



UnB

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

CAMPUS DARCY RIBEIRO

FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

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

ALEXANDRE REIS PIRES FERREIRA

CONFIABILIDADE INTERDIAS DE MÉTRICAS FORÇA-TEMPO DO SALTO
VERTICAL COM CONTRAMOVIMENTO EM ATLETAS DE COMBATE E
FISICAMENTE ATIVOS

Brasília

2022

ALEXANDRE REIS PIRES FERREIRA

CONFIABILIDADE INTERDIAS DE MÉTRICAS FORÇA-TEMPO DO SALTO
VERTICAL COM CONTRAMOVIMENTO EM ATLETAS DE COMBATE E
FISICAMENTE ATIVOS

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, da Universidade de Brasília, para a obtenção do título de Mestre em Educação Física na área de concentração Atividade Física e Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Amilton Vieira

Brasília

2022

Ficha de identificação da obra

A ficha de identificação é elaborada pelo próprio autor.

Alexandre Reis Pires Ferreira

CONFIABILIDADE INTERDIAS DE MÉTRICAS FORÇA-TEMPO DO SALTO
VERTICAL COM CONTRAMOVIMENTO EM ATLETAS DE COMBATE E
FISICAMENTE ATIVOS

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Amilton Vieira
Universidade de Brasília - UnB

Prof. Dr. Victor Lage
Universidade de Brasília - UnB

Prof. Dr. Túlio Bernardo Macedo Alfano Moura
Núcleo de Alto Rendimento de São Paulo -NAR/SP

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Educação Física.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Dr. Amilton Vieira
Orientador
Brasília, 2022

Este trabalho é dedicado a todos os que sempre estiveram comigo.

AGRADECIMENTOS

Essa é a parte mais importante do presente manuscrito.

Agradeço a todos que trouxeram palavras amigas em momentos difíceis, buscaram ajudar quando possível e torceram por mim nessa jornada tão atribulada.

Acima de tudo, agradeço à minha família, principalmente à minha mãe, Célia Cristina, e ao meu pai, Ney Pires. Agradeço à minha família de sangue e à minha família de amigos da UnB, UCB, UFS, NAR-SP e SIDIA HDL, além de muitos outros fora dessas instituições, amigos acadêmicos e da vida. Jamais esquecerei da contribuição e parceria de todos vocês.

Agradeço aos meus mentores no processo de mestrado: Amilton Vieira, Daniel Bouldosa e Martim Bottaro. Obrigado pela paciência e ensinamentos.

RESUMO

Apesar da altura do salto ser a variável mais analisada, as variáveis força-tempo do salto vertical com contramovimento (SCM) descrevem os aspectos relacionados à estratégia de movimento para realização do salto. O presente estudo investigou a confiabilidade das métricas força-tempo em diferentes fases do SCM em atletas de combate e fisicamente ativos. Homens fisicamente ativos ($n = 21$) e atletas de combate ($n = 21$) foram testados em três diferentes dias, com pelo menos 4-7 SCM's com esforço máximo cada. Todos os testes foram realizados utilizando plataforma de força. A confiabilidade foi determinada por intermédio do coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e o erro típico de medida expresso como coeficiente de variação (CV_{ET}). Foram consideradas como “confiáveis” as métricas que obtiveram tamanho do efeito < 0.2 , $CCI \geq 0.75$ e $CV_{ET} \leq 10\%$, incluindo o intervalo de confiança a 95%. As fases de frenagem, propulsiva e aterrissagem demonstraram métricas confiáveis. Para o grupo de fisicamente ativos, o impulso da fase de aterrissagem foi a única variável confiável, enquanto a força máxima e média para as fases de frenagem e propulsiva e o impulso para fase propulsiva demonstraram ser variáveis confiáveis para o grupo de atletas de combate. Além disso, atletas de combate apresentaram menor variação entre dias. Como conclusão, nossos resultados sugerem que as fases de frenagem e propulsiva possuem métricas força-tempo confiáveis para os atletas de combate e a fase de aterrissagem para os fisicamente ativos. Atletas de combate e fisicamente ativos podem obter métricas confiáveis desde o primeiro dia de teste, porém em diferentes variáveis e fases. Por fim, nossos resultados indicam que ambos os grupos podem se beneficiar de um ou mais dias de testes.

Palavras-chave: salto com contramovimento, curva força-tempo, artes marciais, confiabilidade, teste de desempenho físico.

ABSTRACT

Despite the height of the jump being the most analyzed variable, the force-time variables of the vertical jump with countermovement (SCM) describe aspects related to the movement strategy to perform the jump. The present study investigated the reliability of force-time metrics in different phases of the SCM in combat fighters and physically active individuals. Physically active men ($n = 21$) and combat fighters ($n = 21$) were tested on three different days, performing at least 4-7 SCM's at maximal effort each. All tests were performed using a force platform. Reliability was determined using the intraclass correlation coefficient (CCI) and the typical measurement error expressed as coefficient of variation (CV_{ET}). Metrics that obtained an effect size < 0.2 , $ICC \geq 0.75$ and $CV_{ET} \leq 10\%$, including the 95% confidence interval, were considered as "reliable." The braking, propulsive and landing phases demonstrated reliable metrics. For the physically active group, the impulse of the landing phase was the only reliable variable, while the maximum and mean forces for the braking and propulsive phases and the impulse for the propulsive phase proved to be reliable variables for the combat fighters group. In addition, combat fighters demonstrated lower interday variation. In conclusion, our results suggest that the braking and propulsive phases have reliable force-time metrics for combat fighters and the landing phase for physically actives. Combat fighters and physically actives can obtain reliable metrics from one day of testing in different variables and phases. Finally, our results indicate that both groups can benefit from one or more days of testing.

Keywords: Countermovement jump, force-time curve, martial arts, reliability, performance testing.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCI	Coeficiente de Correlação Intraclasse
CV	Coeficiente de Variação
CV _{ET}	Erro Típico de Medida como Coeficiente de Variação
DP	Desvio Padrão
F	Força
FRS	Força de reação do solo
FRS _v	Força Vertical de Reação com o Solo
IMC	Índice de Massa Corporal
kHz	Quilo-Hertz
ms	Milissegundos
N	Newton
Ns	Newton vezes segundo
SCM	Salto com Contramovimento
t	Tempo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TE	Tamanho do Efeito

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa	14
1.2	Objetivo	14
1.3	Hipótese	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1	Salto vertical com contramovimento	15
2.2	Curva força-tempo	16
2.3	Confiabilidade de medida	18
2.4	Atletas de combate.....	19
3	MÉTODOS.....	21
3.1	Amostra	21
3.2	Design de estudo.....	22
3.3	Procedimentos	22
3.3.1	<i>Aquecimento</i>	23
3.3.2	<i>Salto com contramovimento</i>	23
3.4	Análise dos dados	24
3.5	Inspeção dos dados	25
3.6	Análise estatística	26
4	RESULTADOS	27
5	DISCUSSÃO	25
	REFERÊNCIAS	30
	APÊNDICE I – Descrição	37

1 INTRODUÇÃO

O salto com contramovimento (SCM) é considerado o teste mais utilizado para avaliar a função neuromuscular dos membros inferiores (MCMAHON *et al.*, 2017; MERRIGAN *et al.*, 2021; THOMAS *et al.*, 2017; WELSH *et al.*, 2008). A grande utilização do SCM se deve à sua praticidade e ao fato de não ser fadigante, podendo ser executado de forma rápida e propiciando informações valiosas sobre as adaptações neuromusculares induzidas por programas de treinamento e respostas agudas da fadiga (BOULLOSA *et al.*, 2011; CLAUDINO *et al.*, 2017; LOTURCO *et al.*, 2015). Além disso, o SCM permite a discriminação entre atletas de distintos níveis competitivos (FLORÍA *et al.*, 2016; JAMES *et al.*, 2016, 2020; THOMAS *et al.*, 2017; WILLIAMS *et al.*, 2018) e históricos de treinamento (KOZINC *et al.*, 2021; LAFFAYE; WAGNER; TOMBLESON, 2014; LOTURCO *et al.*, 2017; PARKER; LUNDGREN, 2018; UGRINOWITSCH *et al.*, 2007).

As plataformas de força são considerados instrumentos padrão ouro para o teste de SCM (CRONIN; HING; MCNAIR, 2004; LINTHORNE, 2001). Com a utilização das plataformas de força, os dados obtidos das forças verticais de reação com o solo (FRSv) permitem a avaliação das fases constituintes da curva força-tempo do SCM, propiciando uma visão detalhada do desempenho, além da altura do salto. Anteriormente, McMahon *et al.*, (2018) destacaram fases chaves do SCM no solo (sem peso, frenagem, propulsiva e aterrissagem) aplicando um robusto método para sua identificação. A cada fase, variáveis como as oriundas da FRSv podem ser observadas e utilizadas para monitorar mudanças no desempenho. Contudo, poucos estudos observaram a confiabilidade das medidas, processo fundamental para a devida interpretação dos resultados (LAKE *et al.*, 2021; LUM *et al.*, 2022; MERRIGAN *et al.*, 2021; SOLE *et al.*, 2018; WARR *et al.*, 2020). A maioria dos estudos focaram nas fases de frenagem e propulsiva devido às demandas específicas dos esportes, como ações antecipatórias (LUM *et al.*, 2022; MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; MERRIGAN *et al.*, 2021) e momentos de aceleração (fase propulsiva) (LAKE *et al.*, 2021; LUM *et al.*, 2022; MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; MERRIGAN *et al.*, 2021; WARR *et al.*, 2020) do CM, frequentemente reportando valores confiáveis para essas fases.

Tipicamente, os critérios para considerar métricas confiáveis são coeficientes de variação (CV) menores do que 10% (HOPKINS, 2015; LUM *et al.*, 2022; MERRIGAN *et al.*, 2021; UGLIARA *et al.*, 2020) e coeficiente de correlação intraclassa (CCI) acima de 0,75

(KOO; LI, 2016; LUM *et al.*, 2022; MERRIGAN *et al.*, 2021; WARR *et al.*, 2020). Contudo, os mesmos estudos que avaliaram as fases de frenagem e propulsiva reportaram valores não confiáveis para as fases sem peso (LUM *et al.*, 2022; MERRIGAN *et al.*, 2021) e aterrissagem (LAKE *et al.*, 2021) quando foram observados os limites de confiança para uma mesma variável reportada em outras fases (exemplo duração e impulso).

Para mensurar tal confiabilidade, o CCI e CV são comumente utilizados para identificar a reprodutibilidade dos valores de um teste obtido em diferentes tentativas (HOPKINS, 2000; KOO; LI, 2016). A concordância interdias pode elucidar o número mínimo de dias necessários para se obter valores de medida confiáveis para a análise precisa de uma certa variável (HOPKINS, 2000; WARR *et al.*, 2020). Contudo, um mínimo de três dias é comumente sugerido para a obtenção de variáveis confiáveis consoante à aprendizagem da tarefa (teste) realizada, buscando diminuir o fator de erro típico (HOPKINS, 2000). Além disso, populações com diferentes históricos de treinamento podem possuir diferente confiabilidade de medida para valores de uma mesma avaliação (BOULLOSA *et al.*, 2018; UGLIARA *et al.*, 2020; VIEIRA; TUFANO, 2021), fazendo com que possivelmente necessitem de maior quantidade de diferente quantidade de dias para a obtenção de métricas confiáveis.

Dentre os grupos estudados na literatura envolvendo o SCM, atletas amadores e profissionais são a maioria (60% dos sujeitos), contudo existe um grande número de estudos realizados utilizando como amostras sujeitos descritos como fisicamente ativos e estudantes de ciências dos esportes (37% e 32% de sujeitos não atletas, respectivamente) (CLAUDINO *et al.*, 2017), comumente utilizados como grupo controle. Recentemente, identificando diferenças entre variáveis oriundas do SCM entre grupo de atletas e grupo fisicamente ativo (controle), Vieira e Tufano (2021) identificaram melhores valores de confiabilidade para atletas de combate quando comparados com fisicamente ativos em relação a parâmetros do índice de força reativa. Essa diferença entre populações pode ser devido as demandas neuromusculares dos esportes de combate que são frequentemente caracterizadas com ações rápidas e de elevada magnitude de força durante curtos períodos (DEL VECCHIO; HIRATA; FRANCHINI, 2011).

