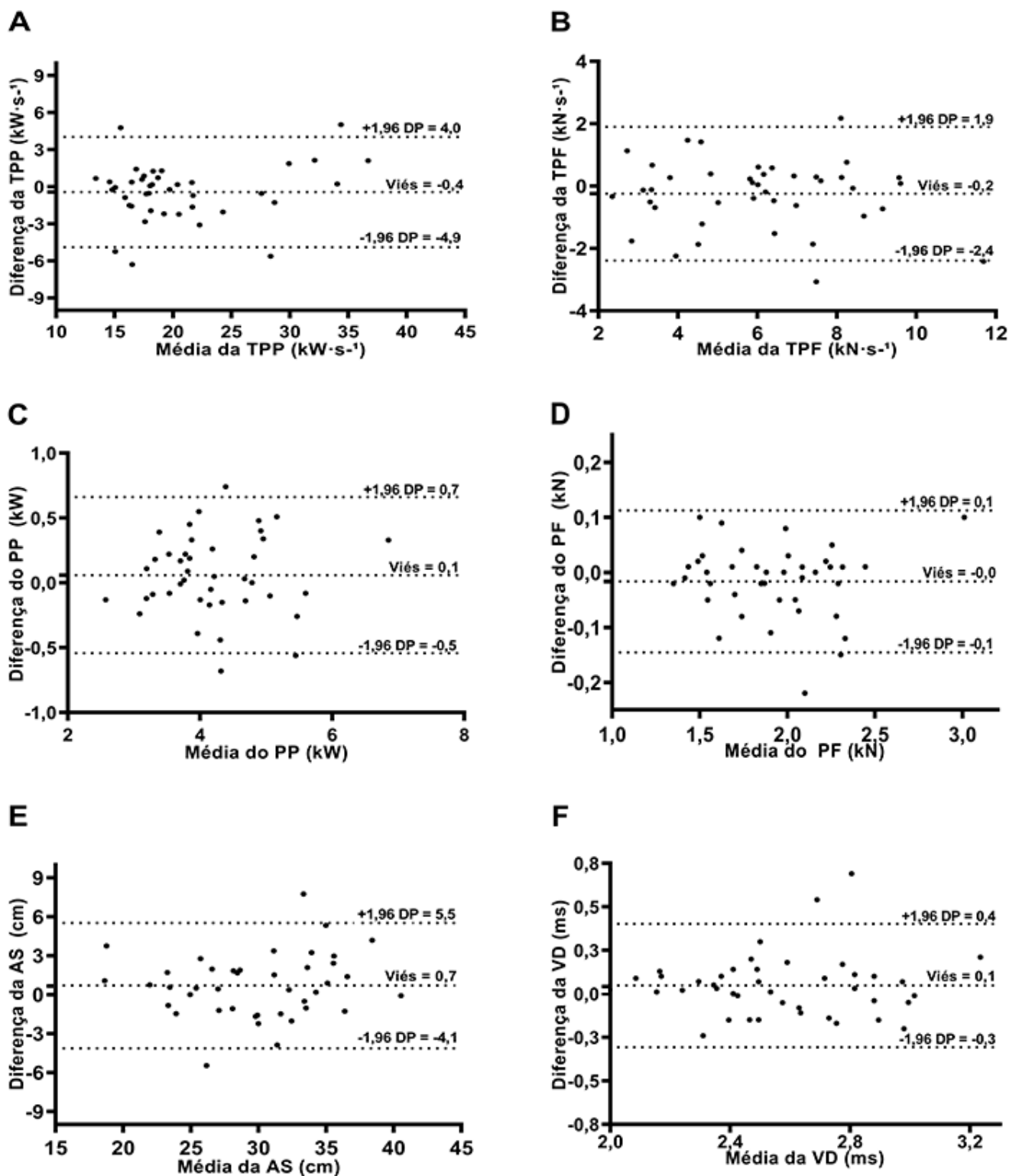


Figura 2. Plotagem de Bland-Altman demonstrando a concordância entre o teste-reteste. (A) Taxa de produção de potência; (B) taxa de produção de força; (C) pico de potência; (D) pico de força; (E) altura do salto; (F) velocidade de decolagem. No eixo y estão plotadas as diferenças (reteste – teste) entre as medidas em relação as médias (eixo x). As linhas pontilhadas representam os vieses e os limites de concordância de 95%.

6. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi determinar a confiabilidade intra-avaliador de importantes variáveis mecânicas do salto vertical em indivíduos fisicamente ativos. Os resultados do presente estudo apontam que a maioria (5 de 6) das variáveis investigadas demonstraram ser confiáveis ($CV < 10\%$). Os principais achados do estudo foi que o PF se apresenta como a variável mais confiável ($r = 0,99$ e $CV = 2,5\%$), enquanto que a TPF se apresenta como a menos confiável ($r = 0,94$ e $CV = 12,9\%$). Surpreendentemente, a AS foi apenas a quarta variável mais confiável ($r = 0,94$ e $CV = 5,8\%$) e a TPP, uma variável pouco utilizada nas análises de salto vertical, mostrou um nível aceitável de confiabilidade ($r = 0,96$ e $CV = 7,8\%$).

Apesar de não haver um consenso na literatura sobre qual o melhor método para avaliar confiabilidade (ATKINSON; NEVIL 1998; NUZZO, et al. 2011), o CCI vem sendo largamente utilizado com este propósito. Alguns pesquisadores consideram que a medida seja reprodutível quando o valor de r for $\geq 0,75$ (CRONIN, et al. 2004; MOREIRA et al. 2006). Neste sentido, todas as medidas obtidas no presente estudo podem ser consideradas reprodutíveis ($r = 0,88 - 0,99$). Contudo, é preciso destacar que o cálculo do CCI, conseqüentemente o valor de r , depende da heterogeneidade da amostra de participantes (BARTLETT; FROST, 2008; HOPKINS, 2000). Assim, quanto mais heterogênea for a amostra de participantes, maiores são os valores de r – independentemente da reprodutibilidade da medida. Isso provavelmente ocorreu no presente estudo, uma vez que foi observada uma grande amplitude nos valores mensurados. Por exemplo, a amplitude da medida de AS foi de 23,7 cm (variação de 16,9 a 40,6 cm) e do PF de 1720 N (variação de 1341 a 3061 N). Dessa forma, o uso do CCI isoladamente para determinar a confiabilidade das medidas não parece ser adequado (BARTLETT; FROST, 2008; HOPKINS, 2000). Diante disso, no presente estudo também foram apresentados os ETMs, expressos como CV (%), bem como a concordância entre as medidas (*i.e.* plotagem de Bland & Altman).

O ETM pode ser utilizado no monitoramento das mudanças 'reais' no desempenho induzidas, por exemplo, por um programa de treino (HOPKINS, 2000). Hopkins (2000) aponta que $ETM \times 1,5$ a $2,0$ seja um limite desejável a ser estabelecido para identificar mudanças no desempenho. Por exemplo, aqueles interessados em monitorar o efeito de um treinamento sobre o desempenho do salto vertical poderiam considerar como uma modificação real no desempenho apenas uma alteração $\geq 2,6$ cm ($1,7 ETM \times 1,5$). O ETM pode ser expresso como CV. O CV pode ser ainda mais aplicável, pois descreve o tamanho do erro de maneira relativa - permitindo comparação independente da magnitude da medida. O CV facilita ainda a comparação entre diferentes populações, variáveis e ergômetros (HOPKINS, 2000). Além disso, tem sido recomendado valores de $CV \leq 10\%$ para que uma medida seja considerada confiável (ATKINSON; NEVIL 1998; CORMACK et al. 2008; SHEPPARD et al. 2008; TAYLOR et al. 2010). No presente estudo pode ser observado que apenas a medida da TPF extrapolou esse limite. Adicionalmente, a plotagem de Bland & Altman proporcionou também observar que no geral o viés (*i.e.* erro sistemático) foi mínimo (1 a 4%) e a variabilidade das diferenças foi uniforme em relação as médias das medidas. Este último permitiu a determinação dos limites de concordância de 95%. A determinação desses limites proporciona ao leitor estimar o quanto (com 95% de confiança) que cada uma das medidas pode variar quando obtidas num cenário similar ao do presente estudo (*e.g.* intervalo 2-7 dias, único avaliador, etc). Considerando os limites de concordância da AS (- 4,4; 5,5 cm), é possível observar que eles são superiores ao 2,6 cm baseado no ETM. Hopkins (2000) argumenta que os limites de concordância seriam excessivamente conservadores e por isso impraticáveis. Contudo, aqueles interessados em uma medida com altíssimo nível de confiança poderão fazer uso desses limites.

