



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



**VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE DE APLICATIVOS DE CELULAR PARA
MEDIR A ALTURA DO SALTO VERTICAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES**

Campo Grande

2022

EDUARDO FEIJÓ DA ROCHA

**VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE DE APLICATIVOS DE CELULAR PARA
MEDIR A ALTURA DO SALTO VERTICAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES**

Dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento (PPGCMOV) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Orientador: Dr. Rodolfo André Dellagrana

Campo Grande

2022

FOLHA DE APROVAÇÃO
EDUARDO FEIJÓ DA ROCHA

**VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE DE APLICATIVOS DE CELULAR PARA
MEDIR A ALTURA DO SALTO VERTICAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES**

Dissertação de mestrado do Programa de Pós-
Graduação em Ciências do Movimento (PPGCMOV)
da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Resultado: _____

Campo grande (MS), _____ de _____ de _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rodolfo André Dellagrana
Presidente

Prof. Dr. Hugo Alexandre de Paula Santana
Titular

Prof. Dr. Fernando Diefenthaeler
Titular

Prof. Dr. Fabrício Cesar de Paula Ravagnani
Suplente

**Este trabalho é dedicado a minha
esposa, minha mãe e em memória de
Noé.**

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Elza Maria Garcia Feijó e minha esposa Bruna Kuhn de Freitas Silva, pelo apoio em todos os sentidos nesta trajetória, onde elas sempre me incentivaram para que seguisse em frente, apesar de todas dificuldades que se apresentaram nestes dois anos.

Ao meu orientador Rodolfo André Dellagrana pela paciência, calma, e por sempre estar disponível a me ajudar em todo este processo. Com toda certeza, sem sua ajuda, este trabalho não teria acontecido. Muito obrigado por todos ensinamentos!

A Lucas Orssatto, pois sem seu auxílio na revisão e na meta-análise, não seria possível realizar as análises em R a tempo. Sua experiência com revisões foi um grande aprendizado.

A Lucas Miralles, pela grande contribuição nas coletas de dados, pois consegui realizá-las em metade do tempo.

Ao meu amigo Gabriel Otta, por ter me apoiado e incentivado a entrar no mestrado e por acreditar no meu potencial. Você foi uma inspiração nesta caminhada.

Ao meu amigo Marcelo Estênio, por me auxiliar nas tabulações de dados no excel, desta forma ganhei tempo nas análises.

À FUNDECT – Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciências e Tecnologia do estado do Mato Grosso do Sul, pela ajuda financeira com a bolsa de estudos.

Ao projeto Nota 10, Centro Olímpico da Vila Nasser e à FUNESP – Fundação Municipal de Esportes, por permitirem que eu realizasse as coletas nos seus projetos. Um agradecimento especial aos professores dos projetos Arantes, Joel, Pastoril, Onça e Gilson, por sempre me ajudarem com tudo que foi preciso para que as coletas acontecessem.

A todos professores do Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento PPGCMOV – UFMS, que através da suas disciplinas ministradas no decorrer do curso, me ajudaram com a construção do projeto de pesquisa.

Aos professores da Banca Examinadora. Fernando Diefenthaler e Hugo Santana, por aceitarem participar como avaliadores e pela contribuição na finalização da dissertação de Mestrado.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, me auxiliaram na conclusão desta trajetória, pois sem a ajuda de muitos, nada disso seria possível.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma <i>PRISMA</i>	21
Figura 2 – Forest plot salto de contramovimento.....	27
Figura 3 – Forest plot salto de contramovimento com braços livres.....	28
Figura 4 – Forest plot salto agachado.....	28
Figura 5 – Forest plot saldo da caixa.....	29
Figura 6 – Exemplificação do dia das avaliações.....	39
Figura 7 – Gráficos de Bland-Altman da validação Tapete vs My Jump 2 e Jumbo, A) Tapete vs MyJump2 (Meninos), B) Tapete vs Jumbo (Meninas), C) Tapete vs MyJump2 (Meninos), D) Tapete vs Jumbo (Meninas).....	46
Figura 8 – Gráficos de Bland-Altman reprodutibilidade My jump e Jumbo, A) MyJump2 D1 vs D2, B) Jumbo D1vs D2.....	48
Figura 9 – Gráficos de Bland-Altman da validação de acordo com grupos maturacionais (Amostra total), A) Pré PVC Tapete vs MyJump2, B) Pré PVC Tapete vs Jumbo, C) Durante PVC Tapete vs MyJump2, D) Durante PVC Tapete vs Jumbo, E) Pós PVC Tapete vs MyJump2, F) Pós PVC Tapete vs Jumbo.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estudos de validade e reprodutibilidade dos smartphones.....	22
Tabela 2 – Caracterização da amostra por sexo, idade, %GC e IMC.....	43
Tabela 3 – Caracterização amostral por sexo e grupos maturacionais (PVC).....	44
Tabela 4 – Validação do aplicativo My Jump 2 (Amostra total separada apenas por sexo), Diff = Diferença média; TE = Tamanho do efeito; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse, Altura (ALT), Tempo no ar (TAR), Potência (POT), Potência Relativa (PRL).....	45
Tabela 5 – Validação do aplicativo Jumbo (Amostra total separada apenas por sexo), Diff = Diferença média; TE = Tamanho do efeito; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse, Altura (ALT), Tempo no ar (TAR), Potência (POT), Potência Relativa (PRL).....	46
Tabela 6 – Reprodutibilidade do aplicativo Jumbo (Amostra total), Diff = Diferença média; TE = Tamanho do efeito; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse, Altura (ALT), Tempo no ar (TAR), Potência (POT), Potência Relativa (PRL).....	47
Tabela 7 – Reprodutibilidade do aplicativo Jumbo (Amostra total), Diff = Diferença média; TE = Tamanho do efeito; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse, Altura (ALT), Tempo no ar (TAR), Potência (POT), Potência Relativa (PRL).....	47
Tabela 8 – Validação do aplicativo MyJump 2 por grupos maturacionais e interações entre grupos e instrumentos (PVC), A ≠ Pré PVC (Entre grupos); a ≠ Tapete x App (Dentro de cada grupo); Tapete x App = Interação entre tapete de salto e aplicativos dentro de cada grupo de PVC; Grupos (PVC) = Interações entre grupos de PVC; APP*Grupos = Interação entre aplicativos e grupos do PVC, Altura (ALT), Tempo no ar (TAR), Potência (POT), Potência Relativa (PRL).....	49
Tabela 9 – Validação do aplicativo Jumbo por grupos maturacionais e interações entre grupos e instrumentos (PVC), A ≠ Pré PVC (Entre grupos); a ≠ Tapete x App (Dentro de cada grupo); Tapete x App = Interação entre tapete de salto e aplicativos dentro de cada grupo de PVC; Grupos (PVC) = Interações entre grupos de PVC; APP*Grupos = Interação entre aplicativos e grupos do PVC, Altura (ALT), Tempo no ar (TAR), Potência (POT), Potência Relativa (PRL).....	49
Tabela 10 - Validade aplicativo My Jump 2 – CCI, diferença média e tamanho de efeito, para os grupos maturacionais (toda a amostra), Diff = Diferença média; TE = Tamanho do efeito; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; ALT = Altura do salto; TAR = Tempo no ar; POT = Potência; PRL = Potência relativa, Altura (ALT), Tempo no ar (TAR), Potência (POT), Potência Relativa (PRL).....	50

Tabela 11 - Validade aplicativo Jumbo – CCI, diferença média e tamanho de efeito, para os grupos maturacionais (toda a amostra), Diff = Diferença média; TE = Tamanho do efeito; CCI = Coeficiente de correlação intraclass; ALT = Altura do salto; TAR = Tempo no ar; POT = Potência; PRL = Potência relativa, Altura (ALT), Tempo no ar (TAR), Potência (POT), Potência Relativa (PRL).....51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALT – Altura do salto vertical

APP – Aplicativo de celular

CCI – Coeficiente de correlação intraclasse

CMJ – Salto de contramovimento (*Countermovement jump*)

CMJA – Salto contramovimento com braços livres (*Countermovement jump with free arms*)

CP – Comprimento da perna

D1 – Dia 1 de testes

D2 - Dia 2 de testes

Diff – Diferença média

DJ – *Drop Jump*

DUR PVC – Grupo durante o crescimento maturacional

E – Estatura

FC – Fotocélula

I – Idade

IOS – Iphone operating system

JPO – Aplicativo Jumbo

MJ2 – Aplicativo My Jump 2

P – Peso

PC – Paralisia cerebral

PM – Potencia muscular

POT – Potência

PÓS PVC – Grupo precoce no crescimento maturacional

PRÉ PVC – Grupo tardio no crescimento maturacional

PRL – Potência relativa

PVC – Pico de velocidade de crescimento

SJ – Salto agachado (*Squat jump*)

TAR – Tempo no ar

TC – Tapete de contato

TCE – Altura tronco encefálica

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido

TE – Tamanho de efeito

RESUMO

ROCHA, EF. Validade e reprodutibilidade de aplicativos de celular para medir a altura do salto vertical de crianças e adolescentes. Campo Grande – MS, 2022. [Dissertação de mestrado - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

Introdução: A avaliação do salto vertical é um bom indicador de capacidade em gerar potência muscular dos membros inferiores e possui forte relação com o desempenho esportivo, prevenção de lesões, marcadores metabólicos e índices psicobiológicos de percepção de esforço ;seja em atletas ou indivíduos não atletas, sua aplicabilidade vai desde crianças em idade pré escolar até idosos. **Objetivo:** Desse modo, o presente estudo propõe verificar a validade e reprodutibilidade dos aplicativos de celular *My Jump* (IOS) e *Jumpo* (Android) para mensurar a altura do salto vertical em crianças e adolescentes de acordo com o nível maturacional. **Método:** Participaram do estudo 104 crianças e adolescentes de ambos os sexos, em idades de $12,65 \pm 3,1$ anos, massa corporal = $50,4 \pm 15,5$ kg e estatura = $155,3 \pm 18,2$ cm, foram realizados dois encontros com avaliações teste-reteste para o salto com contramovimento (*countermovement jump* – CMJ), medidos simultaneamente com tapete de contato (TC), *My Jump 2* (MJ2) e *Jumpo* (JPO). As variáveis analisadas foram Altura do salto, Tempo de voo, Potência absoluta (POT) e Potência relativa (PRL). Para análise estatística, foram utilizados coeficiente de correlação intraclassa (CCI), análise de variância ANOVA, teste t de *student* e Wilcoxon para comparação entre variáveis dependentes, além de gráficos de Bland-Altman para correlação entre os métodos. **Resultados:** Houve correlação entre grupos por sexo (CCI = 0,796 – 0,999), grupos PVC (Pico de velocidade de crescimento) (Pré PVC = 0,366 – 0,994), (PVC = 0,593 – 0,983), (Pós PVC = 0,562 – 0,991), as variáveis Altura e Tempo no ar tiveram maior concordância CCI = 0,974 – 0,991 para todos os grupos, e as variáveis de POT e PRL obtiveram uma menor concordância CCI = 0,366 – 0,769. As análises de Bland-Altman de validade para meninos trouxeram valores de viés significativos comparando TC e MJ2 -0,32(-1,4 a 0,7), para comparação TC e JPO meninos -1,22 (-2,6 a 0,2) p = 0,001 para ambos aplicativos no grupo dos meninos, para meninas não houve diferença p = 0,33 MJ2 e p = 0,13 JPO. Quanto a reprodutibilidade em toda amostra (n=104) intra-avaliador MJ2 CCI (0,947 – 0,989) e JPO CCI (0,974 – 0,988) e para a análise de Bland Altman MJ2 -0,8 (-4,4 a 2,8), JPO -1,1 (-5,0 a 2,8). **Conclusão:** Os dois aplicativos são válidos e reprodutíveis quando comparados com o TC, porém ambos aplicativos subestimam os valores da variável de altura do CMJ; quanto aos grupos maturacionais, os aplicativos parecem ser mais precisos para crianças em estágios mais tardios de maturação. Outro ponto é que valores de POT e PRL

necessitam de mais estudos quanto à sua relação entre método padrão e métodos a serem validados e também quanto à utilização e padronização das equações utilizadas para medir potência de membros inferiores.