Contudo, não é claro se essas diferenças também seriam evidentes nas métricas oriundas da curva força-tempo e seus valores de confiabilidade. O favorecimento de métricas mais confiáveis para atletas de combate parece fazer sentido considerando que a eficiência de ações intrínsecas ao combate são caracteristicamente relacionadas positivamente a habilidade de desenvolver força em curto período de tempo, requisitando rápidas ações antecipatórias a

eventos subsequentes (DEL VECCHIO; HIRATA; FRANCHINI, 2011; MIARKA *et al.*, 2015), indicando maior exposição e familiaridade em executar tarefas explosivas.

1.1 Justificativa

Esclarecer as comparações entre atletas de combate e fisicamente ativos em relação à confiabilidade das métricas força-tempo no teste SCM, visto o distinto histórico de treinamento entre os grupos, e auxiliar na identificação de métricas úteis para monitorar as mudanças agudas e crônicas no desempenho. Além disso, possibilitará determinar se a familiarização desempenharia papel na confiabilidade a uma dada variável de um determinado grupo.

1.2 Objetivo

O objetivo do presente estudo foi investigar e comparar a confiabilidade interdias de métricas força-tempo obtidas das fases terrestres do salto com contramovimento em atletas de combate e fisicamente ativos.

1.3 Hipótese

Atletas de combate possuirão maior quantidade de valores confiáveis devido ao hipotético superior histórico de treinamento e exposição a tarefas de rápido ciclo alongamento encurtamento comuns em suas atividades esportivas, de forma similar aos encontrados nos índices de força reativa (VIEIRA; TUFANO, 2021). Além disso, acreditamos que os grupos obterão melhora nos valores de confiabilidade para suas respectivas métricas quando expostos a mais dias de testes (NIBALI *et al.*, 2015).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Salto vertical com contramovimento

O salto vertical com contramovimento (SCM) é considerado um teste eficiente para mensurar a força dos membros inferiores (CLAUDINO *et al.*, 2017; FLORÍA *et al.*, 2016; MERRIGAN *et al.*, 2021). Através dos seus resultados, normalmente mensurados a partir da altura do salto ou métricas associadas à altura do salto (por exemplo, força média e máxima, impulso, potência média e máxima e taxa de desenvolvimento de força) (BOULLOSA *et al.*, 2018; LOTURCO *et al.*, 2016b; MERRIGAN *et al.*, 2021; WARR *et al.*, 2020), é feito o monitoramento do status neuromuscular em diversas populações (BOULLOSA *et al.*, 2011; CLAUDINO *et al.*, 2017; LOTURCO *et al.*, 2020a; MERRIGAN *et al.*, 2021; VIEIRA; TUFANO, 2021). Tal status neuromuscular possibilita mensurar adaptações crônicas e agudas ao exercício, possibilitando a diferenciação entre grupos com diferentes históricos de treinamento (BOULLOSA *et al.*, 2018; KOZINC *et al.*, 2021; SOLE *et al.*, 2015) e a eficácia de programas de treinamento (LOTURCO *et al.*, 2020b; LUM *et al.*, 2022; SUCHOMEL *et al.*, 2020). Tipicamente, o SCM é realizado em tapetes de contato ou plataformas de força, sendo as plataformas de força recomendadas a fim de possibilitar a obtenção de medidas mecânicas derivadas das FRSv's ao longo do tempo (LINTHORNE, 2001).

As variáveis mecânicas derivadas da FRSv estão associadas a habilidades esportivas encontradas em diversos esportes (LOTURCO *et al.*, 2019; SUCHOMEL *et al.*, 2018), em que muitas destas ações esportivas possuem características balísticas tal que os atletas movimentam sua própria massa corporal com ou sem resistência externa, acelerando o movimento durante toda a amplitude de movimento até o ponto de projeção. Usualmente, as ações balísticas podem possuir grande complexidade de avaliação “*in situ*”, necessitando assim de testes bem elaborados que reflitam gestos motores esportivos, principalmente quando tais testes possuem característica balística. Dessa forma, o SCM é frequentemente utilizado para identificar o status neuromuscular em públicos atléticos devido à sua alta correlação com gestos motores intrínsecos aos membros inferiores nos esportes, como tarefas balísticas.

Apesar da altura do salto ser a variável mais reportada em estudos (CLAUDINO *et al.*, 2017) devido a sua alta confiabilidade (CARROLL *et al.*, 2019; CLAUDINO *et al.*, 2017), aparentemente não possui suficiente sensibilidade para mensuração do desempenho neuromuscular quando observada unitariamente (CLAUDINO *et al.*, 2017). Vale ressaltar que

Claudino *et al.*, (2017) identificaram que 78% das variáveis do SCM não são suficientemente sensíveis para determinar efeitos da fadiga ou supercompensação. Achados como esse ressaltam a importância de um olhar mais crítico às variáveis comumente obtidas através do salto vertical SCM. Por exemplo, Hetherington em 1973 questionou sobre se utilizar valores médios ou máximos seriam mais confiáveis para identificar alterações no desempenho, realizando um estudo de variação entre indivíduos. Recentemente, em 2017, foi identificado em uma robusta meta-análise que valores médios do salto vertical são mais sensíveis para monitoramento do desempenho neuromuscular (CLAUDINO *et al.*, 2017).

2.2 Curva força-tempo

Com a utilização de softwares que permitem a integração numérica força-tempo da plataforma de força, conseguimos identificar curvas de velocidade e deslocamento do centro de massa. Através de tal curva, conseguimos observar as relações de forças agindo sobre um corpo, permitindo a identificação do comportamento da aceleração, deslocamento e velocidade (LINTHORNE, 2001). Assim, estudos anteriores identificaram que as variáveis força-tempo do SCM seriam sensíveis para detectar mudanças no desempenho, como força média (CORMACK *et al.*, 2008; GATHERCOLE *et al.*, 2015b; TAYLOR *et al.*, 2010), força máxima (GATHERCOLE *et al.*, 2015b; TAYLOR *et al.*, 2010), impulso (LAKE *et al.*, 2021; MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; MERRIGAN *et al.*, 2021; WARR *et al.*, 2020) e duração (LAKE *et al.*, 2021; LUM *et al.*, 2022; MERRIGAN *et al.*, 2021). Além disso, comumente é recomendada a utilização de filtro de amostragem em 1000 Hz (1kHz) para plataformas de força para avaliação do SCM (MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; OWEN *et al.*, 2014; WARR *et al.*, 2020) a fim de mitigar possíveis erros de medida.

As métricas obtidas na curva força-tempo do SCM são comumente analisadas levando em consideração todos os momentos do salto (CORMIE; MCBRIDE; MCCAULLEY, 2009; GATHERCOLE *et al.*, 2015b; MCMAHON *et al.*, 2017; MCMAHON; REJ; COMFORT, 2017). Apenas recentemente, foi proposto um método robusto de identificação das subfases do salto com contramovimento (MCMAHON *et al.*, 2018), propondo o melhor entendimento do papel de cada fase nas mudanças de desempenho. O conhecimento das contribuições relativas de cada fase da curva força-tempo e como elas podem ser manipuladas podem auxiliar cientistas do esporte e treinadores no tipo de adaptação específica que pode

contribuir a um dado desempenho. Para determinação de cada fase, McMahon *et al.*, (2018) desenvolveram os seguintes critérios: A fase sem peso foi delimitada do início do contramovimento até o instante em que a velocidade alcançou o valor mínimo. A fase de frenagem foi delimitada do final da fase sem peso até o instante em que o deslocamento alcançou o valor mínimo. A fase propulsiva foi delimitada do final da fase de frenagem até o instante de decolagem. A decolagem e a fase de aterrissagem foram identificadas quando o sinal da força alcançou os limiares de 5 x DP da força do momento do voo (plataforma de força sem carga). A força do momento do voo foi identificada do meio da porção do intervalo de voo com metade de sua duração. O final da fase de aterrissagem foi identificado quando a aceleração inicialmente cruzou zero ou em seu valor mínimo, correspondendo ao momento em que o sinal não alcançou o valor de zero devido a manobra de integração. Tais subfases podem ser vistas na Figura 1:

Figura 1. Registro força tempo típico de um salto com contramovimento

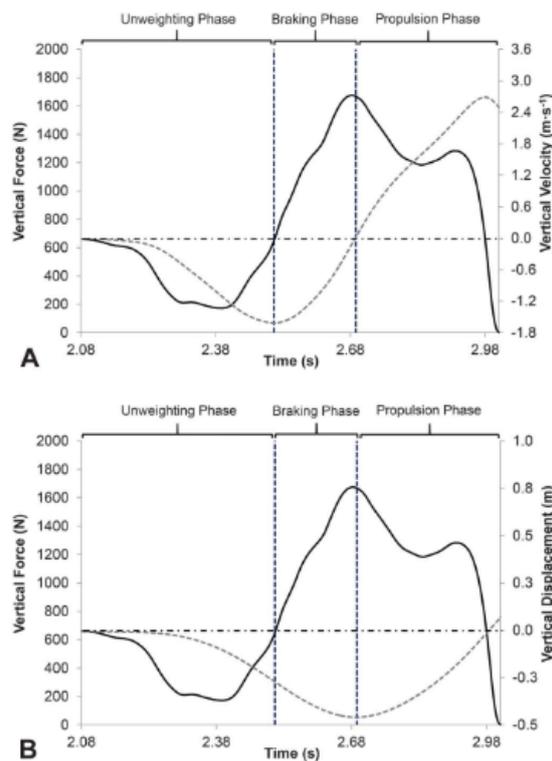


Figure 3. Typical force-time (solid black line) record for a countermovement jump between the onset of movement and take-off, with the associated velocity-time (dotted gray line in graph A) and displacement-time (dotted gray line in the graph B) presented and the unweighting (negative acceleration and negative direction), braking (positive acceleration but negative direction) and propulsion (positive acceleration [until force is below body weight] and positive direction) phases highlighted. The dash-dotted black line represents body weight.

Fonte: McMahon *et al.*, (2018, p.100).

Assim, com a possibilidade de discriminar as subfases, podemos entender a dinâmica da curva força-tempo em relação às alterações de cada subfase após intervenções e mudanças no desempenho. Por exemplo, foi observado que saltadores capazes de produzir maiores magnitudes de força relativa no final da fase de frenagem iniciam a fase propulsiva com maiores forças e conseguem manter a magnitude de força ao longo de toda a fase propulsiva, possibilitando uma maior altura do salto (SOLE *et al.*, 2018); assim como foi visto que sujeitos que saltam com cargas pesadas podem melhorar a capacidade de produzir força na fase propulsiva, bem como melhorar a absorção de forças devido à geração de impulsos mais largos (menor pico de força e maior duração da fase) (LAKE *et al.*, 2021). Tais identificações ressaltam a importância da discriminação do comportamento das variáveis força-tempo dentro de cada fase do SCM.

2.3 Confiabilidade de medida

A confiabilidade de medida nos testes de desempenho é determinante para se observar com precisão a real mudança de uma variável ou conjunto de variáveis. Tal confiabilidade remete à capacidade do teste em fornecer o mesmo valor repetidamente quando a amostra é testada sob condições idênticas, remetendo a uma reprodutibilidade e/ou consistência interna. As métricas (medidas quantificáveis usadas para analisar o resultado de um processo) comumente obtidas em testes de desempenho podem ser afetadas por fatores como o tipo de teste utilizado, tipo de medida utilizada, nível atlético, gênero e duração do teste (HOPKINS; SCHABORT; HAWLEY, 2001). Em caso de baixos níveis de confiabilidade, as mudanças no desempenho, sejam interdias ou intradia, não possuirão precisão, podendo apresentar grandes erros típicos de medida (desvio padrão entre medidas repetidas).