Um importante achado do presente estudo foi que a medida do PF se mostrou a variável mais confiável que pode ser obtida durante o desempenho do salto vertical. Este resultado corrobora com outros estudos que investigaram a confiabilidade do SCM. Byrne e colaboradores (2017) demonstram que o PF foi a variável mais confiável ($r = 0,95$ e $CV = 3,4\%$) dentre várias outras investigadas (*e.g.* AS, VD, PP) em jogadores de *Hurling*. Cormack e colaboradores (2008)

demonstraram um CV de 2,2% em atletas de futebol Australiano. E, Thomas e colaboradores (2015) também apresentaram o PF como a variável mais confiável ($r = 0,98$ e $CV = 4,0\%$) comparado a PP, VD e AS. É importante destacar que o PF é a única variável que pode ser obtida de forma direta em uma plataforma de força, enquanto que as demais variáveis necessitam de algum cálculo para serem obtidas. Dessa forma, é esperado que quanto maior for a manipulação no dado bruto, maior a possibilidade de aumentar o erro da medida. De fato, Garcia-Ramos et al. (2017) observaram um maior erro na medida de velocidade na plataforma de força quando comparado a velocidade obtida por um transdutor linear de velocidade, que mensura esta variável de forma direta.

No presente estudo a TPF apresentou um CV de 12,8%. Considerando estudos prévios (HORI et al. 2009; McLELLAN et al. 2011; BYRNE et al. 2017), a baixa confiabilidade dessa medida não surpreendeu. Hori et al. (2009) reportaram um nível inaceitável de confiabilidade em indivíduos fisicamente ativos ($r = 0,66$ e $CV = 24\%$) e o mesmo foi observado em McLellan et al. (2011) que demonstraram 16,3% de CV. Valores ainda piores de 33,8% de CV foram reportados em jogadores de *Hurling* (BYRNE et al., 2017). Uma possível explicação para a baixa confiabilidade da medida de TPF pode ser devido uma modificação na estratégia do salto. Isso pode ter um forte impacto no cálculo da TPF, a qual é diretamente influenciada pelo tempo até o pico de força (*i.e.* $\Delta F \cdot s^{-1}$). De fato, Kennedy & Drake (2018) reportaram que o PF pode ser alcançado tanto na fase de frenagem quanto na fase propulsiva do salto. Possivelmente, isso tenha pouco ou nenhum efeito sobre o PF, mas afetaria fortemente a TPF, uma vez que a fase propulsiva do salto ocorre ~ 200 ms após a fase de frenagem (BYRNE et al. 2017). Embora, futuros estudos sejam necessários, é possível especular que o SCM não seja um salto adequado para mensurar a TPF. Neste sentido, o salto estático pode ser uma melhor alternativa quanto o objetivo for a obtenção dessa variável (WILSON et al. 1995).

No presente estudo foram observados valores aceitáveis de confiabilidade para a AS ($r = 0,94$ e $CV = 5,8\%$). Esses valores foram similares àqueles

observados em outros estudos, variando de 5 a 5,5% (BYRNE et al 2017; CORMACK et al. 2008). É importante destacar que a AS tem sido a variável mais utilizadas para monitorar o desempenho do salto (HORI et al. 2009), porém nossos resultados sugerem que a AS não seja a melhor escolha dentre as demais possíveis variáveis (e.g. PF, VD e PP). É reconhecido que a altura do salto pode ser facilmente estimada a partir de equipamentos de baixo custo (e.g. tapete de contato e aplicativo de *smartphone*), contudo, é comum pesquisadores mesmo utilizando plataforma de força usarem a AS como a variável de interesse (VIEIRA et al. 2016; SIQUEIRA et al. 2018). No presente estudo, a AS foi obtida a partir do tempo de voo, por esse motivo está sujeita a uma maior possibilidade de erro. Além disso, embora no presente estudo, os participantes tenham sido instruídos a não modificarem a postura, e qualquer modificação perceptível tenha invalidado o salto, não é possível descartar que modificações sutis na postura possam ter ocorrido. É reconhecido que pequenas modificações na postura ou no instante da aterrissagem podem aumentar artificialmente o tempo de voo.