Palavras chaves: Potência muscular, Estágio maturacional, Esporte, Atividade Física.

ABSTRACT

ROCHA, EF. Validity and reproducibility of mobile applications to measure the vertical jump height of children and adolescents. Campo Grande – MS, 2022. [Master's dissertation - Federal University of Mato Grosso do Sul].

Introduction: The assessment of the vertical jump is a good indicator of the ability to generate muscle power in the lower limbs and has a strong relationship with sports performance, injury prevention, metabolic markers, and psychobiological indices of perceived exertion, whether, in athletes or non-athletes, its applicability ranges from preschool children to the elderly.

Objective: In this way, the present study proposes to verify the validity and reproducibility of the My Jump, Jumo mobile applications to measure the height of the vertical jump in children and adolescents according to the maturational level. **Methods:** 104 children and adolescents of both sexes participated in the study, aged 12.65 ± 3.1 , body mass = 50.4 ± 15.5 , and height = 155.3 ± 18.2 , two meetings were held with test-retest assessments for countermovement jump (CMJ) measured simultaneously with TC, MJ2, and JPO. The variables analyzed were height, time in the air, power (POT) and relative power (PRL), for statistical analysis, intraclass correlation coefficient (ICC), ANOVA test of variance, Student's t-test, and Wilcoxon test were used for comparison between dependent variables in addition to Bland-Altman graphs for correlation between method and application. **Results:** There was a correlation between groups by gender (ICC = 0.796 - 0.999), PVC groups (Pre PVC = 0.366 - 0.994), (Dur PVC = 0.593 - 0.983), (PVC Powders = 0.562 - 0.991), the variables Height and Time in the air had higher agreement CCI = 0.974 - 0.991 for all groups, the POT and PRL variables obtained a lower ICC agreement = 0.366 - 0.769. Bland-Altman's validity analyses for boys brings significant values comparing TP and MJ2 -0.32(-1.4 to 0.7), for comparison TP and JPO boys -1.22 (-2.6 to 0.2) $p = 0.001$ for both applications in the boys' group, for girls there was no difference $p = 0.33$ MJ and $p = 0.13$ JPO. Reproducibility in the entire sample (n=104) intra-evaluator MJ2 CCI (0.947 - 0.989) and JPO CCI (0.974 - 0.988) and for the analysis of Bland Altman MJ -0.8 (-4.4 to 2.8), JPO -1.1 (-5.0 to 2.8). **Conclusion:** Both applications are valid and reproducible when compared to TC, but both applications underestimate the values of the jump height variable, as the maturational groups, the applications seem to be more accurate for children in later stages of maturation. Another point is that POT and PRL values require further studies regarding their relationship between standard method and methods to be validated and also how much the use and standardization of equations used to measure lower-lower-member power.

Keywords: Muscular Power, Maturation Stage, Sport, Physical Activity.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Objetivo geral	16
2.2. Objetivos específicos	16
3. HIPÓTESE	17
4. REVISÃO DA LITERATURA.....	18
4.1. Validade e confiabilidade de apps para smartphone que medem a altura do salto: uma revisão sistemática com metálise	18
4.2. Resumo	18
4.3. Introdução	19
4.4. Métodos	20
4.5. Resultados	22
4.6. Discussão	32
4.7. Conclusão.....	37
5. MÉTODOS.....	38
5.1. Participantes do estudo	38
5.2. Critérios de inclusão	38
5.3. Delineamento da pesquisa.....	38
5.4. Instrumento e procedimentos.....	39
5.5. Tratamento estatístico	41
5.6. Aspectos éticos	42
6. RESULTADOS.....	43
7. DISCUSSÃO.....	53
8. CONCLUSÃO	57
9. APLICAÇÕES PRÁTICAS	58
10. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	58
11. REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

A avaliação da altura do salto vertical é um marcador que treinadores, profissionais de educação física e profissionais de saúde utilizam a fim de avaliar o desempenho motor e a capacidade de gerar força e potência muscular dos membros inferiores (TERAMOTO et al., 2016). A potência muscular (PM) pode ser definida como o produto da força e velocidade ($P = F.V$), sendo importante para atividades de curta duração como corridas de velocidade e saltos (VAN et al., 2002), além disso, é uma capacidade importante para o aumento do desempenho físico e desenvolvimento de habilidades motoras (COOPER et al., 2015). Atualmente, uma das formas mais utilizadas de avaliar a PM de um indivíduo é através da mensuração do salto vertical. Essas medidas, obtidas na avaliação, são critérios primários para avaliar a capacidade de desempenho do indivíduo em utilizar os benefícios neurais do ciclo alongamento encurtamento (CAE) (Komi 2004). O CAE ocorre quando uma ação muscular excêntrica é seguida imediatamente por uma ação explosiva concêntrica. Nesta transição de fases, os músculos podem utilizar parte da energia potencial elástica, armazenada nos tendões, para aumentar a geração de força na fase concêntrica com menor gasto metabólico e maior eficiência mecânica (BOSCO et al., 1983). Sabendo disso, é possível perceber que este mecanismo é utilizado em nosso cotidiano, seja em atividades diárias ou esportivas. (MASCARENHAS et al., 2005).

Com relação a potência muscular (PM) pesquisas têm estudado as relações entre potência de membros inferiores e salto vertical, dentro deste contexto, Morin et al. (2019) demonstrou que a relação entre altura do salto vertical e potência, foi de, ($r = 0.49-0,87$) em atletas de diversas modalidades esportivas; e, para os autores, isto se dá porque a massa corporal influencia de forma distinta cada indivíduo. Em outro estudo, Pupo et al. (2020) observou que a altura do salto vertical e a potência possuem uma boa relação com o desempenho em algumas modalidades esportivas, (Judocas, jogadores de futsal e velocistas) ($r = 0,46 - 0,81$) quando analisados nos saltos com contramovimento (*countermovement jump* – CMJ). Para os pesquisadores, se a potência de saída for utilizada para monitorar o treinamento, se faz necessária a utilização de uma escala alométrica a fim de ajustar a massa corporal do avaliado de acordo com cada esporte ; portanto, treinadores podem utilizar a altura do salto vertical no monitoramento de seus atletas.

No que se refere à avaliação da PM por meio do salto vertical, é possível destacar três tipos de saltos comumente utilizados: 1) O salto de contra movimento, que se inicia na posição ereta onde o indivíduo permanece com as mãos na cintura e com os pés em paralelo, com sua distância correspondendo à largura dos ombros, seguido de um movimento de flexão do quadril

a aproximadamente 120° e joelhos a 90°. Imediatamente após, acontece a extensão da articulação dos joelhos e quadril na maior velocidade possível, com o objetivo de alcançar a maior altura no salto. 2) O salto agachado (*squat jump* – SJ) é executado sem contramovimento, ou seja, coloca as mãos na cintura, e realiza um agachamento chegando na posição de meio agachamento com 90° de flexão do joelho; assim o indivíduo deve permanecer em média 2 s nesta posição antes de iniciar o salto. 3) O salto de contramovimento com os braços livres (*countermovement jump with free arms* – CMJA), é similar ao contramovimento, porém com a utilização do movimento dos braços para cima no momento da fase excêntrica do salto, a fim de gerar impulsão extra. Pesquisas mostram que quando aplicados em crianças e adolescentes, os testes apresentam similar confiabilidade de teste e reteste (SANTOS et al., 2017). Contudo, quando comparado com SJ e CMJA em crianças, o CMJ tende a demonstrar uma maior confiabilidade interna nesta população (ACERO et al., 2011). Dessa forma, o CMJ é mais utilizado para predizer potência muscular de membros inferiores para crianças em idade escolar (RODRIGUEZ-MARTINEZ et al., 2019).

Além de sua importância na prática esportiva, o salto vertical também é proposto como um importante marcador de saúde e qualidade de vida, sendo fundamental para o desenvolvimento de crianças e adolescentes (MALINA, 2002). A avaliação da potência muscular de membros inferiores possui uma associação positiva com a massa óssea de crianças em idade escolar (FERNANDEZ-SANTOS et al., 2015), além de possuir uma relação negativa com valores de IMC em crianças com idade média de 10.5 ± 0.5 anos, ou seja, quanto maior o IMC, menor será o desempenho em um salto vertical (ZURITA-ORTEGA et al., 2017). Em um estudo com adolescentes jogadores de futebol, foi demonstrado que o desempenho em testes físicos pode ser dependente do estágio maturacional e idade cronológica do indivíduo (GIL et al., 2014). Vale ressaltar que crianças em idade escolar passam por mudanças rápidas na sua composição corporal, bem como mudanças significativas no sistema nervoso e endócrino, correspondendo a alterações antropométricas e as diferentes fases de seu desenvolvimento motor e em sua fisiologia (MALINA, 2004).

No que se refere ao desenvolvimento motor de crianças e adolescentes, de acordo com Gallahue e Ozmun (2005), a fase motora fundamental é uma das fases do desenvolvimento motor mais importantes, pois é nela que ocorre a aquisição e estabilização de padrões fundamentais de movimento, como por exemplo a habilidade de saltar. Com o avanço da idade, por volta dos 7 até os 14 anos, quando a criança já possui um repertório motor desenvolvido, adquirido na fase fundamental, se dá início a transição para a fase de especialização, segundo o modelo descrito por Gallahue (2005). Esta fase se divide em 3 estágios: estágio de transição

(ampliação do repertório motor através da combinação de habilidades motoras fundamentais), estágio de aplicação (refinamento das habilidades combinadas, descobertas no estágio de transição) e estágio de aplicação permanente (utilização de todo repertório motor aprendido e aprimorado nas fases e estágios anteriores). Por ser uma habilidade fundamental, o salto pode ser aprimorado ao longo da vida de um indivíduo, e sua avaliação pode ter um papel importante para monitorar o desenvolvimento motor de crianças em diferentes níveis de desempenho esportivo (FLÓRIA & HARRISON, 2013).

Além do mais, é fundamental que treinadores, técnicos e professores compreendam e avaliem em que estágio maturacional as crianças e adolescentes se encontram no momento que praticam determinada atividade física, levando assim a um melhor direcionamento e desenvolvimento esportivo. Conceitualmente a maturação biológica se dá pela progressão de um estado de maturidade até outro, ela pode ser avaliada de duas formas: *Timing* e Tempo, sendo o primeiro, o momento da ocorrência de determinado evento maturacional, como por exemplo o aparecimento de características sexuais secundárias, o estirão de crescimento e o acontecimento da menarca. Já o tempo é a classificação dos estágios em que o indivíduo se encontra, sendo estes precoce, no tempo ou tardio. Em outras palavras o tempo se refere ao ritmo (lentamente ou rapidamente) em que estas alterações ocorrem (MALINA et al., 2009; SMART et al., 2012). Segundo Malina e Bouchard (2002) o desenvolvimento maturacional de crianças e adolescentes se relaciona positivamente aos estágios maturacionais, desse modo crianças e adolescentes em estágios mais avançados de maturação tendem a ser mais fortes e desempenhar melhor tarefas motoras, que aqueles em estágios mais atrasados. Estudos recentes têm mostrado que adolescentes em diferentes estágios maturacionais apresentam respostas distintas no desempenho do salto vertical, Lloyd et al., (2016) submeteram 40 crianças ($12,7 \pm 0,3$ anos de idade) a 6 semanas, com 2 sessões semanais de treinamento pliométrico, no qual os autores encontraram melhor resposta no salto de squat jump para aqueles que se encontravam no grupo Pré-PVC quando comparado com PVC e Pós-PVC. Em um estudo de revisão sistemática com metanálise, Asadi et al., (2017) ao comparar 16 estudos que utilizaram intervenções com treinamento pliométrico em diferentes grupos maturacionais, encontrou um melhor desempenho no salto vertical e mudança de direção para aqueles que se encontravam nos estágios de PVC e Pós PVC.