Geralmente, a literatura reporta o CCI e CV como formas de identificar o nível de confiabilidade de uma medida. Para CCI, baseado em um intervalo de confiança a 95%, valores inferiores a 0,5, entre 0,5 e 0,75, entre 0,75 e 0,9, e acima de 0,9 indicam confiabilidade ruim, moderada, boa e excelente, respectivamente (ATKINSON; NEVILL, 1998; KOO; LI, 2016). Já o CV, medida de relativa variação, foi utilizada em diversos estudos com variáveis biomecânicas possuindo limiares menores que 10% de CV para medidas de confiabilidade (ATKINSON; NEVILL, 1998; CORMACK *et al.*, 2008; CRONIN; HING; MCNAIR, 2004; MERRIGAN *et al.*, 2021; PÉREZ-CASTILLA *et al.*, 2018; UGLIARA *et al.*, 2020).

Entretanto, pode ser utilizado o CV calculado a partir do erro típico. Devido a característica do CV não possuir dimensões na medida, o cálculo do erro típico de medida como coeficiente de variação (*typical error of measurement as coefficient of variation*, CV_{ET}) possibilita uma melhor comparação entre grupos dado que o cálculo não é dependente de calibrações ou escalas (HOPKINS, 2000), facilitando a comparação entre testes e populações, sendo calculado na fórmula: $CV_{ET} = 100(e^{ET}) - 100$.

Estudos que investigaram a confiabilidade de medida em métricas força-tempo nas subfases do SCM encontraram resultados confiáveis, em sua maioria, para a força média e impulso da fase propulsiva (LAKE *et al.*, 2021; MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; MERRIGAN *et al.*, 2021; WARR *et al.*, 2020). Quando observadas as variáveis força-tempo em subfases do SCM, foram encontradas métricas confiáveis para duração (CCI= 0,91 e CV= 9,87) (LUM *et al.*, 2022), força média (CCI= 0,96 e CV= 3,38%) (MERRIGAN *et al.*, 2021) da fase sem peso, duração (CCI= 0,89 e CV=9,74%) (LUM *et al.*, 2022), força média (CCI= 0,87 a 0,96 e CV=3,43%) (MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; MERRIGAN *et al.*, 2021) e impulso (CCI= 0,98 e CV= 6,34%) (MERRIGAN *et al.*, 2021) para fase de frenagem, duração (CCI= 0,89 a 0,96 e CV= 3,9 a 4,67%) (LAKE *et al.*, 2021; LUM *et al.*, 2022; MERRIGAN *et al.*, 2021), força média (CCI= 0,93 a 0,99 e CV= 2,15 a 5%) (LAKE *et al.*, 2021; MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; MERRIGAN *et al.*, 2021; WARR *et al.*, 2020), força máxima (CCI= 0,98 a 0,99 e CV=2,91%) (MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; MERRIGAN *et al.*, 2021) e impulso (CCI= 0,96 a 0,99 e CV= 1 a 2,3%) (LAKE *et al.*, 2021; MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; MERRIGAN *et al.*, 2021; WARR *et al.*, 2020) da fase propulsiva, e força média (CCI= 0,92 e CV= 6,7%) (LAKE *et al.*, 2021) e impulso (CCI= 0,97 e CV= 2,7%) (LAKE *et al.*, 2021) da fase de aterrissagem. Não ocorrendo confiabilidade para impulso (CCI= 0,98 e CV= 14,53%) (MERRIGAN *et al.*, 2021) da fase sem peso, força média (CCI= 0,96 e CV=12,5%) (WARR *et al.*, 2020) da fase propulsiva e duração (CCI= 0,94 e CV=11,4%) (LAKE *et al.*, 2021) da fase de aterrissagem. As demais variáveis carecem de estudos para determinação da confiabilidade intra e interdias em subfases do SCM.

2.4 Atletas de combate

Esportes de combate podem ser subdivididos em modalidades de domínio (*grappling*) e modalidades de percussão (*striking*) devido às demandas técnicas inseridas nos

respectivos esportes. Recentemente, vem surgindo um grande interesse dos cientistas dos esportes em entender as complexidades atreladas aos esportes de combate face à sua crescente popularidade, principalmente após o crescimento vertiginoso das artes marciais mistas (*mixed martial arts*, MMA). Tal crescimento é visto no número de publicações envolvendo o termo “*mixed martial arts*” na base de dados PubMed, em que entre 2008 e 2012 possuía média de 9,6 estudos publicados ao ano, já entre 2013 e 2017 a média de publicações foi de 23, e entre 2018 e 2022 a média é de 41,2. Dadas as características mecânicas do esporte, caracterizado por ações intermitentes consoante ações explosivas com grande magnitude de força e velocidade (DEL VECCHIO; HIRATA; FRANCHINI, 2011), necessitando de capacidades de expressar magnitudes consideráveis de força em curto período de tempo, é crescente a demanda por práticas baseadas em evidência sobre para tal população. Com isso, o entendimento do comportamento das características relacionadas à expressão de força dos membros inferiores (DEL VECCHIO; HIRATA; FRANCHINI, 2011; GARCIA-PALLARES *et al.*, 2011; LOTURCO *et al.*, 2016a) é determinante para a eficiente prescrição e o monitoramento das adaptações associadas ao treinamento e à competição.

Anteriormente, o uso do FRSv é uma abordagem interessante para atletas de combate, pois propicia a observação de métricas mecânicas, principalmente em tarefas explosivas e com reduzida desaceleração, característico de exercícios balísticos (NEWTON *et al.*, 1996). Anteriormente, investigou-se a altura do salto SCM em atletas de combate com nível internacional, comparando vencedores e perdedores de uma competição simulada, não encontrando diferenças entre os grupos ($p > 0.05$; Cohen's d : -0.66, 95 % CI -1,69 a 0,46) (ROSCHEL *et al.*, 2009). Contudo, quando investigados os lutadores de luta greco-romana com diferentes níveis de treinamento (competidores internacionais de elite vs competidores amadores), foram encontradas diferenças entre 7,6 a 10,3% na potência pico estimada e 8,9 a 16% na altura do SCM entre classes de peso (GARCIA-PALLARES *et al.*, 2011).

Outros estudos investigaram a razão entre altura do salto e tempo de movimento do início do salto até a decolagem (*take-off*) (*ratio of jump height to movement time until take-off*, RSImod), observando que atletas de MMA de maior nível possuíam maior RSImod ($0,65 \pm 0,17$ vs. $0,51 \pm 0,18$; $p = 0.05$, $d = 0.76$) do que seus pares de menor nível (JAMES *et al.*, 2020). Em relação à confiabilidade das medidas obtidas no SCM em atletas de combate, existe uma grande escassez. Contudo, Vieira & Tufano (2021) investigaram a confiabilidade do RSImod em atletas de combate (cinco modalidades distintas) e em sujeitos fisicamente ativos,

observando que a variável RSI_{mod} é confiável para ambos os grupos, porém, atletas de combate exibiram melhores escores do que os fisicamente ativos, os quais exibiram menor CV.

Contudo, pouco se sabe sobre os componentes mecânicos da curva força-tempo que constituem a altura do SCM, assim como sobre as diferenças na confiabilidade de medida entre atletas de combate de nível amador e grupos controle. A investigação das características relacionadas à curva força-tempo entre atletas de combate amadores e indivíduos fisicamente ativos (grupo controle) pode estabelecer um entendimento sobre quais características força-tempo podem ser ou não utilizadas para o monitoramento e a identificação de mudanças no desempenho neuromuscular no SCM.

3 MÉTODOS

3.1 Amostra

Homens atletas de combate (n=21) e homens fisicamente ativos (n=21) participaram do presente estudo (Tabela 1). Os voluntários preencheram o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) (CRAIG *et al.*, 2003) e foram selecionados quando classificados como fisicamente ativos. Os atletas de combate praticaram sua modalidade por um mínimo de três dias na semana ($4,6 \pm 1,3$ [de 3 a 6] dias/semana), por pelo menos 2 anos consecutivos ($8,5 \pm 5,3$ [de 2 a 20] anos). Assim, a amostra contou com atletas de combate de diferentes modalidades, incluindo caratê (n=5), luta greco-romana (n=2), taekwondo (n=3), Jiu jitsu (n=8) e judô (n=2). Já os fisicamente ativos (ou seja, não atletas) realizaram pelo menos 150 minutos de atividade física de moderada intensidade e/ou 75 minutos de atividade física vigorosa por semana, em uma semana regular (686 ± 455 [de 240 a 1740 min/semana]). Aproximadamente 2/3 dos voluntários foram classificados com “muito ativos”, enquanto os restantes (1/3) foram classificados como “ativos”.

Todos os voluntários foram instruídos a evitar atividades físicas vigorosas por um mínimo de 48h antes dos dias de avaliação. Todos os voluntários informaram estar livres de quaisquer doenças crônicas ou lesões que poderiam comprometer o desempenho em saltos verticais, assim como foram informados dos riscos e benefícios da participação no presente estudo. Logo após tais informes, leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice I). O estudo foi realizado em total acordância com os critérios

éticos estabelecidos na Declaração de Helsinki e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local (número 2.878.364).

Tabela 1 – Característica dos voluntários

Variável	Atletas de combate	Fisicamente ativos	<i>p</i>
Idade (anos)	25 ± 5	22 ± 2	0.10
Massa corporal (kg)	80 ± 10	77 ± 17	0.53
Estatura (cm)	177 ± 5	176 ± 9	0.68
IMC (kg·m ⁻²)	25 ± 3	25 ± 4	0.48
Altura SCM (cm)	44 ± 5	39 ± 7*	0.02

Fonte: elaboração própria.

*Menor do que atletas de combate. Índice de Massa Corporal (IMC); salto com contramovimento (SCM); Para diferenças significativas, foi realizado teste-t de *Student* para amostras independentes considerando $p \leq 0.05$.

3.2 Design de estudo

Para investigar a confiabilidade das métricas força-tempo no SCM, os voluntários de ambos os grupos compareceram ao laboratório (Laboratório de Pesquisa em Treinamento de Força – UnB/DF) para serem avaliados no exercício SCM em três dias distintos, separados por 2 a 7 dias de intervalo, no mesmo período do dia (± 1 hora). Os cálculos de CCI e erro típico de medida como coeficiente de variação CV_{ET} foram utilizados como relatos de medidas de confiabilidade. Para comparar os grupos de voluntários e dias de teste, foram realizados cálculos de Razão do CV_{ET} , além de cálculo do tamanho do efeito (TE) para interpretação das diferenças.

3.3 Procedimentos

Foi disponibilizado e instruído que os voluntários assistissem um vídeo instrutivo sobre o protocolo do SCM e praticassem o salto antes do primeiro dia de avaliação com objetivo de familiarização na técnica de salto e demais procedimentos do estudo. O primeiro encontro foi utilizado para realizar o primeiro dia de testes do SCM, aferir medidas antropométricas e

realizar o preenchimento de formulários TCLE e Questionário Internacional de Atividade Física (CRAIG *et al.*, 2003). Já no segundo e terceiro encontros, foram realizados apenas os testes de SCM. Todos os dias de testes foram instruídos e computados pelo mesmo avaliador.

3.3.1 *Aquecimento*

Antes de cada dia de teste, os voluntários realizaram um aquecimento padronizado com duas séries de agachamento tradicional em uma máquina *Smith* (Rotech, modelo RTGL 7100, Goiânia, GO) com sobrecarga de 50% da massa corporal, realizando a fase concêntrica do agachamento o mais rápido possível. Em seguida, foram realizados SCM's com intensidade de esforço progressivo, correspondendo a 20, 40, 60, 80 e 100% do esforço máximo percebido. Como repouso entre estímulos no aquecimento, 2 minutos de intervalo entre exercícios, 2 minutos entre séries de agachamento, e 01 minuto entre SCM's.