Um resultado que merece destaque foi a confiabilidade aceitável da TPP ($r = 0,96$ e $CV = 7,8\%$), uma vez que essa medida requer uma maior manipulação dos dados para a sua obtenção. A TPP vem ganhando atenção por refletir a capacidade do indivíduo em produzir potência em um curto intervalo de tempo, sendo que a capacidade de produzir potência pode ser ainda mais importante que a força para a função muscular (VAN ROIE et al. 2018). Aparentemente a confiabilidade dessa medida ainda não foi explorada suficientemente. Ao nosso conhecimento, apenas dois estudos (HORI et al. 2009; RAGO et al 2018) investigaram a confiabilidade intra-dia da TPP do SCM. Hori e colaboradores (2009) reportaram uma reprodutibilidade aceitável da TPP média ($r = 0,91$ e $CV: 8,2\%$), enquanto que a TPP pico (similar à do presente estudo) não se mostrou reprodutível ($r = 0,66$ e $CV: 24,0\%$). E, recentemente, Rago e colaboradores (2018) não demonstraram uma boa reprodutibilidade dessa medida ($CV = 10,1$ e $16,0\%$). Dessa forma, este é o primeiro estudo a investigar a confiabilidade da TPP em dias diferentes, o que pode ser mais aplicável a estudos longitudinais e/ou o efeito de um programa de treinamento.

7. CONCLUSÃO

O presente estudo determinou a confiabilidade de importantes variáveis do SCM em indivíduos fisicamente ativos. Os resultados sugerem que o PF, VD, PP, AS e TPP são confiáveis, sendo o PF a variável mais confiável. Embora a AS seja a variável mais utilizada por treinadores e pesquisadores, o PF parece ser mais adequada quando alterações sutis no desempenho são esperadas. Futuros estudos são necessários para investigar a importância da TPP na avaliação do desempenho.

8.REFERÊNCIAS

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of applied physiology*, 93(4), 1318-1326.
- Aahper. (1966a). *Skills test manual: Basketball for boys*. Washington, DC: Author.
- Aahper. (1966b). *Skills test manual: Basketball for girls*. Washington, DC: Author.
- Alemdaroğlu, U. (2012). The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *Journal of human kinetics*, 31, 149-158.
- Arteaga, R., Dorado, C., Chavarren, J., & Calbet, J. A. L. (2000). Reliability of jumping performance in active men and women under different stretch loading conditions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40(1), 26-34.
- Ashley, C. D., Weiss, L. W. (1994). Vertical Jump Performance and Selected Physiological Characteristics of Women. *Journal of strength and Conditioning Research*. 8(1), 5-11.
- Asmussen, E., & Bonde-Petersen, F. (1974). Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. *Acta Physiologica Scandinavica*, 91(3), 385-392.
- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports medicine*, 26(4), 217-238.
- Bartlett, J. W., & Frost, C. (2008). Reliability, repeatability and reproducibility: analysis of measurement errors in continuous variables. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology: The Official Journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*, 31(4), 466-475.
- Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., ... & Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *American journal of epidemiology*, 147(8), 755-763.
- Bean, J.F., Kiely D.K., Herman, S., Leveille, S.G., Mizer, K., Frontera, W.R., Fielding, R.A. (2002). The relationship between leg power and physical performance in mobility-limited older people. *J Am Geriatr Soc*. 50(3):461-7.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 8;1(8476):307-10.

Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 50(2), 273-282.

Bosco, C., Montanari, G., Ribacchi, R., Giovenali, P., Latteri, F., Iachelli, G., & Cortili, G. (1987). Relationship between the efficiency of muscular work during jumping and the energetics of running. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 56(2), 138-143.

Brown, L. E., & Weir, J. P. (2001). ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology Online*, 4(3).

Buchan, D. S., Ollis, S., Thomas, N. E., & Baker, J. S. (2010). The influence of a high intensity physical activity intervention on a selection of health related outcomes: an ecological approach. *BMC public health*, 10(1), 8.

Byrne, C., & Eston, R. (2002). The effect of exercise-induced muscle damage on isometric and dynamic knee extensor strength and vertical jump performance. *Journal of sports sciences*, 20(5), 417-425.

Byrne, P. J., Moody, J. A., Cooper, S. M., & Kinsella, S. (2017). The reliability of countermovement jump performance and the reactive strength index in identifying drop-jump drop height in hurling players. *Open Access Journal Of Exercise And Sports Medicine*, 1(1), 1-10.

Castagna, C., Castellini, E. (2013). Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 27(4)/1156–1161.

Charlier, R., Mertens, E., Lefevre, J., & Thomis, M. (2015). Muscle mass and muscle function over the adult life span: a cross-sectional study in Flemish adults. *Archives of gerontology and geriatrics*, 61(2), 161-167.