Neste contexto, a avaliação do salto vertical de crianças em idade escolar em diferentes níveis de maturação se faz necessária (MALINA, 2002), sendo que os instrumentos tradicionalmente utilizados para medir o salto vertical são as plataformas de força, tapetes de contato (MENZEL et al., 2010) e análises de vídeo para calcular a posição do centro de massa

do corpo (SANTOS, 2017), sendo este último considerado o padrão ouro para medição da altura do salto vertical (DIAS et al., 2011). Porém, estes equipamentos são de alto custo, não possuem uma praticidade no deslocamento para avaliação de campo e podem apresentar análises demoradas. (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ et al., 2015; GALLARDO-FUENTES et al., 2016; CARLOS-VIVAS et al., 2018). Contudo, esta realidade mudou recentemente com o uso de aplicativos para celular, que têm demonstrado validade e reprodutibilidade na medida da altura do salto vertical para diversas populações comparados com testes considerados padrão ouro. (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ et al., 2018; DRILLER et al., 2017).

A validade destes aplicativos de celular já foi testada para idosos, apresentando boa correlação para o salto vertical ($CCI = 0,948$) quando comparado com uma plataforma de força (CRUVINEL-CABRAL et al., 2018); e, para adultos jovens, o aplicativo mostrou uma alta correlação ($CCI = 0,997$) em comparação com uma plataforma de força (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, et al., 2015). Um estudo recente desenvolvido por Bogataj et al. (2020) demonstrou que para crianças entre 11 e 14 anos de idade, o aplicativo de celular Myjump2 (MJ2) foi válido e reprodutível para avaliar a altura do salto vertical com CMJ. No entanto, não se sabe se as diferenças da idade cronológica e estágio maturacional podem influenciar no nível de validade e reprodutibilidade de aplicativos de celular que mensuram a altura do salto vertical. Portanto, validar ferramentas tecnológicas, como aplicativos de celular para facilitar a avaliação de capacidades físicas de crianças e adolescentes, parece ser fundamental para a acessibilidade de profissionais que atuam com esta população, incluindo clubes esportivos e escolas. Diante do exposto, foi levantado o seguinte problema de pesquisa: Aplicativos de celular que mensuram a altura do salto vertical são válidos e reprodutíveis em crianças e adolescentes, levando em consideração o sexo e nível maturacional.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Verificar a validade e reprodutibilidade de dois aplicativos de celular para mensurar a altura do salto vertical de crianças e adolescentes, de acordo com o sexo e estágio maturacional.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o grau de maturidade a fim de estabelecer em que estado de maturação biológica cada avaliado se encontra;

- Avaliar a altura do salto vertical, tempo no ar, potência e potência relativa por meio do tapete de contato;
- Avaliar a altura do salto vertical, tempo no ar, potência e potência relativa por meio de dois aplicativos de celular (*My Jump app*® - IOS e *Jumpo app*® - Android).
- Verificar a reprodutibilidade dos aplicativos de celular para mensurar a altura do salto vertical.

3. HIPÓTESE

Os aplicativos de celular apresentarão alta validade e reprodutibilidade para mensurar a altura do salto vertical; entretanto, os valores de validade e reprodutibilidade dos aplicativos serão diferentes de acordo com o sexo e estágio maturacional dos avaliados.

4. REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão de literatura foi realizada de forma sistemática e com meta-análise. Portanto, este tópico será apresentado em forma de artigo de revisão, contendo título, resumo, introdução, métodos, resultados, discussão e conclusão.

4.1. VALIDADE E CONFIABILIDADE DE APPS PARA SMARTPHONE QUE MEDEM A ALTURA DO SALTO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA COM META-ANÁLISE.

4.2. RESUMO

A mensuração da altura do salto vertical é um bom indicador na capacidade de medir a força dos membros inferiores, além de possuir forte relação com o desempenho esportivo, prevenção de lesões, marcadores metabólicos e índices psicobiológicos de percepção de esforço. Seja em atletas, ou indivíduos não atletas, sua aplicabilidade vai desde crianças em idade pré-escolar até idosos. Desse modo, o presente estudo tem como objetivo, verificar a validade, reprodutibilidade e qualidade de estudos que utilizaram aplicativos de celular mensurando a altura do salto vertical dos saltos de CMJ (*Salto de contramovimento*), CMJA (*Salto de contramovimento com braços livres*), SJ (*Salto agachado*) e DJ (*Drop Jump*), comparados com métodos padrão. Esta meta-análise sumarizou os achados de 18 estudos separados em subgrupos por método padrão, utilizando para a análise de forest plot o viés e diferença média (MD) dos estudos, onde os dados de validade e reprodutibilidade foram extraídos de cada estudo e são mostrados em tabela. De acordo com a meta-análise, para os saltos de CMJ e tapete de contato MD = -0,11 [-0,57; 0,34]; plataforma de força MD = 0,56 [0,06; 1,07]; fotocélula MD = -0,15 [-1,92; 1,63]; Salto de CMJA e fotocélula MD = -0,05 [-1,89; 1,79]; Salto SJ e tapete de contato MD = 0,11 [-1,15; 1,38]; fotocélula MD = -0,20 [-2,12; 1,73]; Salto de DJ e tapete de contato MD = -0,11 [-1,81; 1,58]; plataforma de força MD = -0,63 [-1,55; 0,30]. Para a validade foram encontrados (ICC = 0,911 – 0,99) vieses de (-0,04; -2,98). Para reprodutibilidade foram observados intra-avaliadores (ICC = 0,88 – 1,00) e inter-avaliadores (ICC = 0,84 – 1,00). De acordo com a meta-análise, o tapete de contato apresenta um menor erro de medida para todos os saltos em que foi realizado o forest plot (CMJ, SJ e DJ) quando comparado à plataforma de força e fotocélula; porém, para os saltos de CMJA, SJ e DJ não foi possível comparar todos os métodos padrão apresentados nesta revisão. No que diz respeito à validade e reprodutibilidade, os aplicativos MJ e MJ2 apresentam maior número de estudos que atestam sua validade e reprodutibilidade. Já para os aplicativos JPO e whatsmyvert, embora os estudos tenham mostrado validade e reprodutibilidade de ambos, são necessárias mais

pesquisas com estas ferramentas para que haja mais clareza sobre suas capacidades em medir altura do salto vertical.

Palavras-Chave: Potência, Confiabilidade, Validade concorrente, Desempenho.

4.3. INTRODUÇÃO

A altura do salto vertical é amplamente mensurada na área do exercício e ciências do esporte para monitorar alterações agudas e crônicas relacionadas ao treinamento e desempenho, como a capacidade de produzir força rapidamente, bem como sua avaliação é utilizada no contexto clínico (SHARP et al. 2019; CRUVINEL-CABRAL et al., 2018). Reduções agudas na altura do salto vertical dos atletas dentro de ciclos de treinamento específicos podem indicar fadiga e necessidade de ajuste da carga de treinamento. Além disso, a ausência de melhorias na altura do salto vertical ao longo da temporada de treinamento, pode indicar um platô de mudanças no desempenho e a necessidade de alterações no programa de treinamento. De fato, os testes de altura do salto vertical também são frequentemente usados para avaliar o desempenho em relação a tarefas funcionais e específicas do esporte. Foi demonstrado que a altura do salto vertical está correlacionada com a capacidade funcional em idosos (ORSSATTO et al. 2020), desempenho em atletas de resistência (DEL COSO et al., 2013) e praticantes de esportes intermitentes (PUPO et al. 2020). Nesse contexto, o desenvolvimento de instrumentos válidos e confiáveis, de fácil aplicabilidade e menor custo de aplicação, permitem ampla utilização do teste de salto vertical em ambientes clínicos e esportivos.

Ao longo dos anos, vários instrumentos foram desenvolvidos para medir a altura do salto, nos quais as gravações por filmagens e análise de vídeo (considerado padrão ouro), plataforma de força, acelerômetros, tapete de contato e plataformas de infravermelho têm sido utilizadas como ferramentas válidas (LEARD et al., 2007; ARAGÓN et al., 2000). No entanto, esses instrumentos têm suas desvantagens, como alto custo e difícil aplicabilidade em campo (GLATTHORN et al., 2011; MOIR, 2008; REQUENA et al., 2012). Recentemente, aplicativos de smartphone têm sido desenvolvidos para medir a altura do salto com menor custo e fácil aplicabilidade em comparação com estes métodos. Os aplicativos de smartphone geralmente usam suas próprias câmeras de vídeo, acelerômetros e/ou giroscópios para estimar a altura do salto. Os avanços recentes na tecnologia de câmeras de vídeo para smartphones (gravação com 120 quadros por segundo ou mais) aumentaram a precisão para gravações de movimentos em alta velocidade, como o salto vertical (CARLOS-VIVAS et al., 2018). Aplicativos como My Jump, Jumpo e What'sMyVertical usam a câmera de vídeo de smartphones ou tablets para medir a altura do salto para vários estilos de salto comumente usados (KOLBER et al., 2017;

GALLARDO et al., 2016), como o salto com contramovimento (CMJ), salto de agachamento, salto de contramovimento com braços livres (CMJA) e salto da caixa.

Estudos originais recentes mostraram a validade e confiabilidade de aplicativos para smartphones baseados em vídeo (SHARP et al., 2019). Em geral, os estudos utilizam validação concorrente, ou seja, a altura do salto medida pelos aplicativos comparada com a altura do salto, medida a partir de um método padrão (por exemplo, plataforma de força, tapete de contato ou fotocélulas) (PEREZ-GOMEZ et al., 2013; MAGNUSDOTTIR et al., 2014; BALSALOBRE-FERNANDEZ et al., 2015). Além disso, alguns estudos investigaram a reprodutibilidade intra e inter-avaliadores, nos quais comparam os resultados de duas medidas do mesmo avaliador e de avaliadores diferentes, respectivamente (BOGATAJ et al., 2020). No entanto, algumas inconsistências são encontradas nos estudos, uma vez que são observadas subestimação ou superestimação da medida da altura do salto vertical pelos aplicativos. Diferentes fatores parecem induzir a erros de medição, portanto, não está claro se os diferentes tipos de salto apresentarão precisão semelhante quando medidos com aplicativos de smartphone. Nesse caso, uma revisão sistemática e meta-análise entre estudos poderia fornecer evidências mais robustas em relação à validade e confiabilidade de aplicativos de smartphone para estimar a altura do salto vertical. Portanto, o objetivo deste estudo foi identificar e resumir os achados e, em seguida, estimar o viés de concordância de estudos que investigaram a validade de diferentes aplicativos de smartphone, na medição da altura do salto com diferentes técnicas.

4.4. MÉTODOS

Este estudo foi registrado no International Prospective Register for Systematic Reviews (PROSPERO: CRD42020185354). A meta-análise foi realizada de acordo com os procedimentos descritos no Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis (PRISMA).

4.4.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA

Em agosto de 2021, foi realizada uma primeira busca nas bases de dados PUBMED, SCOPUS e Web of Science. Em fevereiro de 2022, foi realizada outra busca com o objetivo de verificar se existiam novos artigos sobre o mesmo tema e um artigo foi adicionado à presente revisão. Os termos adotados foram separados por duas categorias: 1) Aplicativos de salto vertical: "my jump app" OR "jumbo app" OR "my jump" OR "jump app" OR "mobile app" OR "smartphone app" OR "smart device" OR "tablet" e 2) Desempenho do salto vertical: "Jump height". As listas de referência dos selecionados foram tabuladas para estudos adicionais. A

Figura 1 descreve os estudos selecionados de acordo com o fluxograma PRISMA (Page MJ et al., 2021).