3.3.2 *Salto com contramovimento*

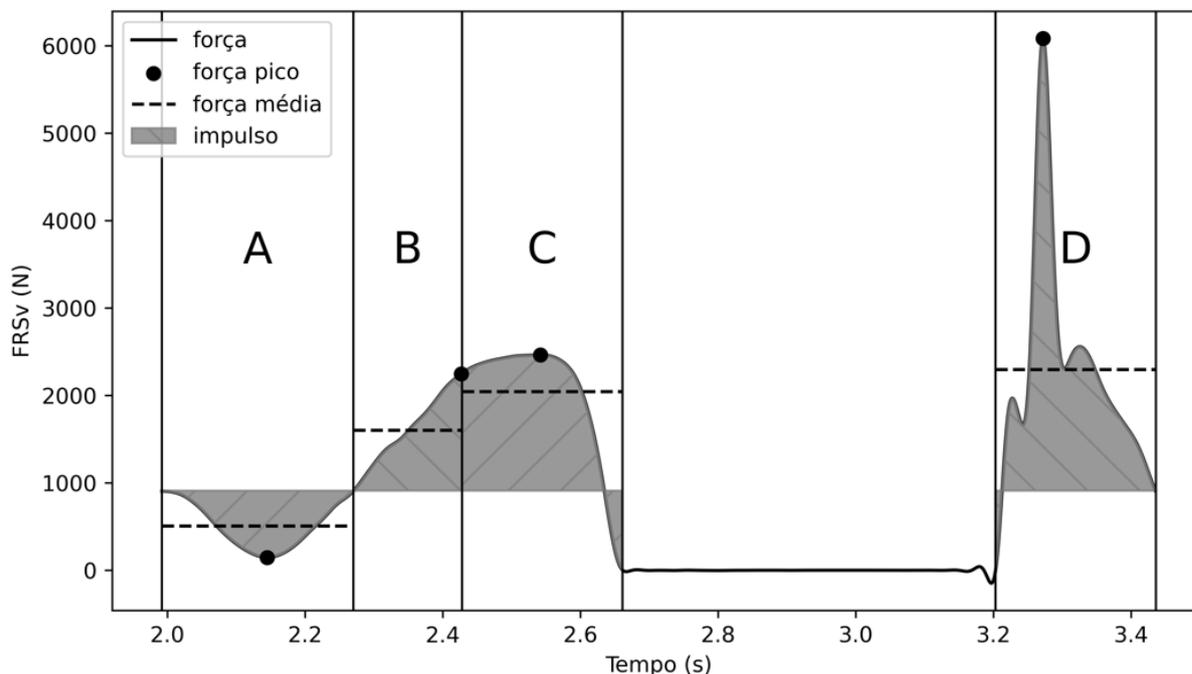
O teste do SCM foi realizado em uma plataforma de força com filtro configurado a 1000 Hz (AMTI, AccuPower Portable Force Plate, Watertown, MA, EUA). Para execução do teste, o participante permaneceu parado por aproximadamente três segundos com as mãos apoiadas no quadril, realizando em seguida o salto com o máximo esforço, objetivando saltar o mais alto possível após comando “3, 2, 1, salta!”. Os voluntários foram instruídos a saltar “o mais rápido e alto possível” para minimizar a duração da transição entre a fase descendente e ascendente do movimento, assim como foi instruído “aterrisse com a ponta dos pés” no momento da queda, visando a padronizar a técnica de aterrissagem. Por fim, a altura da profundidade do SCM foi autosselecionada pelo participante e foram instruídos a saltar e a aterrissar com a mesma postura, mantendo os membros inferiores estendidos durante a fase aérea. Caso o salto apresentasse diferença superior a 1 cm, entre tentativas, uma a três tentativas extras seriam necessárias, até a obtenção de um mínimo de 4 saltos válidos, em um máximo de 7 tentativas com o esforço máximo. Como tempo de repouso entre saltos, foi estipulado 1 minuto de duração (KENNEDY; DRAKE, 2018; SOUZA *et al.*, 2020).

3.4 Análise dos dados

A figura 2 ilustra as 16 variáveis (força máxima e mínima, impulso e duração das fases sem peso, frenagem, propulsiva e aterrissagem) extraídas das forças verticais de reação com o solo FRSv utilizando um *script* em Python customizado. Para amostragem das FRSv, foi utilizado software comercial a 1 kHz (AccuPower 2.0.3 Dickinson, ND, EUA). O sinal foi filtrado utilizando um filtro *Butterworth* com baixa passagem de 4th ordem com uma frequência de corte de 30 Hz. O deslocamento foi ajustado subtraindo a força residual média medida durante a fase de voo do salto, garantindo a medida zerada no momento. A massa e o peso corporal foram medidos durante o período de um segundo na fase de pesagem com baixo desvio padrão (DP). O início do SCM foi definido como o instante em que o sinal da força alcança um limiar de 5 x DP do peso corporal menos 30 ms. A aceleração foi obtida dividindo o sinal força-tempo líquido pela massa corporal do participante, seguido da velocidade e do deslocamento calculados pela integração numérica da relação tempo-aceleração e, em seguida, tempo-velocidade via regra trapezoidal.

A fase sem peso foi delimitada do início do contramovimento até o instante em que a velocidade alcançou o valor mínimo. A fase de frenagem foi delimitada do final da fase sem peso até o instante em que o deslocamento alcançou o valor mínimo. A fase propulsiva foi delimitada do final da fase de frenagem até o instante de decolagem. A decolagem e a fase de aterrissagem foram identificadas quando o sinal da força alcançou os limiares de 5 x DP da força do momento do voo (plataforma de força sem carga). A força do momento do voo foi identificada do meio da porção do intervalo de voo com metade de sua duração. O final da fase de aterrissagem foi identificado quando a aceleração inicialmente cruzou zero ou em seu valor mínimo, correspondendo ao momento em que o sinal não alcançou o valor de zero devido a manobra de integração.

Figura 2 – Força vertical de reação com o solo (FRSv) típica do salto com contramovimento



Fonte: elaboração própria. Fases A-D identificam as fases chaves do salto, correspondendo a: A) Sem peso; B) Frenagem; C) Propulsiva; D) Aterrissagem. Força pico se refere à força mínima (A) e máxima (B-D).

3.5 Inspeção dos dados

A distribuição dos dados foi inspecionada e os *outliers* para cada variável foram removidos seguindo o critério de acima ou abaixo $1,2 \times DP$ da média intra ou $2 \times DP$ intervoluntários, com média total de 20 (15 a 21) voluntários, 19,81 (15 a 21) voluntários para fisicamente ativos e 20,22 (17 a 21) voluntários para atletas de combate (Tabela 2). A fase de aterrissagem foi a fase com maior número de exclusões e a de frenagem a com menor número de exclusões. Pelo menos duas tentativas válidas de cada variável foram utilizadas para o cálculo da média e análises posteriores, em que os voluntários que não contemplaram tal critério foram excluídos da amostra.

Tabela 2 – Número de voluntários por dia, grupo e variável

Variável	Dia	Fase							
		Sem peso		Frenagem		Propulsiva		Aterrissagem	
		FA	AC	FA	AC	FA	AC	FA	AC
Duração (ms)	Dia 1 (n)	21	21	21	19	20	21	19	19
	Dia 2 (n)	18	20	21	20	21	19	19	21
	Dia 3 (n)	21	20	20	20	21	17	15	21

Força mínima/máxima (N)	Dia 1 (n)	20	17	19	21	19	21	20	19
	Dia 2 (n)	19	18	20	21	19	21	21	20
	Dia 3 (n)	21	18	20	21	20	21	19	20
Força média (N)	Dia 1 (n)	19	21	20	21	19	21	21	19
	Dia 2 (n)	21	19	20	21	19	21	21	21
	Dia 3 (n)	20	21	20	21	20	21	20	19
Impulso (Ns)	Dia 1 (n)	19	21	20	21	20	21	20	21
	Dia 2 (n)	19	20	20	20	20	21	20	21
	Dia 3 (n)	20	21	20	21	19	21	20	20

Fonte: elaboração própria. FA= Fisicamente ativos; AC= Atletas de combate; n= número de voluntários.

3.6 Análise estatística

Foi identificada uma distribuição não normal no teste de Shapiro-Wilk e utilizado o teste de Friedman com *post-hoc* de Wilcoxon com correção de Bonferroni por intermédio do software IBM SPSS (versão 25.0). Foi considerado $p \leq 0,017$ como estatisticamente significativa a partir da correção de Bonferroni. As diferenças significativas foram interpretadas pelo o cálculo do TE de Hedge's *g* em planilha customizada (Microsoft Excel), cujos limiares de diferenças foram $<0,2$ para trivial; $0,2-0,6$ pequeno; $0,61-1,2$ moderado; $1,21-2,0$ grande; $2,01-4,0$ muito grande; $>4,0$ extremamente grande (HOPKINS *et al.*, 2009). O CCI e CV_{ET} foram calculados via planilha customizada (Microsoft Excel) (HOPKINS *et al.*, 2009), interpretando CCI como $<0,50$ ruim; $0,50-0,75$ moderado; $0,751-0,90$ bom e $>0,90$ excelente (KOO; LI, 2016) e CV_{ET} como $>15\%$ muito grande; $10-15\%$ grande; $5-10\%$ moderada; $<5\%$ baixa (UGLIARA *et al.*, 2020). Para análises posteriores visando à comparação dos CV_{ET} 's entre grupos (CV_{ET} razão = CV_{ET} atletas de combate \div CV_{ET} fisicamente ativos) e dias (CV_{ET} razão = CV_{ET} dias 2 e 3 \div CV_{ET} dias 1 e 2). Razões de CV (rCV_{ET}) que excederam 0.87 e 1.15 indicam diferença substancial (PÉREZ-CASTILLA *et al.*, 2018; UGLIARA *et al.*, 2020). Consideramos como “confiáveis” as métricas que apresentaram $ES < 0,2$, $CCI \geq 0,75$ e $CV_{ET} \leq 10\%$, incluindo 95% de intervalo de confiança, em todos os três dias de teste.

4 RESULTADOS

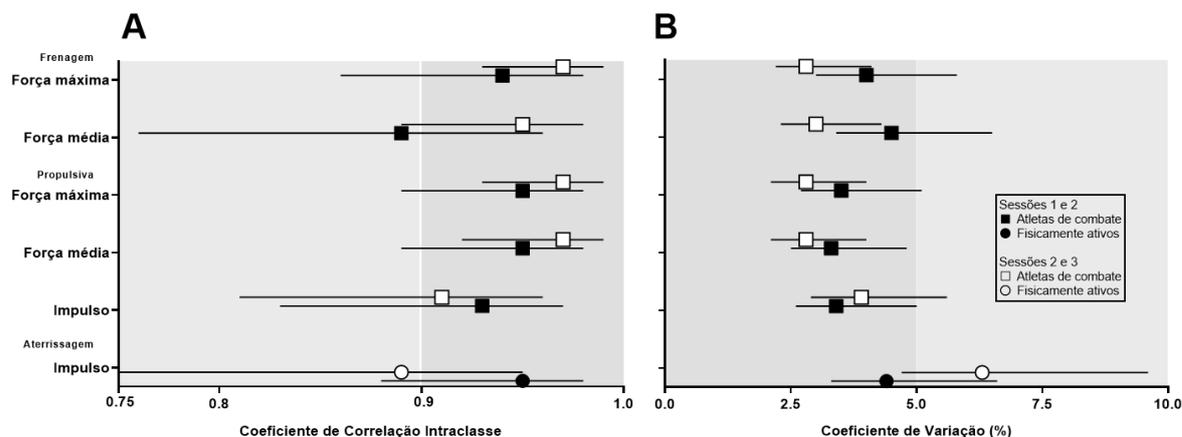
A Figura 3 e a Tabela 3 exibem a confiabilidade teste-reteste das métricas força-tempo obtidas durante o SCM em atletas de combate e fisicamente ativos. As fases de frenagem, propulsiva e aterrissagem apresentaram métricas que contemplam as condições estabelecidas para serem consideradas confiáveis. Para atletas de combate, apenas as fases de frenagem e propulsiva foram confiáveis. Já para fisicamente ativos, apenas a fase de aterrissagem foi considerada confiável. No geral, as comparações interdias utilizando a razão do CV_{ET} apontou maior concordância (menor CV_{ET}) para dias 2 e 3 do que dias 1 e 2, com 18 métricas demonstrando menor variação (favorecendo dias 2 e 3) e 11 demonstrando maior variação (favorecendo dias 1 e 2) (Tabela 3). As comparações da razão do CV_{ET} entre grupos demonstraram maior número de métricas com menor CV_{ET} para atletas de combate do que para fisicamente ativos, em que 24 comparações favoreceram atletas de combate, cinco comparações favoreceram fisicamente ativos e três não apresentaram diferenças substanciais (Tabela 3).