Cheng, K. B., Wang, C. H., Chen, H. C., Wu, C. D., & Chiu, H. T. (2008). The mechanisms that enable arm motion to enhance vertical jump performance—A simulation study. *Journal of biomechanics*, 41(9), 1847-1854.

Clanton, T. O., Matheny, L. M., Jarvis, H. C., & Jeronimus, A. B. (2012). Return to play in athletes following ankle injuries. *Sports Health*, 4(6), 471-474.

Claudino, J.G., Cronin, J., Mezêncio, B., McMaster, D.T., McGuigan, M., Tricoli, V., Amadio, A.C., & Serrão, J.C. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 20(4), 397-402.

Cormack, S. J., Newton, R. U., McGuigan, M. R., & Doyle, T. L. (2008). Reliability of measures obtained during single and repeated countermovement jumps. *International journal of sports physiology and performance*, 3(2), 131-144.

Cormie, P., McBride J. M., McCaulley G. O. (2008). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis during the jump squat: impact of load. *J Appl Biomech* 24: 112-120.

Cormie, P., McBride, J. M., & McCaulley, G. O. (2009). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 177-186.

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(8), 1582-1598.

Cronin, J. B., Hing, R. D., & McNair, P. J. (2004). Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 590-593.

Dugan, E. L., Doyle, T. L., Humphries, B., Hasson, C. J., & Newton, R. U. (2004). Determining the optimal load for jump squats: a review of methods and calculations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 668-674.

Fernández-Romero, J. J., Suárez, H. V., & Carral, J. M. C. (2017). Selection of talents in handball: anthropometric and performance analysis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 23(5), 361-365.

French, D. N., Gómez, A. L., Volek, J. S., Rubin, M. R., Ratamess, N. A., Sharman, M. J., ... & HAKKINEN, K. (2004). Longitudinal tracking of muscular power changes of NCAA Division I collegiate women gymnasts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(1), 101-107.

García-Ramos, A., Jaric, S., Pérez-Castilla, A., Padial, P., & Feriche, B. (2017). Reliability and magnitude of mechanical variables assessed from unconstrained and constrained loaded countermovement jumps. *Sports biomechanics*, 16(4), 514-526.

Gathercole, R., Sporer, B., Stellingwerff, T., & Sleivert, G. (2015). Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International journal of sports physiology and performance*, 10(1), 84-92.

Haff, G. G., Kirksey, K. B., Stone, M. H., Warren, B. J., Johnson, R. L., Stone, M. E. G., & Proulx, C. (2000). The effect of 6 weeks of creatine monohydrate supplementation on dynamic rate of force development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(4), 426-433.

- Hara, M., Shibayama, A., Takeshita, D., & Fukashiro, S. (2006). The effect of arm swing on lower extremities in vertical jumping. *Journal of biomechanics*, 39(13), 2503-2511.
- Harman, E. A., Rosenstein, M. T., Frykman, P. N., Rosenstein, R. M., & Kraemer, W. J. (1991). Estimation of human power output from vertical jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 5(3), 116-120.
- Hopkins, W. G. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports medicine*, 30(1), 1-15.
- Hori, N., Newton, R. U., Kawamori, N., McGuigan, M. R., Kraemer, W. J., & Nosaka, K. (2009). Reliability of performance measurements derived from ground reaction force data during countermovement jump and the influence of sampling frequency. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(3), 874-882.
- Hortobagyi, T., Lambert, N. J., & Kroll, W. P. (1991). Voluntary and reflex responses to fatigue with stretch-shortening exercise. *Canadian journal of sport sciences= Journal canadien des sciences du sport*, 16(2), 142-150.
- Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., Randers, M. B., Kjær, M., Andersen, L. L., Krstrup, P., & Aagaard, P. (2012). The effect of strength training, recreational soccer and running exercise on stretch-shortening cycle muscle performance during countermovement jumping. *Human movement science*, 31(4), 970-986.
- Jidovtseff, B., Quievre, J., Nigel, H., & Cronin, J. (2014). Influence of jumping strategy on kinetic and kinematic variables. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54, 129-138.
- Kennedy, R. A., Drake, D. (2018). Improving the signal-to-noise ratio when monitoring countermovement jump performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 00(00),1-6.
- Kijowksi, K. N., Capps, C. R., Goodman, C. L., Erickson, T. M., Knorr, D. P., Triplett, N. T., Awelewa, O. O., McBride, J. M. (2015). Short-term Resistance and Plyometric Training Improves Eccentric Phase Kinetics in Jumping. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 29(8):2186-96.
- Komi, P. V., Bosco C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med. Sci. Sports*, 10(4), 281-285.
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of chiropractic medicine*, 15(2), 155-163.