4.4.2 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Critérios de inclusão foram definidos de acordo com a abordagem População, Intervenção/exposição, Comparador, Resultado, Tipo de estudo (PICOT) (AMIR-BEHGHADAMI et al., 2020). População: participantes de qualquer idade; Intervenção/Exposição: altura do salto vertical (CMJ, CMJA, agachamento e salto); Comparador: altura do salto vertical medida com aplicativos de smartphone em comparação com outros métodos padrão (por exemplo, plataforma de força, análise de vídeo, tapete de contato, plataformas de infravermelho, fotocélulas e acelerômetros); Resultado: precisão, validade e reprodutibilidade de aplicativos de smartphone que medem a altura do salto; Tipo de Estudo: estudos de validade concorrente e/ou reprodutibilidade.

A inclusão dos estudos foi decidida por consenso entre o primeiro e o quarto autores (ou seja, EFR e RAD). Em caso de discordância na inclusão de um artigo, outro autor foi consultado.

4.4.3 EXTRAÇÃO DE DADOS

Os seguintes dados foram extraídos de cada estudo selecionado: população, idade, sexo, tamanho da amostra, tipo de salto, métodos de referência e aplicativos para smartphones. Os dados de diferença média (bias) e os limites superior e inferior do intervalo de confiança de 95% foram extraídos dos gráficos de Bland-Altman. Quando necessário, os dados foram extraídos de gráficos usando o software Web Plot Digitizer (Versão 4.1). Os valores do coeficiente de correlação intraclassa (ICC) também foram extraídos. EFR e RAD conduziram toda a extração de dados independentemente antes de comparar os resultados.

4.4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Nosso principal interesse foi reunir o viés Bland-Altman (em cm) entre as alturas de salto vertical (diferentes tipos de salto) medidas com um aplicativo de smartphone e um método de referência. Esses dados forneceriam um valor de concordância mais realista entre os métodos. Nesse contexto, realizamos meta-análises separadas para cada tipo de salto (ou seja, CMJ, CMJA, SJ e DJ), com cada salto sub-agrupado de acordo com o método de referência (ou seja, plataforma de força, tapete de contato e fotocélulas optojump). Utilizou-se o método de variância inversa, efeitos aleatórios (ajuste de Hartung-Knapp) e estimador de Sidik- Jonkman

para τ^2 (SIDIK E JONKMAN, 2007). A heterogeneidade foi avaliada por inspeção visual, utilizando o X^2 ($\alpha = 0,1$) as inconsistências entre os estudos foram estimadas e quantificadas pelo I² (Heterogeneidade), valores acima de 50% foram considerados substanciais. Todas as análises foram realizadas em R (versão 4.0.3) utilizando o ambiente Rstudio (versão 1.0.153). As funções meta (BALDUZZI et al., 2019), metafor (VIECHTBAUER, 2010) e dmetar (HARRER et al., 2021) foram utilizadas nas análises. O α para todos os testes foi fixado em 5%.

4.5. RESULTADOS

4.5.1 BUSCA SISTEMÁTICA

A busca sistemática recuperou 210 estudos e após a remoção de 47 duplicatas, 163 títulos de estudos foram lidos para elegibilidade. Após a remoção de 121 estudos para o título, 42 estudos foram lidos para resumo, após a remoção de 15 estudos, 42 artigos foram selecionados para a leitura completa, após a remoção de 21 estudos, 18 estudos foram incluídos na revisão. A Figura 1 mostra o fluxograma PRISMA para todas as etapas da busca sistemática.

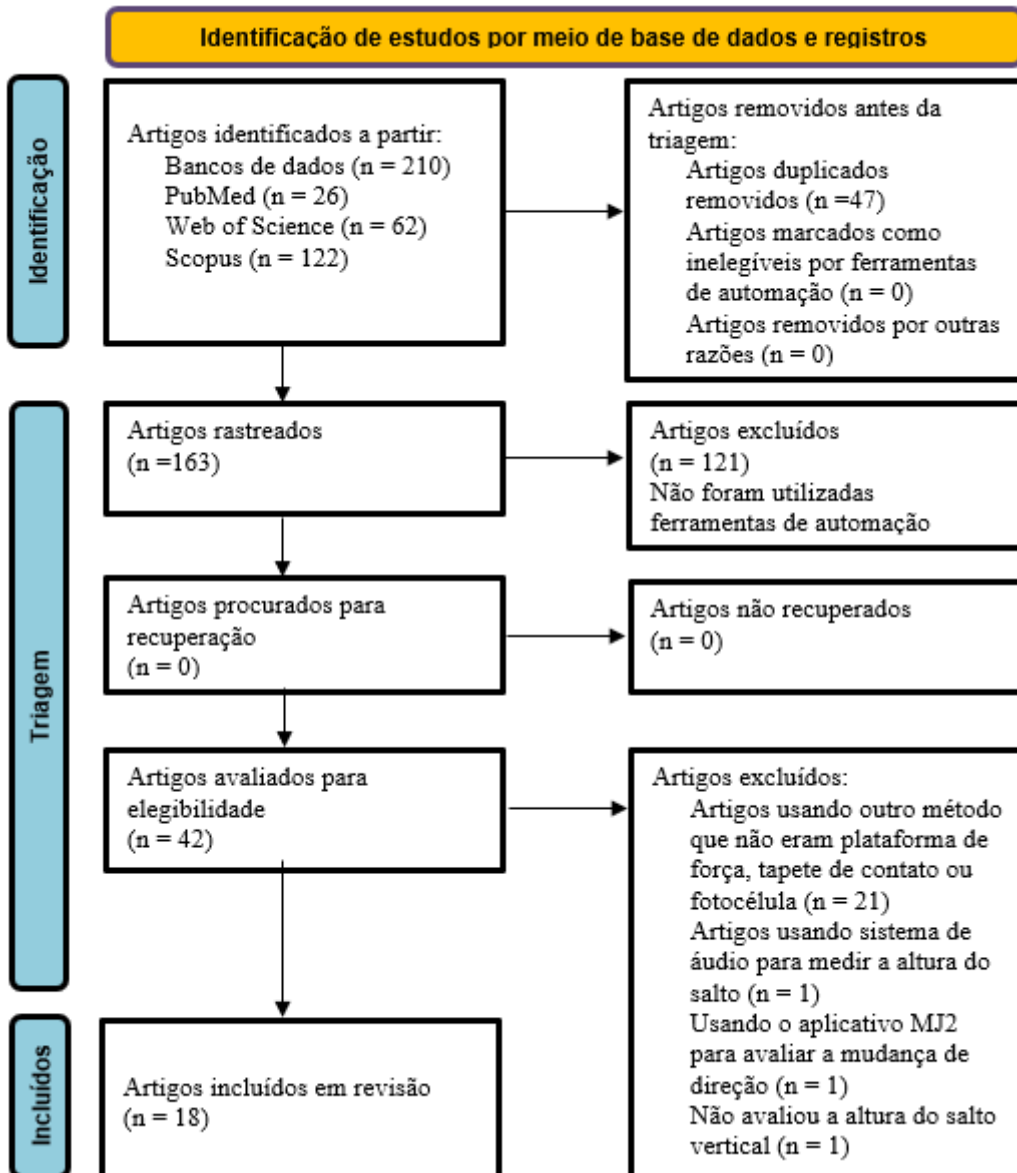


Figura 1. Fluxograma PRISMA do processo de seleção dos estudos.

4.5.2 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Os 18 estudos selecionados analisaram diferentes populações, em que quatro estudos avaliaram atletas adultos (esportes de combate, futebol e futebol [paralisia cerebral]), um com atletas jovens (atletismo), onze estudos utilizaram adultos fisicamente ativos, um estudo avaliou idosos saudáveis e um analisou crianças fisicamente ativas. Apenas um estudo verificou a validade do aplicativo Jumbo (Android), outros dois estudos avaliaram o aplicativo WhatsMyVert (IOS), e 15 estudos utilizaram o MyJump ou MyJump2 (IOS), um estudo utilizou o aplicativo MyJump2 e o aplicativo WhatsMyVert. O CMJ foi avaliado em 16 estudos, os saltos do SJ foram analisados em 6 estudos, o CMJA em 3 estudos e o DJ em 6 estudos (Tabela 1).

Os métodos de critérios de validade concorrente nos estudos incluídos foram plataforma de força em nove estudos, tapete de contato em quatro estudos, fotocélulas em dois estudos e dois estudos não avaliaram a validade das APPs. Em relação à análise estatística, 13 artigos avaliaram a concordância dos métodos utilizados na análise de Bland-Altman, enquanto um estudo não utilizou a altura do salto na análise de Bland-Altman. O estudo desenvolvido por Pueo et al. (2018) teve como objetivo verificar apenas a reprodutibilidade do aplicativo My Jump. A reprodutibilidade foi avaliada em 14 estudos, nos quais intra (11 estudos) e Inter-avaliador (6 estudos) da altura do salto foram avaliadas para MyJump/MyJump2 (12 estudos), Jumbo (1 estudo) e WhatsMyVert (2 estudos). Na tabela 1, a confiabilidade foi analisada por viés de Bland-Altman (4 estudos) e/ou ICC (10 estudos). Todos os 17 estudos apoiaram a validade e/ou reprodutibilidade de CMJ, SJ, DJ e/ou CMJA usando vieses de Bland-Altman (validade: 0,04 - 2,98; reprodutibilidade: -0,03 - 1,19) e ICC = (validade: 0,877 - 1,00; reprodutibilidade: 0,868 - 1,00).

Tabela 1. Estudos investigando a validade do vídeo de smartphones para diagnóstico de salto

Autor (ano)	População	Idade (anos)	n	Tipo de salto	Método padrão	APP	Mobile	Validade	Diferença	Confiabilidade
										<i>ICC (IC95%)</i>
Azevedo et al. (2019)	Atletas de esportes de combate masculinos	19,0±5,0	16	CMJ SJ DJ (30 cm)	Tapete de contato	Jumpo	Samsung Galaxy Tab A (35 fps, 720p)	CMJ = 1,35 (-2,10; 4,76) SJ = 1,79 (-3,46; 6,95) DJ = -0,37 (-6,46; 5,62)	APP-CM	CMJ: Intra-avaliador 1 = 0,945; 2 = 0,911 SJ: Intra-avaliador 1 = 0,939; 2 = 0,946 DJ: Intra-avaliador 1 = 0,959; 2 = 0,759 CMJ: Inter-avaliador = 0,939 SJ: Inter-avaliador = 0,919 DJ: Inter-avaliador = 0,844
								<i>Viés (CI95%)</i>		<i>ICC (IC95%)</i>
Balsalobre-Fernandez et al. 2014	Homens fisicamente ativo	22,0±3,6	20	CMJ	Plataforma de força	My Jump	iPhone 5 (120 Hz, 720p)	CMJ = 1,19 (0,10; 2,27)	APP-FP	CMJ: Inter-avaliador = 0,999 (0,998 – 0,999) <i>α</i> CMJ de Cronbach: Intra-avaliador 1 = 0,997; 2 = 0,988
								<i>Viés (CI95%)</i>		<i>ICC</i>
Barbalho, M. et al. 2021	Jogadores de futebol masculino	18,0±1,3	11	DJ (30 cm)	Plataforma de força	My Jump 2	iPhone 6s (120Hz, 720p)	DJ = -1,3 (-4,1; 1,4)	APP-FP	DJ: Intra-avaliador = 1,00 DJ: Inter-avaliador = 1,00