Tabela 3 - Confiabilidade interdias e concordância das métricas força-tempo obtidas durante o salto com contramovimento em atletas de combate (AC) e fisicamente ativos (FA).

Métrica	Grupo	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dias 1 e 2		Dias 2 e 3		
					CV _{ET}	CCI	CV _{ET}	CCI	
Fase Sem Peso									
Duração (ms)	FA	298 (221, 375)	289 (241, 323)	287 (207, 365)	10,0 (7,5, 15,4) *	0,33 (-0,18, 0,69)	12,3 (9,1, 19,0)	0,19 (-0,32, 0,59)	
	AC	305 (262, 340)	290 (255, 326)	290 (252, 316)	6,7 (5,0, 9,9) #	0,34 (-0,12, 0,68)	6,1 (4,6, 9,0) #	0,28 (-0,18, 0,64)	
Força mínima (N)	FA	199 (28, 395)	155 (7, 315)	185 (41, 394)	91,1 (63,1, 160,6) *	0,34 (-0,14, 0,68)	115,8 (78,8, 211,9)	0,06 (-0,42, 0,49)	
	AC	114 (58, 204)	83 (23, 138) ^c	66 (30, 129) ^d	33,0 (23,7, 54,4) *#	0,44 (-0,04, 0,76)	56,7 (40,1, 96,1) #	-0,11 (-0,54, 0,37)	
Força média (N)	FA	468 (302, 660)	450 (236, 635)	424 (233, 578)	30,6 (22,3, 48,3)	-0,23 (-0,65, 0,26)	26,4 (19,5, 40,7) *	0,13 (-0,33, 0,53)	
	AC	410 (295, 505)	392 (307, 483)	390 (268, 495)	19,4 (14,3, 29,9) *#	-0,24 (-0,66, 0,25)	22,6 (16,7, 35,2) #	-0,41 (-0,77, -0,05)	
Impulso (Ns)	FA	93 (48, 119)	85 (59, 115)	89 (56, 125)	15,2 (11,3, 23,3)	0,58 (0,18, 0,81)	11,1 (8,3, 16,9) *	0,79 (0,54, 0,91)	
	AC	112 (90, 136)	112 (88, 140)	116 (91, 140)	8,1 (6,1, 12,3) #	0,66 (0,29, 0,85)	6,8 (5,1, 10,3) *#	0,77 (0,50, 0,90)	
Fase de Frenagem									
Duração (ms)	FA	115 (98, 204)	160 (98, 213)	161 (98, 222)	7,0 (5,3, 10,2) *#	0,91 (0,79, 0,96)	16,3 (12,1, 24,7)	0,52 (0,11, 0,78)	
	AC	168 (138, 192)	160 (130, 193)	167 (130, 205)	8,4 (6,3, 12,6)	0,51 (0,08, 0,78)	6,9 (5,2, 10,3) *#	0,71 (0,40, 0,87)	
Força máxima (N)	FA	1754 (1204, 2243)	1780 (1276, 2342)	1759 (1164, 2310)	21,8 (16,0, 33,8)	-0,21 (-0,62, 0,27)	6,6 (5,0, 9,7) *	0,90 (0,77, 0,96)	
	AC	1913 (1503, 2318)	1951 (1470, 2417)	1931 (1489, 2287)	4,0 (3,0, 5,8) #	0,94 (0,86, 0,98)	2,8 (2,2, 4,1) *#	0,97 (0,93, 0,99)	
Força média (N)	FA	1285 (935, 1661)	1297 (929, 1632)	1273 (846, 1619)	6,1 (4,6, 9,1)	0,87 (0,70, 0,95)	4,3 (3,2, 6,3) *	0,95 (0,87, 0,98)	
	AC	1415 (1160, 1724)	1461 (1150, 1837)	1448 (1185, 1766)	4,5 (3,4, 6,5) #	0,89 (0,76, 0,96)	3,0 (2,3, 4,3) *#	0,95 (0,89, 0,98)	
Impulso (Ns)	FA	80 (43, 116)	83 (57, 120)	85 (49, 121) ^b	15,1 (11,3, 22,8)	0,66 (0,33, 0,85)	7,83 (5,9, 11,6) *	0,90 (0,78, 0,96)	
	AC	108 (86, 141)	108 (82, 131)	110 (87, 134)	8,6 (6,4, 12,7) #	0,63 (0,27, 0,83)	6,9 (5,3, 10,3) *	0,77 (0,51, 0,90)	
Fase Propulsiva									
Duração (ms)	FA	259 (200, 330)	256 (160, 330)	261 (170, 340)	18,9 (14,1, 26,8)	-0,13 (-0,55, 0,33)	5,8 (4,4, 8,5) *	0,91 (0,80, 0,96)	
	AC	296 (241, 372)	292 (252, 345)	300 (277, 319)	10,5 (7,9, 16,0) #	0,05 (-0,44, 0,49)	5,6 (4,2, 8,7) *	0,34 (-0,17, 0,69)	
Força máxima (N)	FA	1859 (1241, 2411)	1887 (1343, 2438)	1901 (1309, 2455)	5,4 (4,0, 8,0) *	0,93 (0,83, 0,97)	22,8 (16,8, 35,5)	-0,14 (-0,56, 0,33)	
	AC	1937 (1479, 2360)	1981 (1477, 2417)	1962 (1495, 2294)	3,5 (2,7, 5,1) #	0,95 (0,89, 0,98)	2,8 (2,1, 4,0) *#	0,97 (0,93, 0,99)	
Força média (N)	FA	1505 (1029, 1987)	1501 (1072, 2003)	1524 (1095, 2044)	3,8 (2,9, 5,7) *	0,96 (0,90, 0,98)	19,2 (14,2, 29,7)	0,03 (-0,44, 0,46)	
	AC	1559 (1193, 1949)	1578 (1200, 1972)	1559 (1203, 1951)	3,3 (2,5, 4,8)	0,95 (0,89, 0,98)	2,8 (2,1, 4,0) *#	0,97 (0,92, 0,99)	
Impulso (Ns)	FA	195 (138, 254)	197 (139, 254)	203 (156, 257)	2,6 (1,9, 3,8) *#	0,97 (0,94, 0,99)	10,9 (8,1, 16,6)	0,59 (0,20, 0,81)	
	AC	222 (172, 270)	225 (177, 271)	228 (169, 272)	3,4 (2,6, 5,0)	0,93 (0,83, 0,97)	3,9 (2,9, 5,6) #	0,91 (0,81, 0,96)	
Fase de Aterrissagem									
Duração (ms)	FA	270 (160, 370)	242 (130, 350)	233 (200, 270)	23,3 (17,2, 36,4) #	0,09 (-0,37, 0,52)	19,2 (13,7, 31,9) *	0,04 (-0,55, 0,52)	
	AC	325 (192, 444)	377 (191, 687)	411 (205, 743) ^c	31,4 (22,9, 49,7)	0,14 (-0,36, 0,55)	15,1 (12,0, 23,8) *#	0,82 (0,61, 0,92)	
Força máxima (N)	FA	4072 (2032, 6308)	3971 (1720, 6822)	3956 (1849, 6391)	33,8 (24,8, 53,0)	0,33 (-0,13, 0,67)	25,5 (18,7, 39,9) *	0,59 (0,20, 0,82)	
	AC	3867 (1945, 5176)	3805 (2027, 5557)	3798 (2225, 5195)	27,5 (20,1, 43,2) #	0,05 (-0,42, 0,49)	11,9 (0,9, 17,9) *#	0,83 (0,61, 0,93)	
Força média (N)	FA	1742 (970, 2557)	1736 (924, 2444)	1701 (891, 2598)	8,1 (6,1, 11,9) *#	0,92 (0,82, 0,97)	32,6 (23,9, 51,0)	0,03 (-0,42, 0,46)	
	AC	1607 (1233, 1900)	1621 (1175, 2059)	1570 (1237, 1946)	12,1 (9,0, 18,5)	0,26 (-0,23, 0,64)	12,1 (9,0, 18,4) #	0,29 (-0,19, 0,65)	
Impulso (Ns)	FA	238 (169, 325)	238 (160, 324)	245 (162, 324)	4,4 (3,3, 6,6) *	0,95 (0,88, 0,98)	6,3 (4,7, 9,6) #	0,89 (0,75, 0,95)	
	AC	288 (222, 344)	293 (220, 369)	294 (217, 353) ^a	3,1 (2,40, 4,6) *#	0,94 (0,86, 0,97)	12,3 (9,2, 18,4)	0,31 (-0,15, 0,65)	

Fonte: elaboração própria. Os dados são apresentados como média (95% intervalo de confiança); CV_{ET} = Erro típico como Coeficiente de variação; CCI = Coeficiente de Correlação Intraclasse; Diferenças estatisticamente significativas e tamanho do efeito ^a triviais, ^b pequenas, ^c moderadas e ^d grandes em comparação ao dia 1, não ocorrendo diferenças estatisticamente significativas entre dias 2 e 3; Foi considerado $p \leq 0,017$; Diferenças substanciais * interdias e # entre grupos para a razão do CV_{ET}; **Números em negrito** identificam as métricas que alcançaram um escore aceitável de confiabilidade.

Figura 3 – Métricas força-tempo confiáveis obtidas durante o salto com contramovimento



Fonte: elaboração própria. Coeficiente de correlação intraclass (A) e coeficiente de variação (B) das métricas identificadas como confiáveis de homens fisicamente ativos (●○) e atletas de combate (■□) em três dias de teste.

Ao observar ambos os grupos, podemos identificar que quando analisados em conjuntos os escores de CCI e CV_{ET} , a fase de frenagem é a que possui maior melhora nos dias 2 e 3 quando comparados a dias 1 e 2 (7 de 8 variáveis). Já para as variáveis consideradas confiáveis (Figura 3), 4 de 6 variáveis demonstraram melhora ao longo dos dias, em que apenas para a variável impulso (fases propulsiva e aterrissagem, para atletas de combate e fisicamente ativos, respectivamente) não apresentou melhora.

Foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0.017$) entre dias 1 e 2 para força mínima da fase sem peso em atletas de combate ($TE= 0,88$) e entre dias 1 e 3 para força mínima da fase sem peso em atletas de combate ($TE= 1,32$), impulso da fase de frenagem para fisicamente ativos ($TE= 0,24$), duração e impulso da fase de aterrissagem para atletas de combate ($TE= 0,76$ e $0,17$, respectivamente). Não ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre dias 2 e 3.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou e comparou a confiabilidade interdias de métricas força-tempo (duração, força máxima, força média e impulso) obtidas das fases chaves do SCM em atletas de combate e fisicamente ativos. Foi observado que as fases de frenagem, propulsiva e aterrissagem apresentaram métricas com escores aceitáveis de confiabilidade, porém certas inconsistências foram identificadas. Os resultados sugerem que atletas de combate podem demonstrar concordância superior em comparação a sujeitos fisicamente ativos, principalmente quando observado após um dia de testes.