- Kopper, B., Csende, Z., Sáfár, S., Hortobágyi, T., & Tihanyi, J. (2013). Muscle activation history at different vertical jumps and its influence on vertical velocity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(1), 132-139.
- Kostka, T. (2005). Quadriceps maximal power and optimal shortening velocity in 335 men aged 23–88 years. *European Journal of Applied Physiology*, 95(2-3), 140-145.
- Krustrup, P., Zebis, M., Jensen, J. M., Mohr M.(2010). Game-induced fatigue patterns in elite female soccer. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 24(2):437-41.
- Laffaye, G., Wagner, P.P., & Tombleson, T.I. (2014). Countermovement jump height: Gender and sport-specific differences in the force-time variables. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(4), 1096-1105.
- Lees, A., Vanrenterghem, J., & De Clercq, D. (2004). Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *Journal of biomechanics*, 37(12), 1929-1940.
- Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 69(11), 1198-1204.
- Macaluso, A., & De Vito, G. (2003). Comparison between young and older women in explosive power output and its determinants during a single leg-press action after optimisation of load. *European journal of applied physiology*, 90(5-6), 458-463.
- Macaluso, A., & De Vito, G. (2004). Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *European journal of applied physiology*, 91(4), 450-472.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
- Marshall, A., & Bauman, A. (2001). The international physical activity questionnaire: summary report of the reliability & validity studies. *IPAQ Executive Committee*, 1-25.
- McGuigan, M. R., Doyle, T. L., Newton, M., Edwards, D. J., Nimphius, S., & Newton, R. U. (2006). Eccentric utilization ratio: effect of sport and phase of training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 992-995.
- McLellan, C. P., Lovell, D. I., & Gass, G. C. (2011). The role of rate of force development on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 379-385.

McMahon J. J., Rej S. J., & Comfort P. (2017). Sex Differences in Countermovement Jump Phase Characteristics. *Sports* 5: 8.

Mizuguchi, S. (2012). Net impulse and net impulse characteristics in vertical jumping. *Electronic Theses and Dissertations*. Paper 1459.

Moir, G., Button, C., Glaister, M., & Stone, M. H. (2004). Influence of familiarization on the reliability of vertical jump and acceleration sprinting performance in physically active men. *Journal of strength and conditioning research*, 18(2), 276-280.

Moir, G., Garcia, A., Dwyer, G. B. (2009). Intersession Reliability of Kinematic and Kinetic Variables During Vertical Jumps in Men and Women. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 4, 317-330.

Moreira, A., Maia, G., Lizana, C. R., Martins, E. A., & de Oliveira, P. R. (2008). Reprodutibilidade e concordância do teste de salto vertical com contramovimento em futebolistas de elite da categoria sub-21. *Journal of Physical Education*, 19(3), 413-421.

Moreira, A., Okano, A. H., Ronque, E. R. V., de Souza, M., & de Oliveira, P. R. (2006). Reprodutibilidade dos testes de salto vertical e salto horizontal triplo consecutivo em diferentes etapas da preparação de basquetebolistas de alto rendimento. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*.

Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength & Conditioning Journal*, 16(5), 20-31.

Nuzzo, J. L., Anning, J. H., & Scharfenberg, J. M. (2011). The reliability of three devices used for measuring vertical jump height. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2580-2590.

Ohtsuki, T. (1994). Changes in strength, speed, and reaction time induced by simultaneous bilateral muscular activity. In *Interlimb coordination* (pp. 259-274). Academic Press.

Pathare, N., Haskvitz, E. M., & Selleck, M. (2013). Comparison of measures of physical performance among young children who are healthy weight, overweight, or obese. *Pediatric Physical Therapy*, 25(3), 291-296.

Patterson, D. D., & Peterson, D. F. (2004). Vertical jump and leg power norms for young adults. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 8(1), 33-41.