								<i>Masculino</i>		
								<i>ICC (IC95%)</i>		
								<i>Masculino</i>		
								<i>Viés (CI95%)</i>		
Bogataj et al. 2020a	Homens e mulheres fisicamente ativos	M=30,1±10,6	M=26	CMJ	Fotocélulas Optojump	My Jump 2	iPhone X (240Hz, 1080p)	OJ-APP	CMJ = 0,62 (-2,61; 3,85)	CMJ: Intra-avaliador = 0,96 (0,93;0,97)
		F=29,9±5,6	F=18	SJ					SJ = 0,39 (-3,39; 4,17)	SJ: Intra-avaliador = 0,93 (0,86; 0,96)
				CMJA					CMJA = 0,34 (-3,29; 3,97)	CMJA: Intra-avaliador = 0,97 (0,95;0,99)
									<i>Feminino</i>	<i>Feminino</i>
								<i>Viés</i>	<i>ICC (IC95%)</i>	
								CMJ = 0,91 (-4,19; 6,0)	CMJ: Intra-avaliador = 0,97 (0,93;0,98)	
								SJ = -0,56 (-4,97; 3,85)	SJ: Intra-avaliador = 0,94 (0,86; 0,97)	
								CMJA = 1,37 (- 6,02; 8,76)	CMJA: Intra-avaliador = 0,97 (0,94;0,98)	
								<i>Viés (CI95%)</i>	<i>ICC (IC95%)</i>	
Bogataj et al. 2020b Crianças	Crianças do sexo masculino e feminino da escola primária	M= 12,3±0,8	M=26	CMJ	Fotocélulas Optojump	My Jump 2	iPhone X (240Hz, 1080p)	OJ-APP	CMJ = -0,48 (-2,18; 2,08)	CMJ: Intra-avaliador = 0,96 (0,93; 0,97)
		F= 11,8±0,8	F=22	SJ					SJ = 0,13 (-2,11; 2,36)	SJ: Intra-avaliador = 0,88 (0,81; 0,93)
				CMJA					CMJA = -0,05 (-2,18; 2,08)	

										CMJA: Intra-avaliador = 0,97 (0,94; 0,98)
Brooks et al. 2018	Homens e mulheres fisicamente ativos	23,2 ± 3,5	M=14 F=12	CMJA	Plataforma de força	My Jump 2	iPad pro 9.7 (240fps, 1080p)	<i>Viés (CI95%)</i> CMJA= -2,98 (-7,09; 1,13)	APP-FP	<i>ICC (IC95%)</i> Intra-avaliador = 0,99 (0,99; 0,99)
Carlos-Vivas et al. 2018	Masculino e feminino fisicamente ativos	21,4±1,9	M=29 F=11	CMJ	Plataforma de força	My Jump	iPhone 6s (240 Hz, 720p)	<i>Viés (CI95%)</i> TIA: -0,07 (-0,29; 0,15) TOV: 0,22 (-1,46; 1,93)	APP-FP	<i>ICC</i> CMJ: Intra-avaliador = 0,983
Coswing et al. 2019	Atletas de futebol masculino com paralisia cerebral	28,1±1,4	40	CMJ SJ	Tapete de contato	My Jump 2	iPhone 6s (120 Hz, 720p)	<i>Viés (IC95%)</i> CMJ = -1,00 (-4,97; 3,03) SJ = 0,11 (-2,62; 2,98)	CM -APP	<i>ICC</i> CMJ: Intra-examinador = 0,99 SJ: Intra-examinador = 0,99 CMJ: Inter-examinador = 0,95 SJ: Inter-examinador = 0,93
Cruvinel-Cabral et al. 2018	Idosos do sexo masculino e feminino	M= 73,2 ± 6,4 F= 69,4 ± 8,9	M=12 F=29	CMJ	Tapete de contato	My Jump	iPhone 7s (240 Hz, 720p)	<i>Viés (IC95%)</i> Maior CMJ: -0,10 (-0,52; 0,33) CMJ médio:	CM-APP	<i>ICC (CI95%)</i> CMJ: Intra-avaliador = 0,95 (0,91;0,97)

								-0,14 (-0,56; 0,28)		
Driller et al. 2017	Atletas recreativos masculinos e femininos	20,0±4,0	M=30 F=31	CMJ	Plataforma de força	My jump	iPhone 6s (240 Hz, 720p)	<i>Viés (IC95%)</i> CMJ = 1,15 (-2,88; 5,05)	APP-FP	<i>ICC (IC95%)</i> CMJ: Inter-avaliador = 0,97 (0,95; 0,98)
Gallardo-Fuentes et al. 2016	Atletas masculinos e femininos	22,1±3,6	M=14 F=7	CMJ SJ DJ (40 cm)	Tapete de contato	My Jump	iPhone 6s (240 Hz, 720p)	<i>Viés (CI95%)</i> CMJ = 0,07 (-1,66; 1,76) SJ = - 0,04 (-1,52; 1,42) DJ = 0,09 (-1,68; 1,87)	APP-CM	<i>α de Cronbach</i> CMJ: Intra-sessão = 0,99 SJ: Intra-sessão = 0,99 DJ: Intra-sessão = 0,98 <i>Correlação (r)</i> CMJ: Inter- sessão = 0,95 SJ: entre sessões = 0,90 DJ: entre sessões = 0,87
Haynes et al. 2018	Masculino fisicamente ativo	29,5±9,9	14	DJ (20cm) DJ (40cm)	Plataforma de força	My Jump 2	iPhone 6s (240 Hz, 720p)	<i>Diferença média ± DP</i> DJ20 = 0,45 ± 4,25 DJ40 = 0,68 ± 1,59	APP-FP	<i>ICC (CI95 %)</i> CMJ: Intra-sessão = 0,96 (0,96; 0,99)
Montalvo et al. 2021	Adultos treinados do sexo	23,37±1,87	M=17 F=13	CMJ SJ	Plataforma de força	My Jump 2	iPhone X (240Hz, 720p)	<i>RSE</i> MJ2		<i>ICC e CV (IC95%)</i> MJ2

masculino e feminino	DJ (30 cm)	WhatsMy Vert	CMJ: RSE = 1,29 (0,85 – 2,07)	CMJ: ICC = 0,99 (0,98 – 0,99); CV = 7,05 (5,65 – 8,46)
			SJ: RSE = 0,99 (0,97 – 0,99)	SJ: ICC = 0,99 (0,99 – 0,99); CV = 4,78 (3,44 – 6,12)
			DJ: RSE = 1,30 (0,86 – 2,21)	DJ: ICC = 0,98 (0,97 – 0,99); CV = 7,10 (8,46 – 8,73)
		WhatsMyVert		WhatsMyVert
			CMJ: RSE = 1,31 (0,87 – 2,10)	CMJ: ICC = 0,99 (0,98 – 0,99); CV = 5,74 (4,58 – 6,89)
			SJ: RSE = 0,99 (0,99 – 1,00)	SJ: ICC = 0,99 (0,99 – 0,99); CV = 5,30 (3,57 – 7,02)
			DJ: RSE = 1,32 (0,19 – 2,22)	DJ: ICC = 0,98 (0,97 – 0,99); CV = 6,60 (5,34 – 7,87)

										ICC (%)
Oh et al. 2020	Masculino e feminino fisicament e ativos	23,8±3	M= 15 F= 15	CMJ	Plataforma WBB (Nintendo)	WhatsMy Vert	iPad Air 2 (240 Hz)	Viés (CI95%) CMJ = -0,70 (-5,2; 3,7)	WBB-APP	CMJ: Intra-avaliador = 0,97 (0,95; 0,98) CMJ: Inter-avaliador = 0,99 (0,98; 0,99)

										TvsUT = 0,985
										entre sessões
										= 0,922
										<i>ICC (CI95%)</i>
Stanton et al. 2017	Homens e mulheres fisicamente ativos	26,4±5,4	M= 10 F= 19	CMJ DJ (30 cm)	Plataforma de força	My Jump	iPhone 6s (240 Hz, 720p)	Viés (IC95%) CMJ = -0,19 (-2,39; 1,99) DJ = 0,86 (-0,03; 1,77)	FP-APP	CMJ: Entre sessões = 0,99 (0,98; 0,99) DJ: Entre sessões = 0,99 (0,98; 0,99)

M = Masculino; F = Feminino; CMJ = Salto contra movimento; SJ = Salto agachado; DJ = Salto da caixa; CMJA = Salto contra movimento com braços livres; FP = Plataforma de força; CM = Tapete de contato; OJ = Fococélulas Optojump; MCS = Sistema de legenda do motor; TIA = tempo no método aéreo da plataforma de força; TOV = velocidade no método de decolagem da plataforma de força; T = Treinado; UT = Não treinado ; ICC = Coeficientes de correlação intraclasse; Viés = Viés analisado por Bland-Altman; CV = Coeficiente ent de variação; RSE = Erro padrão aleatório.

4.5.3 META-ANÁLISE

Para o forest plot, as ilustrações foram divididas por tipo de salto, incluindo CMJ, CMJA, SJ e DJ (Figuras 2, 3, 4 e 5). Para cada tipo de salto, os estudos foram separados por subgrupos levando em consideração o método padrão utilizado (Plataforma de Força, tapete de contato, fotocélulas Optojump) e APP, assim os sinais foram ajustados para aqueles estudos que subtraíram APP - método padrão. Na figura 2, treze estudos analisaram a concordância do CMJ entre os métodos (APP vs método). De acordo com a análise, a diferença média dos APPs (My Jump, Jumpo e WhatsMyVert) em comparação com todos os métodos dos critérios foi de 0,18 (-0,15; 0,51). Além disso, o tapete de contato (Fig. 2, 4 e 5) apresentou diferença média de -0,11; 0,11; e -0,11, para fotocélulas (Fig. 2, 3 e 4) a diferença média foi de -0,15; -0,05; -0,20, e para plataforma de força (Fig.2 e 5) a diferença média foi de 0,56; -0,63 respectivamente.

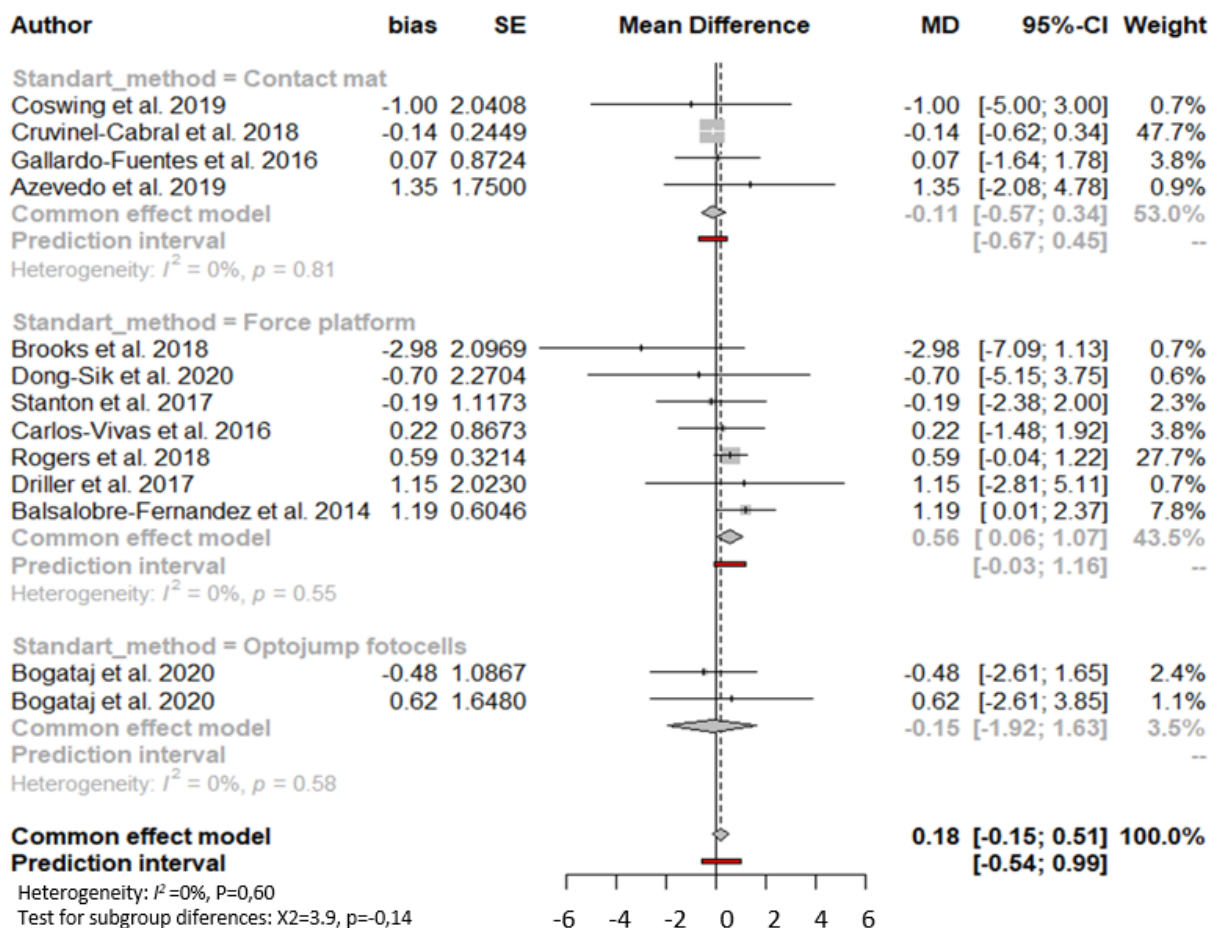


Figura 2. Forest plot apresentando, viés, erro padrão e diferença média padronizada e intervalos de confiança de 95% de estudos que relatam o método padrão para subgrupos para o salto de contramovimento (CMJ).