Apesar de diversas métricas poderem ser obtidas do SCM nas fases sem peso, frenagem, propulsiva e aterrissagem, as principais métricas (força média, força máxima, duração e impulso) devem ser vistas com cuidado. A fase sem peso não apresentou métricas consideradas confiáveis para fisicamente ativos e atletas de combate. Além disso, mesmo as métricas obtidas das fases de frenagem, propulsiva e aterrissagem, em que indicam algumas métricas confiáveis, devem ser vistas com cuidado devido aos resultados inconsistentes entre grupos e fases. Atletas de combate aparentemente não necessitam de familiarização para produzir valores confiáveis para força máxima e média das fases de frenagem e propulsiva, porém fisicamente ativos necessitam um dia a mais de exposição tarefa para obter métricas confiáveis na fase de frenagem para força máxima e média.

Contudo, não ocorreu o mesmo para a fase propulsiva, em que os fisicamente ativos obtiveram valores confiáveis de força máxima e média no primeiro dia, mas obtiveram escores não confiáveis entre dias 2 e 3. A variável impulso da fase propulsiva foi confiável para atletas de combate, porém o grupo fisicamente ativo demonstrou o mesmo fenômeno que ocorreu para as variáveis força média e máxima da fase propulsiva, em que a variável impulso apresentou escores confiáveis nos dias 1 e 2, mas não manteve os escores confiáveis para os dias 2 e 3. Já o impulso da fase de aterrissagem foi confiável para o grupo fisicamente ativo, porém para o grupo de atletas de combate apenas nos dias 1 e 2 demonstrou métricas confiáveis, não mantendo para dias 2 e 3, em que demonstrou métricas não confiáveis.

Tais inconsistências sugerem que as métricas obtidas a partir do salto vertical SCM podem necessitar de maior familiarização. Além disso, o filtro utilizado na frequência de corte de 30 Hz pode ter afetado os valores de pico de força e, conseqüentemente, o impulso, subestimando-os sistematicamente, o qual é relatada em estudos para determinação de métodos

para avaliação de pico de potência no SCM (OWEN *et al.*, 2014) e altura do salto através do método de impulso (STREET *et al.*, 2001). Considerando que a fase de aterrissagem possui o maior valor de força máxima expressa em menor tempo, possivelmente pico de força e impulso foram as variáveis mais impactadas.

É importante ressaltar que nossos procedimentos de teste focaram na consistência da altura do salto (altura do salto com variação de até 1 cm), visto que altura do salto é a métrica usualmente de maior interesse. Tal procedimento de consistência do salto possivelmente justifica em parte as escassas diferenças estatisticamente significativas ocorridas (Tabela 3). A força mínima da fase sem peso para atletas de combate apresentou diferenças estatisticamente significativa para comparação entre dias 1 e 2 e dias 1 e 3, notoriamente a fase com menor concordância e maior variação entre as métricas estudadas no presente estudo.

O impulso da fase de frenagem para fisicamente ativos e duração da fase de aterrissagem para atletas de combate demonstraram diferenças entre dias 1 e 3, demonstrando que tais variáveis se beneficiaram do primeiro dia de teste para a melhora dos valores de confiabilidade, visto no padrão de melhora na concordância entre dias 1 e 2 e dias 2 e 3, os quais apresentam grande melhora nos valores de confiabilidade. Vale ressaltar que estudos anteriores demonstraram que sujeitos podem manter a altura do salto adotando diferentes estratégias (por exemplo, aumentar a duração do SCM) quando fadigados devido a exercícios de alta intensidade (GATHERCOLE *et al.*, 2015b), possivelmente impactando na confiabilidade de métricas associadas à altura do salto.

Os sujeitos recrutados no presente estudo podem ser classificados em dois subgrupos distintos, em que os fisicamente ativos são classificados como *tier* 1 e os atletas de combate, em sua maioria, como *tier* 2 (MCKAY *et al.*, 2022). Grande parte dos estudos similares utilizaram sujeitos entre *tier* 3 e 4 (MERRIGAN *et al.*, 2021; SOLE *et al.*, 2017; WARR *et al.*, 2020), com apenas dois estudos potencialmente com sujeitos classificados como *tier* 2 (LAKE *et al.*, 2021; LUM *et al.*, 2022). Além disso, estudos intradia (LAKE *et al.*, 2021; LUM *et al.*, 2022; MERRIGAN *et al.*, 2021) demonstraram resultados com mais métricas confiáveis em contraste a estudos interdias (MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; WARR *et al.*, 2020). Sujeitos classificados como *tier* 1 podem prover informações importantes como grupos controle, assim como utilizado no nosso estudo. Contudo, é caracterizado como o *tier* com pior confiabilidade para medidas de desempenho e pouca validade comparada com *tiers* superiores (*tier* 2 ou acima) (MCKAY *et al.*, 2022). Considerando estudos comparáveis

(interdias) (MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; WARR *et al.*, 2020) e parcialmente comparáveis (intradia) (LAKE *et al.*, 2021; LUM *et al.*, 2022; MERRIGAN *et al.*, 2021) com os mesmos *tiers* do presente estudo, é coerente assumir que força média (LAKE *et al.*, 2021; MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; MERRIGAN *et al.*, 2021) da fase de frenagem, e força máxima (MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; MERRIGAN *et al.*, 2021), média (LAKE *et al.*, 2021; MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; MERRIGAN *et al.*, 2021; WARR *et al.*, 2020) e impulso (MERINO FERNÁNDEZ *et al.*, 2021; MERRIGAN *et al.*, 2021) da fase propulsiva podem ser consideradas confiáveis para sujeitos classificados como *tier 2*. Contudo, a força máxima carece de estudos comparativos para assumir convergência da literatura em relação a confiabilidade em mais de uma comparação de dias. Já para fisicamente ativos (ou seja, *tier 1*), a falta de estudos com desenhos experimentais similares (ou seja, confiabilidade interdias de métricas força-tempo) implica em que os valores de impulso da fase de aterrissagem devem ser interpretados com cuidado. Ainda, o presente estudo aplicou uma abordagem robusta, visto que as mesmas métricas possuíram a confiabilidade testada quatro vezes (2 grupos e 2 comparações de dias).

Não foram encontrados escores aceitáveis de confiabilidade para a fase sem peso. Estudos com medidas intradia consideraram apenas a variável força média como confiável (MERRIGAN *et al.*, 2021), enquanto em outros estudos o impulso e duração não alcançaram os parâmetros de confiabilidade (LUM *et al.*, 2022; MERRIGAN *et al.*, 2021), parcialmente concordando com o presente estudo, indicando que a fase sem peso possui como característica altas variações em medidas inter e intradias. Para a fase de frenagem, Merino Fernández *et al.*, (2021) recentemente reportaram resultados não confiáveis e alta variação para a variável duração, corroborando com o presente estudo. Os achados referentes a duração das fases sem peso e frenagem parecem razoáveis devido a adoção de diferentes estratégias no SCM, sendo um comportamento típico de diferentes históricos de treinamento e estratégias devido a status neuromuscular agudo (BOULLOSA *et al.*, 2018; GATHERCOLE *et al.*, 2015b, 2015a), propiciando informações de que a duração pode ser considerada uma variável com alta variação em sua essência.

Como esperado, atletas de combate demonstraram maior favorecimento para a rCV_{ET} comparado aos fisicamente ativos (Tabela 3). O grupo de fisicamente ativo demonstrou maior concordância entre grupos apenas em 3 comparações nos dias 1 e 2, e 1 comparação nos dias 2 e 3. Além disso, CV_{ET} entre dias 1 e 2 foram em sua maioria maiores do que a comparação

dos dias 2 e 3, em que 19 de 32 variáveis apresentaram menores valores de CV_{ET} nos dias 2 e 3 do que nos dias 1 e 2, em que 11 das 19 reduções foram do grupo de atletas de combate. Tal fenômeno proporcionou aumento de variáveis favorecendo atletas de combate (10 vs 13 variáveis, para os dias 1 e 2 e dias 2 e 3, respectivamente), podendo ser esperado devido à magnitude de variação no desempenho médio de atletas tender a diminuir em maior magnitude do que em sujeitos menos treinados, após testes repetidos (HOPKINS; SCHABORT; HAWLEY, 2001).

O presente estudo apresenta informações relevantes acerca da confiabilidade de métricas força-tempo obtidas através do teste SCM, porém não é livre de limitações. Os atletas de combate foram oriundos de cinco diferentes modalidades esportivas e diferentes volumes e qualidade de treinamento, correspondendo a uma amostra de conveniência. Porém, todos realizavam treinamentos específicos a suas modalidades esportivas pelo menos três vezes na semana, participando ou com intenção de participar em competições (*tier 2*). Além disso, a heterogeneidade intragrupo (ambos os grupos) pode ser considerada a maior limitação do presente estudo, ocorrendo sujeitos com grande variação na atividade física e treinamento. Ainda, como segunda maior limitação do presente estudo, quando utilizado um grupo de atletas é recomendado a utilização de atletas classificados como *tier 3* ou superior (MCKAY *et al.*, 2022).

O grupo de fisicamente ativos foi composto por sujeitos que se adequavam aos critérios de um mínimo de 150 minutos de atividades físicas moderadas por semana (classificados como *tier 1*). Contudo, os sujeitos foram selecionados pelo mínimo de atividade física realizada, não selecionando por uma zona máxima de atividade física praticada. À vista de tal critério de seleção, podemos especular que existiam sujeitos próximos aos valores mínimos de atividade física necessários e outros com níveis muito superiores de atividade física, podendo até mesmo possuir nível de treinamento semelhante ou maior aos atletas selecionados, apesar de não competirem ou possuírem interesse em competir. Trabalhos futuros devem utilizar grupos com níveis de treinamento dentro de zonas bem estabelecidas, com níveis máximos e mínimos de treinamento. Por fim, os valores encontrados para os fisicamente ativos no impulso da fase de aterrissagem podem ter sido afetados pelo filtro utilizado (30 Hz) que atenua picos de força e, portanto, subestima o impulso imprimido na aterrissagem. Dessa forma, trabalhos futuros devem investigar a frequência de corte mais adequada para mitigar esse problema.

Como aplicações práticas, nossos resultados sugerem uma observação cuidadosa para a confiabilidade da métrica de interesse, uma vez que pode divergir substancialmente de acordo com a fase do SCM e grupo alvo. Foi observado que atletas de combate demonstraram escores confiáveis para força máxima e média das fases de frenagem e propulsiva, assim como para o impulso da fase propulsiva (Figura 3 e Tabela 3) sem a necessidade de dias de avaliação prévios, enquanto os fisicamente ativos demonstraram o mesmo para a variável impulso da fase de aterrissagem. As métricas das fases sem peso e aterrissagem mesmo com um terceiro dia de teste não demonstraram variáveis confiáveis para o grupo de atletas de combate, assim como os fisicamente ativos não obtiveram métricas confiáveis após três dias de testes para todas as fases exceto a de aterrissagem, para variável impulso. Quando comparados os escores de confiabilidade entre grupos, nossos resultados indicam que atletas de combate, teoricamente com maior histórico de treinamento, apresentam maior número e melhores escores de confiabilidade para a maioria das métricas, especialmente após um dia de teste.

Como conclusão, nossos resultados sugerem que as fases de frenagem e propulsiva possuem métricas força-tempo confiáveis para atletas de combate e a fase de aterrissagem para fisicamente ativos. Atletas de combate e fisicamente ativos podem obter métricas confiáveis desde o primeiro dia de teste, porém em diferentes variáveis e fases. Por fim, nossos resultados indicam que ambos os grupos podem se beneficiar de um ou mais dias de testes.

REFERÊNCIAS

ATKINSON, Greg; NEVILL, Alan M. Statistical Methods For Assessing Measurement Error (Reliability) in Variables Relevant to Sports Medicine. **Sports Med**, [S. l.], v. 26, n. 4, p. 217–238, 1998. DOI: 10.1049/ic:19970197.