- Payne, N., Gledhill, N., Katzmarzyk, P. T., Jamnik, V. K., & Keir, P. J. (2000). Canadian musculoskeletal fitness norms. *Canadian journal of applied physiology*, 25(6), 430-442.
- Peterson, M. D., Alvar, B. A., & Rhea, M. R. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 867-873.
- Pupo, J. D., Detanico, D. Santos, S. G. (2012). Parâmetros cinéticos determinantes do desempenho nos saltos verticais. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum.* 14(1), 41-51.
- Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Carvalho, T., Fernandes, T., Fonseca, P., & Rebelo, A. (2018). Countermovement Jump Analysis Using Different Portable Devices: Implications for Field Testing. *Sports*, 6(3), 91.
- Rauch, R., Veilleux, L. N., Rauch, F., Bock, D., Welisch, E., Filler, G., ... & Norozi, K. (2012). Muscle force and power in obese and overweight children. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 12(2), 80-83.
- Reid, K. F., & Fielding, R. A. (2012). Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults. *Exercise and sport sciences reviews*, 40(1), 4.
- Robineau, J., Jouaux, T., Lacroix, M., & Babault, N. (2012). Neuromuscular fatigue induced by a 90-minute soccer game modeling. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 555-562.
- Ross, A., Leveritt, M., & Riek, S. (2001). Neural influences on sprint running. *Sports medicine*, 31(6), 409-425.
- Sargent, D. A. (1921). The physical test of a man. *American physical education review*, 26(4), 188-194.
- Sarvestan, J., Cheraghi, M., Sebyani, M., Shirzad, E., & Svoboda, Z. (2018). Relationships between force-time curve variables and jump height during countermovement jumps in young elite volleyball players. *Acta Gymnica*, 48(1), 9-14.
- Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V., Harman, E. A., Frykman, P. N., & Rosenstein, M. T. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(4), 572-577.
- Sheppard, J. M., Cormack, S., Taylor, K. L., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2008). Assessing the force-velocity characteristics of the leg extensors in well-trained athletes: the incremental load power profile. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1320-1326.

Silva, J. R., Magalhães, J. F., Ascensão, A. A., Oliveira, E. M., Seabra, A. F., & Rebelo, A. N. (2011). Individual match playing time during the season affects fitness-related parameters of male professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(10), 2729-2739.

Singh, H., Kim, D., Kim, E., Bembem, M. G., Anderson, M., Seo, D. I., & Bembem, D. A. (2014). Jump test performance and sarcopenia status in men and women, 55 to 75 years of age. *Journal of geriatric physical therapy*, 37(2), 76-82.

Siqueira, A. F., Vieira, A., Bottaro, M., Ferreira-Júnior, J. B., de Toledo Nóbrega, O., de Souza, V. C., ... & Durigan, J. L. Q. (2018). Multiple Cold-Water Immersions Attenuate Muscle Damage but not Alter Systemic Inflammation and Muscle Function Recovery: A Parallel Randomized Controlled Trial. *Scientific reports*, 8.

Skelton, D. A., Greig, C. A., Davies, J. M., & Young, A. (1994). Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65–89 years. *Age and ageing*, 23(5), 371-377.

Smith, D., Roberts, D., & Watson, B. (1992). Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *Journal of Sports Sciences*, 10(2), 131-138.

Sole, C. J., Mizuguchi, S., Suchomel, T. J., Sands, W. A., & Stone, M. H. (2014, October). Longitudinal monitoring of countermovement jump mechanical variables: a preliminary investigation. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.

Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports medicine*, 35(6), 501-536.

Taylor K. (2012) Fatigue monitoring in high performance sport: a survey of current trends. *J Aus Strength Cond.*;20:12–23.

Taylor, K. L., Cronin, J., Gill, N. D., Chapman, D. W., & Sheppard, J. (2010). Sources of variability in iso-inertial jump assessments. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(4), 546-558.

Taylor, K. L., Chapman, D. W., Cronin, J. B., Newton, M. J., & Gill, N. D. (2012). Fatigue monitoring in high performance sport: A survey of current trends. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 20(1), 12-23.

Thomas, C., Dos'Santos, T., Comfort, P., & Jones, P. (2017). Between-session reliability of common strength-and power-related measures in adolescent athletes. *Sports*, 5(1), 15.

Twist C, Highton J. (2013). Monitoring fatigue and recovery in rugby league players. *Int J Sports Physiol Perform*. 8:467–74.

Ugrinowitsch, C., Tricoli, V. A. A., Batista, M., Rodacki, A. L. F., & Ricard, M. D. (2006). Influence of training background on jumping height. *Medicine and science in sports and exercise*, 38(5).

Van Hooren, B., & Zolotarjova, J. (2017). The difference between countermovement and squat jump performances: a review of underlying mechanisms with practical applications. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(7), 2011-2020.