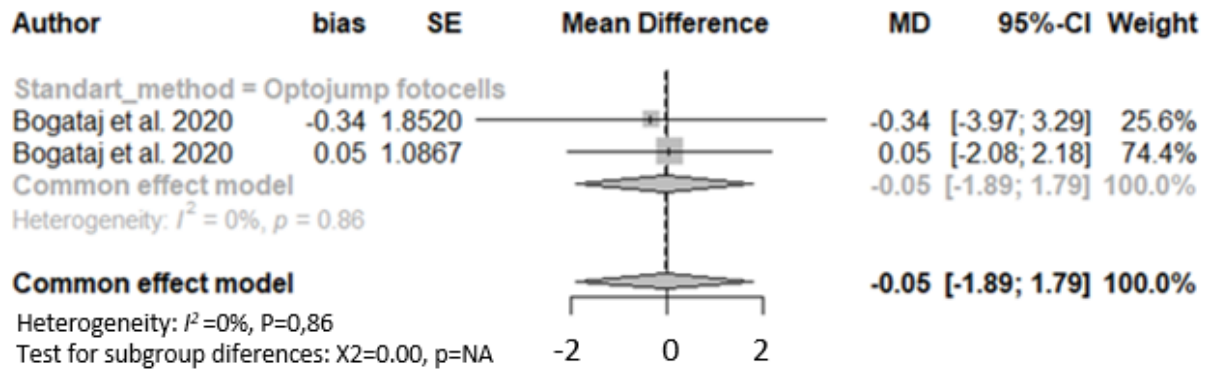


Figura 3. Forest plot apresentando, viés, erro padrão e diferença média padronizada e intervalos de confiança de 95% de estudos que relatam o método padrão para subgrupos para o salto contra movimento com braços livres de (CMJA).

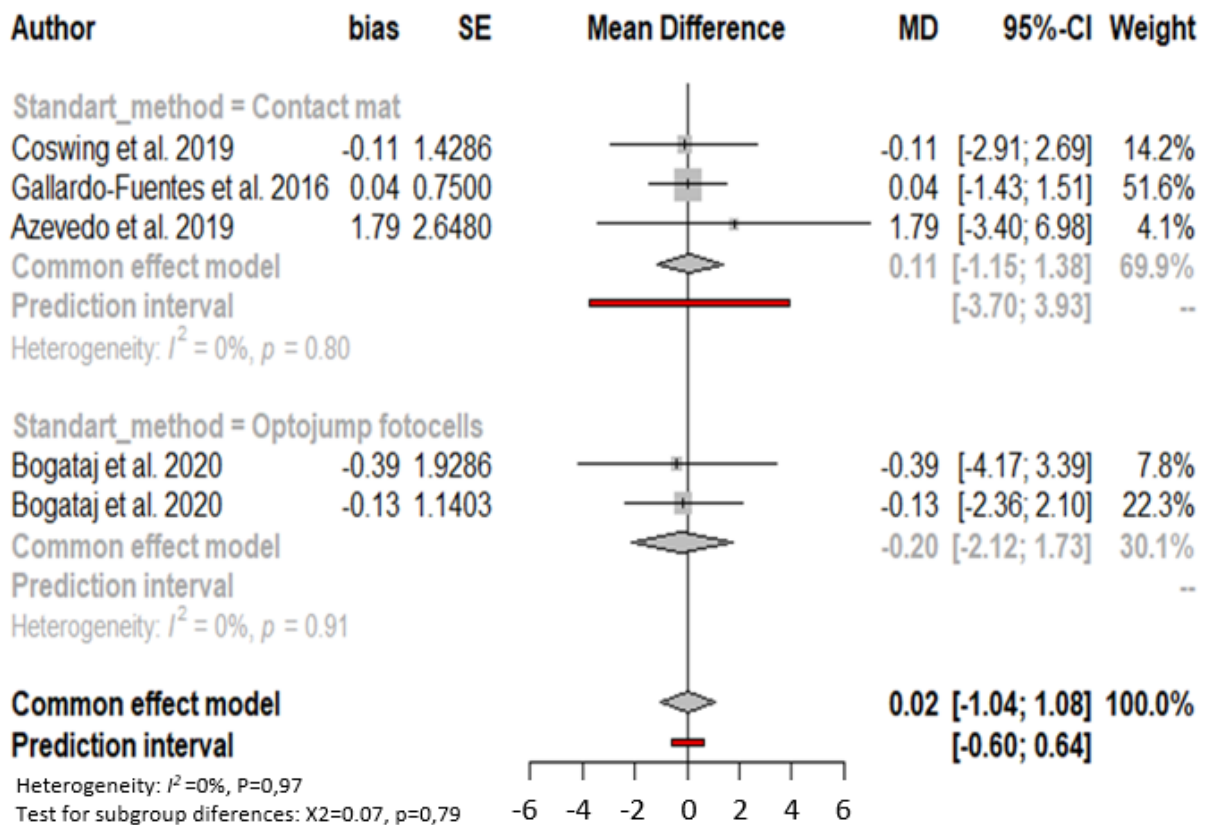


Figura 4. Forest plot apresentando, viés, erro padrão e diferença média padronizada e intervalos de confiança de 95% de estudos que relatam o método padrão para subgrupos para o Squat jump (SJ).

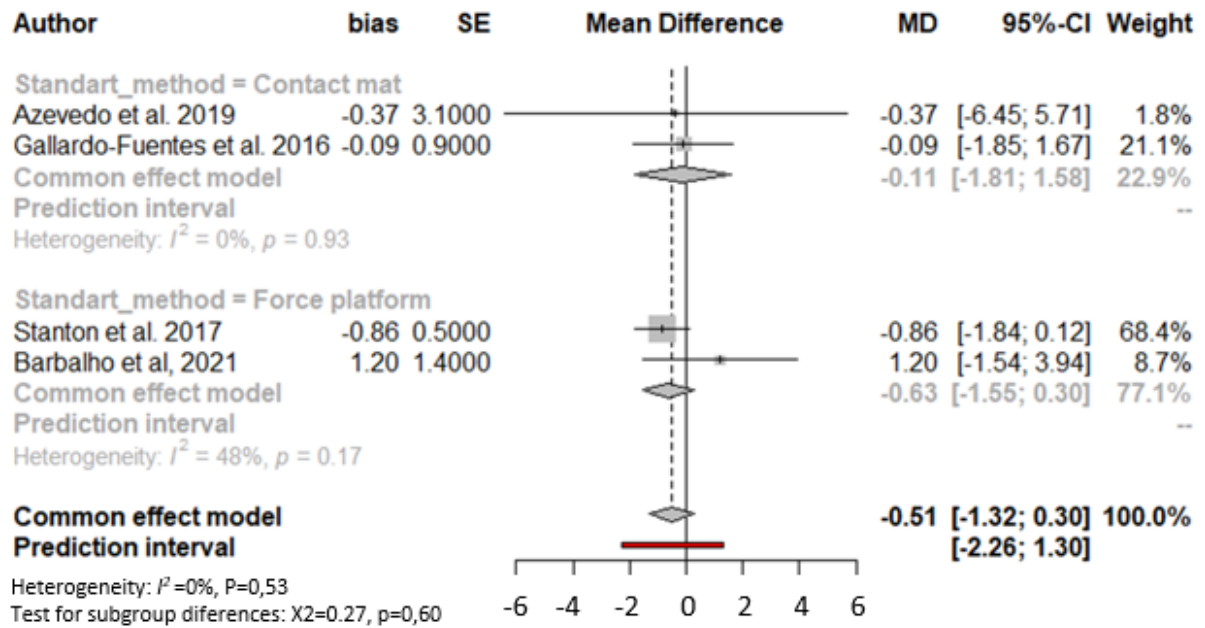


Figura 5. Forest plot apresentando, viés, erro padrão e diferença média padronizada e intervalos de confiança de 95% dos estudos que relatam o método padrão para subgrupos para o Drop jump (DJ).

4.5.4 VALIDADE

Quatorze estudos tiveram como objetivo verificar a validade concorrente dos APPs, comparando-os com algum método padrão (plataforma de força, tapete de contato, fotocélulas). O estudo de Azevedo et al. (2019) foi o único a verificar a validade do APP Jumo (para Android) em atletas de Jiu-Jitsu Brasileiro, e seus achados indicam uma forte concordância para a altura de salto de CMJ, SJ e DJ de inter-instrumentos (tapete de contato e Jumo; ICC = 0,939 – 0,972), bem como intra observador (ICC = 0,911 – 0,959) e inter-observador (ICC = 0,939 – 0,951). Da mesma forma, apenas um estudo verificou a validade concorrente do APP WhatsMyVert (para IOS), OH, et al., (2020) utilizaram uma plataforma Nintendo force (Wii Balance Board – WBB) para comparar com o APP, em adultos saudáveis e ativos e encontraram excelente concordância para a altura de salto do CMJ (ICC = 0,972 [0,952; 0,983]); porém, os autores encontraram diferença significativa entre os instrumentos (diferença média = 0,745 cm, $p < 0,05$).

Dentre os estudos aqui selecionados, o My Jump (versão 1 ou 2) foi o APP mais utilizado, a validade e reprodutibilidade foram avaliadas para diferentes populações, com diferentes métodos padrão e tipos de saltos. O primeiro estudo a verificar a validade e reprodutibilidade do My Jump foi o de Balsalobre-Fernandez et al. (2014), que avaliou 20 homens ativos e encontrou concordância quase perfeita entre a plataforma de força e o My Jump para medir a

altura do salto do CMJ (ICC = 0,997 [0,996; 0,998]; Bland Altman bias = 1,19 [-0,10; 2,27]). Carlos-Vivas et al. (2018) também avaliaram adultos jovens saudáveis e observaram que o My Jump foi válido para medir as alturas de salto do CMJ em comparação com a plataforma de força (ICC = 1,00; $p < 0,001$). Stanton et al. (2017) avaliaram adultos sedentários ($26,4 \pm 5,3$ anos), comparando o APP My Jump 2 com plataforma de força e concluíram que MJ2 tem validade para medir CMJ (ICC = 0,99 [0,98 – 0,99]; Bias = -0,19[-2,39; 1,99]) e DJ - 30 cm (ICC = 0,99 [0,60 – 0,99]; Viés = 0,86 [-0,03; 1,77]). Para CMJA, Brooks et al. (2018) avaliaram adultos ativos de ambos os sexos ($23,2 \pm 3,5$ anos), comparando My Jump APP e plataforma de força, os autores observaram uma forte correlação para altura do salto de CMJA (ICC = 0,98 [0,97 – 0,99]; Bias = -2,98 [-7,09; 1.13]).