BOULLOSA, Daniel A.; ABREU, Lauri; CONCEIÇÃO, Filipe; CORDERO, Yaiza; JIMENEZ-REYES, Pedro. The influence of training background on different rate of force calculations during countermovement jump. **Kinesiology**, [S. l.], v. 50, n. April, p. 1–7, 2018.

BOULLOSA, Daniel A.; TUIMIL, José L.; ALEGRE, Luis M.; IGLESIAS, Eliseo; LUSQUIÑOS, Fernando. Concurrent fatigue and potentiation in endurance athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 82–93, 2011. DOI: 10.1123/ijsp.6.1.82.

CARROLL, Kevin M.; WAGLE, John P.; SOLE, Christopher J.; STONE, Michael H. Intrasession and Intersession Reliability of Countermovement Jump Testing in Division-I Volleyball Athletes. **Journal of strength and conditioning research**, [S. l.], v. 33, n. 11, p. 2932–2935, 2019. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003353.

CLAUDINO, João Gustavo; CRONIN, John; MEZÊNCIO, Bruno; MCMMASTER, Daniel Travis; MCGUIGAN, Michael; TRICOLI, Valmor; AMADIO, Alberto Carlos; SERRÃO, Julio Cerca. The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 397–402, 2017. DOI: 10.1016/j.jsams.2016.08.011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2016.08.011>.

CORMACK, Stuart J.; NEWTON, Robert U.; MCGUIGAN, Michael R.; DOYLE, Tim L. A. Reliability of measures obtained during single and repeated countermovement jumps. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 131–144, 2008. DOI: 10.1123/ijsp.3.2.131.

CORMIE, Prue; MCBRIDE, Jeffrey M.; MCCAULLEY, Grant O. POWER-TIME, FORCE-TIME, AND VELOCITY-TIME CURVE ANALYSIS OF THE COUNTERMOVEMENT JUMP: IMPACT OF TRAINING. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 177–186, 2009.

CRAIG, Cora L. et al. International physical activity questionnaire: 12-Country reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [S. l.], v. 35, n. 8, p. 1381–1395, 2003. DOI: 10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB.

CRONIN, John B.; HING, Raewyn D.; MCNAIR, Peter J. Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 590–593, 2004. DOI: 10.1519/1533-4287(2004)18<590:RAVOAL>2.0.CO;2.

DEL VECCHIO, Fabrício Boscolo; HIRATA, Sérgio Masashi; FRANCHINI, Emerson. A review of time-motion analysis and combat development in mixed martial arts

matches at regional level tournaments. **Perceptual and Motor Skills**, [*S. l.*], v. 112, n. 2, p. 639–648, 2011. DOI: 10.2466/05.25.PMS.112.2.639-648.

FLORÍA, Pablo; GÓMEZ-LANDERO, Luis A.; SUÁREZ-ARRONES, Luis; HARRISON, Andrew J. Kinetic and kinematic analysis for assessing the differences in countermovement jump performance in rugby players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [*S. l.*], v. 30, n. 9, p. 2533–2539, 2016. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000502.

GARCIA-PALLARES, Jesus; LOPEZ-GULLON, Jose Maria; MURIEL, Xabier; DIAZ, Arturo; IZQUIERDO, Mikel. Physical fitness factors to predict male Olympic wrestling performance. **Eur J Appl Physiol**, [*S. l.*], v. 111, p. 1747–1758, 2011. DOI: 10.1007/s00421-010-1809-8.

GATHERCOLE, ROB J.; SPORER, BEN C.; STELLINGWERFF, TRENT; SLEIVERT, GORD G. COMPARISON OF THE CAPACITY OF DIFFERENT JUMP AND SPRINT FIELD TESTS TO DETECT NEUROMUSCULAR FATIGUE. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [*S. l.*], v. 29, n. 9, p. 2522–2531, 2015. a.

GATHERCOLE, Rob; SPORER, Ben; STELLINGWERFF, Trent; SLEIVERT, Gord. Alternative Countermovement-Jump Analysis to Quantify Acute Neuromuscular Fatigue Pilot study investigating the effects of a short-term low FODMAP diet in healthy runners with persistent exercise-associated GI symptoms View project. **Int J Sports Physiol Perform**, [*S. l.*], v. 10, p. 84–92, 2015. b.

HETHERINGTON, R. Letter: Within-subject variation, measurement error, and selection of a criterion score. **Res Q**, [*S. l.*], v. 44, n. 1, p. 113–7, 1973.

HOPKINS, Will G. Measures of Reliability in Sports Medicine and Science. **Sports Medicine**, [*S. l.*], v. 30, n. 1, p. 1–15, 2000. DOI: 0112-1642/00/0007-0001/\$20.00/0.

HOPKINS, Will G. Spreadsheets for analysis of validity and reliability. **Sportscience**, [*S. l.*], v. 19, n. 19, p. 36–44, 2015.

HOPKINS, Will G.; SCHABORT, Elske J.; HAWLEY, John A. Reliability of Power in Physical Performance Tests. **Sports Medicine**, [*S. l.*], v. 31, n. 3, p. 211–234, 2001.

HOPKINS, William G.; MARSHALL, Stephen W.; BATTERHAM, Alan M.; HANIN, Juri. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [*S. l.*], v. 41, n. 1, p. 3–12, 2009. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31818cb278.

JAMES, Lachlan P.; BECKMAN, Emma M.; KELLY, Vincent G.; HAFF, G. Gregory. The neuromuscular qualities of higher- and lower-level mixed-martial-arts competitors. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [*S. l.*], v. 12, n. 5, p. 612–620, 2016. DOI: 10.1123/ijsp.2016-0373.

JAMES, Lachlan P.; CONNICK, Mark; HAFF, G. Gregory; KELLY, Vincent G.; BECKMAN, Emma M. The Countermovement Jump Mechanics of Mixed Martial Arts Competitors. **Journal of strength and conditioning research**, [*S. l.*], v. 34, n. 4, p. 982–987,

2020. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003508.

KENNEDY, Rodney A.; DRAKE, David. Improving the signal-to-noise ratio when monitoring countermovement jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S. l.], v. 00, n. 00, p. 1–6, 2018.

KOO, Terry K.; LI, Mae Y. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. **Journal of Chiropractic Medicine**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 155–163, 2016. DOI: 10.1016/j.jcm.2016.02.012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>.

KOZINC, Žiga; ŽITNIK, Jure; SMAJLA, Darjan; ŠARABON, Nejc. The difference between squat jump and countermovement jump in 770 male and female participants from different sports. **European Journal of Sport Science**, [S. l.], v. 0, n. 0, p. 1–9, 2021. DOI: 10.1080/17461391.2021.1936654. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1936654>.

LAFFAYE, Guillaume; WAGNER, Phillip P.; TOMBLESON, Tom I. L. Countermovement jump height: Gender and sport-specific differences in the force-time variables. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S. l.], v. 28, n. 4, p. 1096–1105, 2014. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182a1db03.

LAKE, Jason P.; MUNDY, Peter D.; COMFORT, Paul; MCMAHON, John J.; SUCHOMEL, Timothy J.; CARDEN, Patrick. Effect of Barbell Load on Vertical Jump Landing Force-Time Characteristics. **Journal of strength and conditioning research**, [S. l.], v. 35, n. 1, p. 25–32, 2021. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002554.

LINTHORNE, Nicholas P. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. **American Journal of Physics**, [S. l.], v. 69, n. 11, p. 1198–1204, 2001. DOI: 10.1119/1.1397460.

LOTURCO, Irineu; NAKAMURA, Fabio Y.; ARTIOLI, Guilherme G.; KOBAL, Ronaldo; KITAMURA, Katia; CAL ABAD, Cesar C.; CRUZ, Igor F.; ROMANO, Felipe; PEREIRA, Lucas A.; FRANCHINI, Emerson. Strength and Power Qualities Are Highly Associated With Punching Impact in Elite Amateur Boxers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 109–116, 2016. a. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001075.

LOTURCO, Irineu; JEFFREYS, Ian; ABAD, César C. Ca.; KOBAL, Ronaldo; ZANETTI, Vinicius; PEREIRA, Lucas A.; NIMPHIUS, Sophia. Change-of-direction, speed and jump performance in soccer players: a comparison across different age-categories. **Journal of Sports Sciences**, [S. l.], v. 38, n. 11–12, p. 1279–1285, 2020. a. DOI: 10.1080/02640414.2019.1574276. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1574276>.

LOTURCO, Irineu; PEREIRA, Lucas A.; KOBAL, Ronaldo; MARTINS, Henrique C.; KITAMURA, Katia; ABAD, Cesar C.; NAKAMURAL, Fabio Y. Effects of detraining on neuromuscular performance in a selected group of elite women pole-vaulters: A case study. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, [S. l.], v. 57, n. 4, p. 490–495, 2017. DOI:

10.23736/S0022-4707.17.06162-X.

LOTURCO, Irineu; PEREIRA, Lucas A.; KOBAL, Ronaldo; MCGUIGAN, Michael R. Power output in traditional and ballistic bench press in elite athletes: Influence of training background. **Journal of Sports Sciences**, [S. l.], v. 37, n. 3, p. 277–284, 2019. DOI: 10.1080/02640414.2018.1496517. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1496517>.

LOTURCO, Irineu; PEREIRA, Lucas A.; REIS, Valter P.; BISHOP, Chris; ZANETTI, Vinicius; ALCARAZ, Pedro E.; FREITAS, Tomás T.; MCGUIGAN, Michael R. Power training in elite young soccer players: Effects of using loads above or below the optimum power zone. **Journal of Sports Sciences**, [S. l.], v. 38, n. 11–12, p. 1416–1422, 2020. b. DOI: 10.1080/02640414.2019.1651614. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1651614>.

LOTURCO, Irineu; PEREIRA, Lucas A.; ZANETTI, Vinicius; KITAMURA, Katia; CAL ABAD, César C.; KOBAL, Ronaldo; NAKAMURA, Fabio Y. Mechanical differences between barbell and body optimum power loads in the jump squat exercise. **Journal of Human Kinetics**, [S. l.], v. 54, n. 1, p. 153–162, 2016. b. DOI: 10.1515/hukin-2016-0044.

LOTURCO, Irineu; WINCKLER, Ciro; KOBAL, Ronaldo; CAL ABAD, Cesar C.; KITAMURA, Katia; VERÍSSIMO, Amaury W.; PEREIRA, Lucas A.; NAKAMURA, Fábio Y. Performance changes and relationship between vertical jump measures and actual sprint performance in elite sprinters with visual impairment throughout a Parapan American games training season. **Frontiers in Physiology**, [S. l.], v. 6, n. NOV, p. 1–8, 2015. DOI: 10.3389/fphys.2015.00323.

LUM, Danny; COMFORT, Paul; M. BARBOSA, Tiago; BALASEKARAN, Govindasamy. Comparing the effects of plyometric and isometric strength training on dynamic and isometric force-time characteristics. **Biology of Sport**, [S. l.], n. April 2021, 2022. DOI: 10.5114/biol sport.2022.103575.

MCKAY, Alannah K. A.; STELLINGWERFF, Trent; SMITH, Ella S.; MARTIN, David T.; MUJIKA, Inigo; GOOSEY-TOLFREY, Vicky L.; SHEPPARD, Jeremy; BURKE, Louise M. Defining Training and Performance Caliber: A Participant Classification Framework. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 317–331, 2022. DOI: 10.1123/ij spp.2021-0451.

MCMAHON, John J.; MURPHY, Shannon; REJ, Sophie J. E.; COMFORT, Paul. Countermovement Jump Phase Characteristics of Senior and Academy Rugby League Players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [S. l.], v. 12, n. 6, p. 803–811, 2017. DOI: 10.1123/ij spp.2016-0467.

MCMAHON, John J.; SUCHOMEL, Timothy J.; LAKE, Jason P.; COMFORT, Paul. Understanding the key phases of the countermovement jump force-time curve. **Strength and Conditioning Journal**, [S. l.], v. 40, n. 4, p. 96–106, 2018. DOI: 10.1519/SSC.0000000000000375.