Van Roie, E., Van Driessche, S., Inglis, A. J., Thomis, M., & Delecluse, C. (2018). Rate of power development of the knee extensors across the adult life span: A cross-sectional study in 1387 Flemish Caucasians. *Experimental gerontology*, 110, 260-266.

Vanezis, A., & Lees, A. (2005). A biomechanical analysis of good and poor performers of the vertical jump. *Ergonomics*, 48(11-14), 1594-1603.

Vieira, A., Siqueira, A. F., Ferreira-Júnior, J. B., Do Carmo, J., Durigan, J. L., Blazeovich, A., & Bottaro, M. (2016). The effect of water temperature during cold-water immersion on recovery from exercise-induced muscle damage. *International journal of sports medicine*, 37(12), 937-943.

Walter, S. D., Eliasziw, M., & Donner, A. (1998). Sample size and optimal designs for reliability studies. *Statistics in medicine*, 17(1), 101-110.

Wilson, G. J., Lyttle, A. D., Ostrowski, K. J., & Murphy, A. J. (1995). Assessing dynamic performance: A comparison of rate of force development tests. *J Strength Cond Res*, 9(3), 176-181.

Young, W. B., Newton, R. U., Doyle, T. L. A., Chapman, D., Cormack, S., Stewart, C., & Dawson, B. (2005). Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters and playing positions in elite Australian Rules football: a case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(3), 333-345.

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Reprodutibilidade da taxa de produção de potência nos saltos estático, com contramovimento e unipodal **Pesquisador:** ALISSON ALVES DE SOUZA **Área Temática:**

Versão: 1

CAAE: 95973418.7.0000.5650

Instituição Proponente: CENTRO DE ENSINO UNIFICADO DO DISTRITO FEDERAL LTDA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.878.364

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo que será realizado com indivíduos jovens e tem como objetivo verificar a reprodutibilidade da taxa de produção de potência nos saltos com contramovimento e unipodal. A amostra será de 50 indivíduos sendo 25 lutadores e 25 jovens fisicamente ativos. Os indivíduos deverão visitar o laboratório por três vezes e irão realizar doze saltos verticais. Antes da realização dos saltos, os indivíduos passarão por um aquecimento.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Investigar a reprodutibilidade intra-avaliador da taxa de produção de potência em atletas e em indivíduos fisicamente ativos.

Objetivo Secundário:

Comparar a reprodutibilidade intra-avaliador da taxa de produção de potência entre o salto com contramovimento, unipodal e estático. Comparar a reprodutibilidade intra-avaliador da taxa de produção de potência entre atletas e em indivíduos fisicamente ativos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os potenciais riscos envolvidos da participação no estudo incluem dor provocada pelo impacto ao aterrissar do salto e uma possível dor muscular nos dias subsequentes ao salto.

Página 01 de

Continuação do Parecer: 2.878.364

Benefícios:

Os participantes terão o benefício de uma avaliação compreensiva do salto vertical.

Os riscos superam os benefícios. Embora não apresentado na PB básica, no TCLE o pesquisador cita as medidas que serão adotadas como cautela para minimizar os riscos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa pautada em princípios científicos. E os métodos são compatíveis e atendem os objetivos dos estudos. Além disso, os resultados poderão contribuir para a área de atuação.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto: Apresentada em conformidade; Termo de concordância: Apresentado em conformidade; TCLE: Apresentado em conformidade.

Currículos: apresentado em conformidade.

Recomendações:

Alterar na PB básica, o cronograma de coleta de dados para início somente após a aprovação do CEP.

Tendo em vista, que no projeto completo, o mesmo está correto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto sem pendências, aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1175151.pdf	16/07/2018 11:37:17		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declacao_de_Instituicao_e_Infraestrutur a.pdf	16/07/2018 11:16:50	ALISSON ALVES DE SOUZA	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	16/07/2018 10:29:08	ALISSON ALVES DE SOUZA	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	16/07/2018 10:26:38	ALISSON ALVES DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Detalhado.pdf	16/07/2018 10:22:31	ALISSON ALVES DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de	TCLE_Termo_de_Consentimento_Livr	16/07/2018	ALISSON ALVES DE	Aceito

Página 02 de

Continuação do Parecer: 2.878.364

Assentimento / Justificativa de Ausência	e_Esclarecido.pdf	10:20:46	SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	Scan_Folha_de_Rosto.pdf	12/07/2018 16:49:33	ALISSON ALVES DE SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASILIA, 06 de Setembro de 2018

Assinado por:
Denis César Leite Vieira
(Coordenador)

Página 03 de