Outros estudos avaliaram diferentes populações e tipos de salto. No estudo desenvolvido por Cruvinel-Cabral et al. (2018), foi investigada a validade do APP My Jump para idosos saudáveis ($73,2 \pm 6,4$ anos), sendo encontrada uma correlação quase perfeita entre o APP e o tapete de contato (ICC = 0,948 [0,913 – 0,970]; Bias = -0,14 [-0,62; 0,34]). Bogataj et al. (2020) investigaram a validade do My Jump APP em comparação com as fotocélulas OptoJump em crianças (11-14 anos), os saltos avaliados foram CMJ, CMJA e SJ, os autores encontraram uma alta correlação entre fotocélulas e APP para CMJ (ICC = 0,97 [0,95 – 0,98]; Viés = -0,48 [-2,18; 2,08]), CMJA (ICC = 0,99 [0,98 – 0,99]; Viés -0,05 [-2,18; 2,08]) e SJ (ICC = 0,97 [0,95; 0,98]).

Em relação à validade de APPs em atletas, Barbalho et al. (2021) avaliaram jovens jogadores de futebol ($18,2 \pm 1,3$ anos), e compararam os resultados em DJ (30 cm) entre My Jump 2 APP e plataforma de força, (ICC = 0,97 [0,89 – 0,99]; Bias = -1,3 [-4,1; 1.4]). Gallardo-Fuentes et al. (2016) verificaram a validade do My Jump APP comparando com um tapete de contato, em atletas jovens, e uma correlação quase perfeita foi encontrada entre os instrumentos para CMJ (ICC = 0,99 [sem valores de IC relatados]; Bias = 0,07 [-1,66; 1,76]), SJ (ICC = 0,99 [nenhum valor de IC relatado]; Viés = -0,04 [-1,52; 1,42]) e DJ - 40 cm (ICC = 0,99 [nenhum valor de CI relatado]; Viés = 0,09 [-1,68; 1,87]). Atletas jovens ($15,0 \pm 1,4$ anos) também foram avaliados por Rogers et al. (2018), que compararam My Jump APP e plataforma de força, os autores observaram alta concordância inter-instrumentos para resultados de CMJ (ICC = 0,99 [0,99 – 0,99]; Viés = 0,59 [-0,04; 1.22]). Driller et al. (2017) avaliaram atletas ($20,0 \pm 4,0$ anos) e observaram alta correlação entre My Jump APP e plataforma de força para a altura do salto de CMJ (ICC = 0,96 [0,96 – 0,97]; Bias = 1,15 [-2,88; 5,05]).

O estudo de Azevedo et al. (2019) foi o único a verificar a validade do APP Jumpo (para Android) em atletas de Jiu-Jitsu Brasileiro e, seus achados, indicam uma forte concordância

para a altura de salto de CMJ, SJ e DJ de inter-instrumentos (tapete de contato e Jumbo; ICC = 0,939 – 0,972). OH, et al., (2020) utilizaram o APP WhatsMyVert (para IOS), e uma plataforma Nintendo force (Wii Balance Board – WBB). Os autores avaliaram adultos saudáveis e ativos, e encontraram excelente concordância para a altura de salto do CMJ (ICC = 0,972 [0,952; 0,983]), porém visualizaram diferença significativa entre os instrumentos (diferença média = 0,745 cm, $p < 0,05$).

Por fim, o estudo de Montalvo et al., 2021 foi o único a verificar a validade das aplicações MJ2 e WhatsMyVert nos saltos de CMJ, SJ e DJ em comparação com uma plataforma de força em adultos treinados. O autor encontrou validade para salto em altura, no aplicativo MJ2 para CMJ (RSE = 1,29 [0,85 – 2,07]); SJ (RSE = 0,99 [0,97 – 0,99]; DJ (RSE = 1,30 [0,86 – 2,21] para o aplicativo WhatsMyVert no CMJ (RSE = 1,31 [0,87 – 2,10]); SJ (RSE = 0,99 [0,99 – 1,00]);) Ressalta-se que este estudo não utilizou a análise de Bland-Altman para comparar os instrumentos, por este motivo não foi incluído na meta-análise.

De acordo com os achados na presente revisão, ambos aplicativos mostram validade comparados com métodos padrão e em diferentes populações.

4.5.5 REPRODUTIBILIDADE

Nesta revisão, 14 estudos avaliaram a reprodutibilidade intra e/ou inter-examinador. Pueo et al. (2018) avaliaram 18 avaliadores treinados e não treinados no aplicativo My Jump para medir as alturas do CMJ. Os autores encontraram um intra-examinador alto (treinados: ICC = 0,984 [0,97 – 0,990]; 0,41 [-1,24; 2,04]; não treinados: ICC = 0,984 [0,972 – 0,990]; 0,41 [-1,24; 2,04] inter-avaliadores (ICC = 0,984 [0,973 – 0,991]; -0,55 [-2,19; -1,09]). De acordo com os autores estes resultados indicam que o aplicativo My Jump não necessita de um treinamento prévio para avaliar as alturas do CMJ. Da mesma forma, Gallardo-Fuentes et al. (2016) avaliaram atletas jovens e observaram alta intra-sessão (ICC = 0,98 – 0,99) e concordâncias inter-sessão (ICC = 0,98 – 0,99) para My Jump na medição das alturas de CMJ, SJ e DJ, nenhum valor de CI foi relatado neste estudo. Coswing et al. (2019), também encontraram resultados semelhantes ao avaliar a confiabilidade intra e inter-examinador em saltos SJ e CMJ (intra examinador: ICC de SJ = 0,99 [nenhum valor de CI relatado], ICC de CMJ = 0,99 [nenhum valor de CI relatado]; inter-avaliador: ICC de SJ = 0,93 [nenhum valor de IC relatado], ICC de CMJ = 0,95 [nenhum valor de IC relatado]). Para o aplicativo My Jump, Brooks et al. (2018) encontraram concordância intra-avaliador quase perfeita (ICC = 0,99 [0,99 – 0,99]); Viés = 0,02 [nenhum valor de IC relatado]) para CMJA. Stanton et al. (2018) observaram alta concordância intra examinador para CMJ (CCI = 0,99 [0,98 – 0,99]; Viés =

0,43 [-0,6; 1,45]) e DJ – 30 cm (CCI = 0,99 [0,98 – 0,99]; Viés = 0,38 [-0,39; 1,16]). Bogataj et al., (2020; 2020) mostraram em dois estudos alta confiabilidade intra examinador para adultos ativos de ambos os sexos no SJ (Homens: ICC = 0,93 [0,86 – 0,96]; Mulheres: ICC = 0,94 [0,86 – 0,97]), CMJ (Homens: ICC = 0,96 [0,93 – 0,97]; Mulheres: ICC = 0,97 [0,93 – 0,98]) e CMJA (Homens: ICC = 0,97 [0,95 – 0,99]; Mulheres: ICC = 0,97 [0,92 – 0,98]), e para crianças de ambos os sexos, intra avaliador SJ (ICC = 0,88 [0,81 – 0,93]), CMJ (ICC = 0,96 [0,93 – 0,97], CMJA (ICC = 0,97) [0,94 – 0,98]). A reprodutibilidade inter-examinador também foi avaliada por Driller et al. (2017), no qual mostraram confiabilidade para CMJ (ICC = 0,97 [0,95 – 0,98], e Balsalobre et al. (2014) que também observaram confiabilidade para CMJ (ICC = 0,99 [0,99 – 0,99]; Bias = 0,11[-0,68; 0,91].

Azevedo et al. (2019) avaliaram a confiabilidade intra e inter-examinador para Jumo APP considerando o SJ, CMJ e DJ (31cm), os autores observaram concordância intra avaliador (CMJ: ICC = 0,94 [sem valores de IC relatados]; SJ: ICC = 0,93 [sem valores de IC relatados]; e DJ: ICC = 0,84 [sem valores de IC relatados]) e inter-avaliador (CMJ: ICC = 0,93 [nenhum valor de IC relatado]; SJ: ICC = 0,91 [nenhum valor de IC relatado]; e DJ: ICC = 0,84 [nenhum valor de IC relatado]) para todos os saltos. OH et al. (2020) avaliaram a APP WhatsMyVert, e também observaram alta concordância intra avaliadores (ICC = 0,97 [0,95 – 0,98]; Bias = 0,0 [-3,4; 3,4]) e inter-avaliadores (ICC = 0,98 [0,98 – 0,99]; Viés = - 0,0 [-3,4; 3,4]). Por fim, o artigo de Montalvo et al. (2021) utilizaram MJ2 e WhatsMyVert, para avaliar a reprodutibilidade nos saltos de CMJ, SJ e DJ, foram encontrados teste-reteste para MJ2 no CMJ (ICC = 0,99 [0,98 – 0,99]; SJ (ICC = 0,99 [0,99 – 0,99]; e DJ (ICC = 0,98 [0,97 – 0,99], para o aplicativo WhatsMyVert no CMJ (ICC = 0,99 [0,98 – 0,99]); SJ (ICC = 0,99 [0,99] – 0,99] e para DJ (ICC = 0,98 [0,97 – 0,99].

Neste contexto ambos aplicativos mostraram altos valores de reprodutibilidade inter e intra avaliadores.

4.6. DISCUSSÃO

4.6.1 PRINCIPAIS ACHADOS

A busca da revisão sistemática identificou 18 estudos, e a meta-análise foi realizada com 14 estudos que comparam métodos padrão e APPs de smartphones divididos por tipo de salto (CMJ, SJ, DJ e CMJA). Os principais achados sugerem baixo viés e altos ICCs para APPs quando comparados aos métodos padrão. Em geral, os APPs são válidos e reprodutíveis para medir a altura do salto de CMJ, SJ, DJ e CMJA. No entanto, de acordo com os estudos

selecionados nesta revisão, o APP My Jump apresenta um corpo maior de evidências para concluir que é válido e reproduzível para medir a altura do salto, enquanto os APPs Jumpo e WhatsMyVert necessitam de mais estudos para garantir sua validade e reprodutibilidade. Em relação ao tipo de salto, CMJ (13 estudos) foi o principal tipo de salto analisado, seguido por SJ (5 estudos), DJ (4 estudos) e CMJA (2 estudos).

Os aplicativos MJ e MJ2 apresentaram a menor diferença média (DM) para o tapete de contato (DM = -0,11) para o salto CMJ, quando comparado à plataforma de força (DM = 0,56) e fotocélula (DM = -0,15) os valores obtidos foram maiores, especialmente na plataforma de força. No entanto, foi possível verificar que o salto CMJA demonstrou menor erro (DM = -0,05) para a fotocélula. O salto SJ também indicou um menor erro para o tapete de contato (DM = 0,11). Por fim, o drop jump apresentou menor erro para tapete de contato (DM = -0,11) com efeitos pequenos a moderados para a altura do salto, outro ponto é que os saltos de SJ, DJ e CMJA precisam de mais estudos, para que haja um melhor entendimento de sua real capacidade em mensurar altura do salto. Nesse contexto, foi possível perceber que o aplicativo My Jump apresenta maior número de evidências sobre sua capacidade de avaliar a altura do salto vertical, do que os demais aplicativos (Jumpo e WhatsMyVert), portanto, mais estudos com esses aplicativos são necessários para garantir sua validade e reprodutibilidade.