MCMAHON, John; REJ, Sophie; COMFORT, Paul. Sex Differences in

Countermovement Jump Phase Characteristics. **Sports**, [*S. l.*], v. 5, n. 1, p. 8, 2017. DOI: 10.3390/sports5010008.

MERINO FERNÁNDEZ, María; RUIZ-MORENO, Carlos; GIRÁLDEZ-COSTAS, Verónica; GONZALEZ-MILLÁN, Cristina; MATOS-DUARTE, Michelle; GUTIÉRREZ-HELLÍN, Jorge; GONZÁLEZ-GARCÍA, Jaime. Caffeine doses of 3 mg/kg increase unilateral and bilateral vertical jump outcomes in elite traditional Jiu-Jitsu athletes. **Nutrients**, [*S. l.*], v. 13, n. 5, p. 0–11, 2021. DOI: 10.3390/nu13051705.

MERRIGAN, Justin J.; STONE, Jason D.; HORNSBY, W. Guy; HAGEN, Joshua A. Identifying Reliable and Relatable Force–Time Metrics in Athletes—Considerations for the Isometric Mid-Thigh Pull and Countermovement Jump. **Sports**, [*S. l.*], v. 9, n. 1, p. 1–13, 2021. DOI: 10.3390/sports9010004.

MIARKA, Bianca; COSWIG, Victor Silveira; VECCHIO, Fabrício B. D.; BRITO, Ciro José; AMTMANN, John. Comparisons of time-motion analysis of mixed martial arts rounds by weight divisions. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, [*S. l.*], v. 15, n. 3, p. 1189–1201, 2015. DOI: 10.1080/24748668.2015.11868861.

NEWTON, Robert U.; KRAEMER, William J.; HÄKKINEN, Keijo; HUMPHRIES, Brendan J.; MURPHY, Aron J. Kinematics, kinetics, and muscle activation during explosive upper body movements. **Journal of Applied Biomechanics**, [*S. l.*], v. 12, n. 1, p. 31–43, 1996. DOI: 10.1123/jab.12.1.31.

NIBALI, Maria L.; TOMBLESON, Tom; BRADY, Philip H.; WAGNER, Phillip. Influence of familiarization and competitive level on the reliability of countermovement vertical jump kinetic and kinematic variables. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [*S. l.*], v. 29, n. 10, p. 2827–2835, 2015.

OWEN, Nick J.; WATKINS, James; KILDUFF, Liam P.; BEVAN, Huw R.; BENNETT, Mark A. Development of a criterion method to determine peak mechanical power output in a countermovement jump. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [*S. l.*], v. 28, n. 6, p. 1552–1558, 2014. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000311.

PARKER, James; LUNDGREN, Lina E. Surfing the waves of the cmj; are there between-sport differences in the waveform data? **Sports**, [*S. l.*], v. 6, n. 4, 2018. DOI: 10.3390/sports6040168.

PÉREZ-CASTILLA, Alejandro; JIMÉNEZ-REYES, Pedro; HAFF, Guy Gregory; GARCÍA-RAMOS, Amador. Assessment of the loaded squat jump and countermovement jump exercises with a linear velocity transducer: which velocity variable provides the highest reliability? **Sports Biomechanics**, [*S. l.*], v. 20, n. 2, p. 247–260, 2018. DOI: 10.1080/14763141.2018.1540651.

ROSCHEL, Hamilton; BATISTA, Mauro; MONTEIRO, Rodrigo; BERTUZZI, Romulo C.; BARROSO, Renato; LOTURCO, Irineu; UGRINOWITSCH, Carlos; TRICOLI, Valmor; FRANCHINI, Emerson. Association between neuromuscular tests and kumite performance on the Brazilian Karate National Team. **Journal of Sports Science and Medicine**, [*S. l.*], v. 8, n. CSSI-3, p. 20–24, 2009.

SOLE, Christopher J.; MIZUGUCHI, Satoshi; SATO, Kimitake; MOIR, Gavin L.; STONE, Michael H. Phase characteristics of the countermovement jump force-time curve: A comparison of athletes by jumping ability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S. l.], v. 32, n. 4, p. 1155–1165, 2017. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001945.

SOLE, Christopher J.; MIZUGUCHI, Satoshi; SATO, Kimitake; MOIR, Gavin L.; STONE, Michael H. Phase characteristics of the countermovement jump force-time curve: A comparison of athletes by jumping ability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S. l.], v. 32, n. 4, p. 1155–1165, 2018. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001945.

SOLE, Christopher J.; SATO, Kimitake; MOIR, Gavin L.; STONE, Michael H. Analysis of Countermovement Vertical Jump Force-Time Curve Phase Characteristics in. [S. l.], 2015.

SOUZA, Alisson A.; BOTTARO, Martim; ROCHA JUNIOR, Valdinar A.; LAGE, Victor; TUFANO, James J.; VIEIRA, Amilton. Reliability and test-retest agreement of mechanical variables obtained during countermovement jump. **International Journal of Exercise Science**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 6–17, 2020.

STREET, G.; MCMILLAN, S.; BOARD, W.; RASMUSSEN, M.; HENEGHAN, J. M. Sources of error in determining countermovement jump height with the impulse method. **Journal of Applied Biomechanics**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 43–54, 2001. DOI: 10.1123/jab.17.1.43.

SUCHOMEL, Timothy J.; MCKEEVER, Shana M.; MCMAHON, John J.; COMFORT, Paul. The effect of training with weightlifting catching or pulling derivatives on squat jump and countermovement jump force-time adaptations. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, [S. l.], v. 5, n. 2, 2020. DOI: 10.3390/jfmk5020028.

SUCHOMEL, Timothy J.; NIMPHIUS, Sophia; BELLON, Christopher R.; STONE, Michael H. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. **Sports Medicine**, [S. l.], v. 48, n. 4, p. 765–785, 2018. DOI: 10.1007/s40279-018-0862-z. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0862-z>.

TAYLOR, Kristie Lee; CRONIN, John; GILL, Nicholas D.; CHAPMAN, Dale W.; SHEPPARD, Jeremy. Sources of variability in Iso-Inertial jump assessments. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 546–558, 2010. DOI: 10.1123/ijsp.5.4.546.

THOMAS, Christopher; KYRIAKIDOU, Irene; DOS'SANTOS, Thomas; JONES, Paul. Differences in Vertical Jump Force-Time Characteristics between Stronger and Weaker Adolescent Basketball Players. **Sports**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 63, 2017. DOI: 10.3390/sports5030063.

UGLIARA, Lucas; TUFANO, James J.; BOTTARO, Martim; VIEIRA, Amilton. Test–Retest Reliability of Plantar Flexion Torque Generation During a Functional Knee Extended Position in Older and Younger Men. **Journal of Aging and Physical Activity**, [S. l.], p. 1–6, 2020. DOI: 10.1123/japa.2020-0288.

UGRINOWITSCH, Carlos; TRICOLI, Valmor; RODACKI, Andre L. F.; BATISTA, Mauro; RICARD, Mark D. Influence of training background on jumping height. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 848–852, 2007. DOI: 10.1249/00005768-200605001-01284.

VIEIRA, Amilton; TUFANO, James J. Reactive strength index-modified: Reliability, between group comparison, and relationship between its associated variables. **Biology of Sport**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 451–457, 2021. DOI: 10.5114/BIOLOSPORT.2021.100363.

WARR, Diego M.; PABLOS, Carlos; SÁNCHEZ-ALARCOS, José V.; TORRES, Vicente; IZQUIERDO, José M.; CARLOS REDONDO, Juan. Reliability of measurements during countermovement jump assessments: Analysis of performance across subphases. **Cogent Social Sciences**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2020. DOI: 10.1080/23311886.2020.1843835. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/23311886.2020.1843835>.

WELSH, T. T.; ALEMANY, J. A.; MONTAIN, S. J.; FRYKMAN, P. N.; TUCKOW, A. P.; YOUNG, A. J.; NINDL, Bradley Charles. Effects of intensified military field training on jumping performance. **International Journal of Sports Medicine**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 45–52, 2008. DOI: 10.1055/s-2007-964970.

WILLIAMS, Kym J.; CHAPMAN, Dale W.; PHILLIPS, Elissa J.; BALL, Nick. Effects of athlete-dependent traits on joint and system countermovement-jump power. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [S. l.], v. 13, n. 10, p. 1378–1385, 2018. DOI: 10.1123/ijsp.2018-0050.

APÊNDICE I – DESCRIÇÃO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Convidamos o Senhor a participar voluntariamente do projeto de pesquisa “Reprodutibilidade da taxa de produção de potência nos saltos estático, com contramovimento e unipodal” sob a responsabilidade do pesquisador Alisson Alves de Souza.

Qual é o objetivo do estudo?

O salto vertical (SV) tem sido utilizado por diferentes grupos populacionais para avaliar a potência muscular dos membros inferiores. A avaliação do SV tem sido utilizada por atletas com o objetivo de identificar pontos fortes e fracos do desempenho físico, monitorar a carga de treino e mensurar a eficácia de um programa de treinamento ou intervenção. Além disso, o SV tem sido utilizado como parte de baterias de testes de aptidão física relacionada à saúde e como provas de concursos públicos. Este estudo tem como objetivo investigar a reprodutibilidade da taxa de produção de potência em atletas e em sujeitos fisicamente ativos.

O senhor receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo.

O que será solicitado ao Senhor?

A sua participação se dará por meio de três visitas ao laboratório de treinamento de força da Faculdade de Educação Física da UnB. A primeira visita será destinada para o Senhor conhecer o equipamento utilizado (plataforma de força), para aferição de medidas antropométricas e para a realização dos testes que ocorrerão nas três visitas. O Senhor será familiarizado com os procedimentos de teste, sendo: aquecimento geral que consistirá em 10 agachamentos com carga de 50% da massa corporal, seguido por cinco a seis agachamentos realizando a fase concêntrica do movimento de forma explosiva (o mais rápido possível). O aquecimento específico consistirá de cinco saltos estáticos (SE) com intensidade progressiva (20 a 100% do máximo estimado) com 15 segundos de intervalo entre os saltos. Em seguida, o Senhor partirá para a realização dos procedimentos de aquisição de dados, onde serão realizados 12 saltos (três SE, três saltos com contramovimento (SCM), três saltos unipodais com a perna

direita (SUD) e três saltos unipodais com a perna esquerda (SUE) com um minuto de intervalo de recuperação entre cada tentativa. A duração aproximada da primeira visita é de 30 minutos e das duas seguintes de 25 minutos.

Quais são os riscos?

Embora seja raro, existem riscos decorrentes da sua participação nesta pesquisa.

Os potenciais riscos decorrentes de sua participação na pesquisa incluem dor provocada pelo impacto ao aterrissar do salto e uma possível dor muscular nos dias subsequentes ao salto. Para amenizar a dor provocada pelo impacto ao aterrissar do salto, o Senhor será instruído a apoiar primeiramente a ponta dos dedos dos pés para em seguida apoiar o calcanhar na plataforma, desta forma o impacto provocado pelo salto será reduzido.

Quais são os benefícios?

Se o Senhor aceitar participar, estará contribuindo para um melhor entendimento da reprodutibilidade da taxa de produção de potência em diferentes tipos de SV. Além disso, o Senhor terá uma avaliação compreensiva do SV.

O Senhor pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o senhor. Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Todas as despesas relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa ou exames para realização da pesquisa) que o Senhor (e seu acompanhante, quando necessário) tiver(em), serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se o Senhor tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Alisson Alves de Souza, na Faculdade de Educação Física no telefone (3107-2522 ou 991394332), disponível inclusive para ligação a cobrar. Se preferir me envie um e-mail:

alissonalvesxpz@gmail.com, ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do UDF Centro Universitário – CEP/UDF, SEP/SUL EQ 704/904 Conj. A CEP: 70390-045 telefone (61) 3704-8851.

Consentimento Pós-Informação

Eu, _____, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser.

Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós

Nome / assinatura

Alisson Alves de Souza

Brasília, ___ de _____ de _____.