4.6.2 META-ANÁLISES (VIÉS ENTRE TIPOS E MÉTODOS DE SALTO)

De acordo com a meta-análise do Forest Plot, no salto CMJ, na análise de subgrupo, apesar da homogeneidade entre os estudos, para o tapete de contato quando comparado com plataforma de força e fotocélulas, o tapete de contato apresenta um erro de medição menor. Ao olharmos no forest plot do CMJ (Figura2), no subgrupo da plataforma de força, podemos perceber que o estudo de Brooks et al., apresenta um erro de -2,98 cm sendo o maior erro encontrado entre todos estudos desta revisão, a possível explicação para isto se deu por causa da frequência de utilização utilizada na plataforma de força em sua pesquisa (400 Hz). Para medida da altura de salto as frequências em torno de 1000 a 1200 Hz são recomendadas (MOIR., 2008; ARAGÓN-VARGAS 2000). Plataformas de força detectam o centro de massa do indivíduo assim que ele sobe na plataforma. Por este motivo, em frequências mais baixas (<1000 Hz) o momento exato de take-off pode ser marcado tarde pela plataforma, Kibele et al (1998), encontrou erro <0,01% na altura do salto em plataformas que utilizaram frequências > 1000 Hz, e um erro de $\leq 2\%$ em frequências menores que 1000 Hz, portanto a subestimação a superestimação dos valores do salto em plataformas de força pode ser explicada por baixas frequências de amostragem quando o take-off é marcado muito tarde ou muito cedo, resultando

em um salto mais baixo ou mais alto. O estudo de Aragorn et al., (2000) suporta esta ideia ao encontrar um erro de 2% na altura do salto utilizando o momento de take-off em uma plataforma de 300 Hz. Outro ponto importante diz respeito a que plataformas de força, ao utilizarem o take-off e centro de massa na mensuração da altura do salto podem produzir erros quando a medida do peso do indivíduo é feita de forma errada. Por exemplo, um erro de 0,25% de superestimação do peso corporal pode levar a uma subestimação da altura do salto em 6,5% (STREET et al., 2001). Este tipo de erro, por sua vez, não afeta os tapetes de contato que calculam a altura do salto apenas pelo método de tempo de voo. Exemplificando, o tapete de contato utiliza microswitches instalados nas extremidades do tapete que marcam o intervalo de tempo em frequências maiores que 1000 Hz entre a fase de take-off e a fase de aterrissagem (primeiro contato dos pés com o tapete após a decolagem). O tapete de contato é conectado a um software que utiliza, em sua maioria, a fórmula de Bosco et al., (1983) ($h=t^2 \times 1.22625$) para mensurar a altura (GARCIA-LOPEZ et al., 2008). Vale lembrar que ambos aplicativos MJ2, JPO e WhatsMyVert utilizam a mesma fórmula que o tapete de contato utiliza. Dessa forma, é possível que se Brooks tivesse utilizado em seu estudo uma Plataforma de força com as frequências recomendadas, talvez o resultado de sua pesquisa apresentasse menor erro de medida para a altura do salto.

No caso da fotocélula, houve apenas dois estudos que fizeram uso deste equipamento nesta revisão, pois as fotocélulas consistem em circuitos fotoelétricos que são ativados pela interrupção de lasers de infravermelho (SANTOS-LOZANO et al., 2014). Os dois estudos que utilizaram a fotocélula de OptoJump (Tabela 1) não encontraram subestimação nem superestimação dos valores do salto vertical, o que contrasta com um estudo anterior, que ao validar este tipo de equipamento encontrou subestimação do valor da altura do salto em aproximadamente 1 cm quando comparados com uma plataforma de força (GLATTHORN et al., 2011). Porém, devido ao número reduzido de estudos com a fotocélula Optojump, torna-se mais difícil chegar a qualquer conclusão acerca dos resultados apresentados para este equipamento.

Quanto aos outros tipos de saltos SJ, CMJA e DJ, houve um número menor de estudos que avaliaram esses saltos em relação ao salto do CMJ, mas foi possível observar que no salto de SJ houve menor erro para o tapete de salto (DM = 0,11). É preciso notar que para SJ, apenas tapete de contato (3 estudos) e fotocélula optojump (2 estudos) foram utilizados nas análises de forest plot. Para o salto de DJ, tapete de contato (2 estudos) e plataforma de força (2 estudos), foram utilizados na meta-análise e novamente houve menor erro de medição do tapete de salto (DM = -0,11). A falta de estudos neste caso dificulta a discorrer sobre os resultados desses dois

tipos de salto; porém, dada a maior simplicidade e objetividade com o uso de sensores com mais de 1000 Hz, sem levar em consideração o peso do indivíduo para a variável de altura do salto, usar apenas o tempo de voo para medir a altura, e utilizar a mesma equação que os APPS, tapetes de contato especificamente para esta variável, parecem ter maior precisão quando comparados com fotocélulas e plataformas de força. Contudo, como dito anteriormente, é possível que estes resultados tenham sido favoráveis ao tapete de contato apenas em função do maior viés no estudo de Brooks. Portanto, pede-se cautela ao analisar os dados. Em específico, para o salto CMJA, apenas dois estudos foram utilizados nas análises do forest plot, e para apenas um instrumento (fotocélula optojump), mesmo com um erro de medição baixo ($DM = -0,05$), não foi possível fazer uma comparação entre instrumentos.

4.6.3 VALIDADE

Neste contexto, especialmente o My Jump APP (1 e 2), podem ser uma ferramenta válida para medir a altura do salto vertical. Destacam-se que alguns estudos selecionados nesta revisão sistemática encontraram valores de subestimação e/ou superestimação para altura de salto. Carlos-Vivas et al. (2018) encontraram uma superestimação de 0,78% para o My Jump APP na altura do salto de CMJ. Driller et al. (2017) observaram uma superestimação de 2,0 cm nas alturas do CMJ usando o My Jump APP. Por outro lado, Haynes et al. (2018) demonstraram que o My Jump APP subestima (-2,1 %) as alturas do DJ (20 cm). Nesses estudos, os autores explicaram que as diferenças nas frequências amostrais entre smartphones (240 Hz) e plataformas de força (Stanton a 1.000 Hz; Carlos-Vivas e Haynes a 1.200 Hz; Driller a 200 Hz) foi a causa de seus resultados. Outra possível explicação para esse erro sistemático nas medições deve-se a possíveis variações biológicas do indivíduo e do ambiente, como a fadiga, a curva de aprendizado do gesto motor (efeito da aprendizagem motora), variações anatômicas, hora do dia e níveis de treinamento dos avaliados Sharp et al. (2019). O estudo de Azevedo et al (2019), por exemplo, foi o único a analisar o aplicativo Jumbo e observou uma subestimação de -4,8% para as alturas do CMJ. Uma explicação dos autores, foi a subestimação devido à baixa de *frames per second* (FPS) do APP Jumbo (35 fps). Por definição, FPS é o número de vezes por segundo que o *hardware e software* do equipamento irão construir e exibir as imagens. O FPS irá corresponder à resolução máxima do vídeo e à taxa de atualização do monitor ou câmera, medida em Hertz (Hz). Por exemplo, se uma câmera de um celular possui uma taxa de atualização de 240 Hz, o máximo de FPS que o equipamento alcançará será 240 fps (HANDA et al., 2012). No caso do celular utilizado no estudo de Azevedo, essa baixa taxa de quadros dificultou a marcação do momento de decolagem e pouso. É importante lembrar

que o aplicativo Jumbo usa o sistema Android, e no estudo em questão, a câmera do smartphone não possuía câmera lenta com uma taxa acima de 120hz, frequência, recomendada pelo primeiro estudo a validar um aplicativo de celular para medir o salto vertical (BALSALOBRE et al., 2014). Por outro lado, o estudo de OH et al., (2020) e de Montalvo et al., (2021) foram os únicos avaliando o aplicativo WhatsMyVert para mensurar a altura do salto quando comparado a uma plataforma de força no salto CMJ, a OH encontrou um viés de -0,70 demonstrando que o aplicativo WhatsMyVert parece ser válido para a medição da altura do salto, Por fim, Montalvo também encontrou validade para a aplicação pela RSE (tabela 1), porém, o autor não usou análises bland-altman, por isso não foi possível verificar valores de viés entre os instrumentos. Desta forma, mais estudos com diferentes métodos padrão e outras populações são necessários para esta aplicação.

4.6.4 REPRODUTIBILIDADE

Nesta revisão, 15 estudos avaliaram a reprodutibilidade. Alta concordância foi encontrada intra e inter-avaliadores, intra (0,88 – 1,00) e inter (0,84 – 1,00) para todos os estudos (Tabela 1). Os níveis de concordância entre os avaliadores testados mostraram que diferentes avaliadores (treinados e não treinados) podem obter medições confiáveis sem ter treinamento prévio para analisar quadros de decolagem e aterrissagem, independentemente dos tipos de saltos avaliados.

4.6.5 PERSPECTIVAS FUTURAS E APLICAÇÕES PRÁTICAS

Esperamos que, com o avanço da tecnologia, possamos ter acesso a aplicações cada vez mais precisas, fáceis de usar e de baixo custo, pois com a criação desse tipo de ferramenta, será possível ter praticidade, agilidade na aquisição de dados, com aplicabilidade em diversas áreas do treinamento e na área clínica. Em outro ponto, os aplicativos, principalmente MJ2 e MJ, mostraram que podem ser utilizados em diversas populações (idosos, crianças e adolescentes, adultos ativos e atletas de ambos os sexos). Estudos futuros podem trazer luz acerca de variáveis de potência de membros inferiores, e capacidades físicas envolvidas no gesto motor do salto vertical.

4.6.6 PONTOS FORTES E LIMITAÇÕES

Este estudo de revisão sistemática foi a primeira meta-análise a avaliar a qualidade dos estudos de validação e reprodutibilidade de aplicações que medem a altura do salto vertical.

Também foi possível analisar e comparar diferentes métodos de validação padrão, para diferentes tipos de saltos.

Como já mencionado nesta revisão, há uma clara falta de estudos sobre validade e reprodutibilidade para os outros aplicativos (Jumpo e Whatsmyvert APPS) quando comparados ao My Jump ou My Jump 2. Outras aplicações como Jumpo e WhatsMyVert precisam ser mais exploradas para uma melhor compreensão de sua validade e reprodutibilidade, os tipos de saltos também tiveram um número menor para SJ, DJ e CMJA em comparação com o salto CMJ, não sendo possível comparar todos os métodos padrão para todos os tipos de saltos. Outro ponto refere-se ao tamanho amostral de alguns estudos que acabam reduzindo seu poder estatístico. Esta revisão limitou-se apenas ao estudo da variável altura do salto, existem outras aplicações que medem outras capacidades físicas que merecem atenção. Outro ponto que não foi abordado em nosso estudo foi uma meta-análise da reprodutibilidade. Estudos futuros podem trazer esses dados e contribuir para o avanço do entendimento nesta área.

4.7. CONCLUSÃO

É notável, na presente revisão, que muitos estudos confirmam a validade e reprodutibilidade do My Jump APP (versões 1 e 2), já que este é o primeiro e mais utilizado APP para medir altura de salto. Outros APPs (Jumpo e WhatsMyVert) precisam de maior investigação para avaliar a validade e reprodutibilidade, para diferentes populações e com outros métodos padrão, garantindo assim, que sejam usados na área de ciências esportivas. Outro ponto que ficou claro nas análises de forest plot, foi que, aparentemente, o tapete de contato pode ser uma ferramenta mais precisa (erro de medição mais baixo) para medir a altura do salto vertical, quando comparado com plataforma de força e fotocélula. No entanto, mais estudos precisam ser feitos comparando outros métodos e mais tipos de saltos para confirmar essa hipótese. Por fim, recomendamos que estas ferramentas, dada a sua fácil aplicabilidade e baixo custo, sejam utilizadas por técnicos, treinadores e profissionais da área de esportes científicos, visando um melhor acompanhamento do desenvolvimento e desempenho de seus avaliados.

5. MÉTODOS

5.1. PARTICIPANTES DO ESTUDO

A seleção da amostra foi do tipo intencional não probabilística, e foi composta por 104 crianças e adolescentes de ambos os sexos, com idades entre 07 e 17 anos residentes da cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Inicialmente, os participantes foram divididos em dois grupos separados por sexo (meninos = 85 meninas = 19) para verificar a validação e reprodutibilidade dos aplicativos My Jump 2 (MJ2) e Jumbo (JPO). Para analisar a influência do nível maturacional, os participantes (n = 104) foram divididos em três grupos separados pelo estágio maturacional (Pré PVC = 48, Durante PVC = 20 e Pós PVC = 36).

5.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os seguintes critérios de inclusão no estudo foram estabelecidos: a) nenhuma limitação física ou lesão musculoesquelética nos membros inferiores; b) não estar participando de outra pesquisa; c) apresentar termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE I) assinado pelos pais ou responsável; d) apresentar idade entre 07 e 17 anos; e) disponibilidade em participar de todas as etapas da pesquisa. Foram elegíveis para o estudo todos os indivíduos que se enquadraram nos critérios estabelecidos.

5.3. DELINEAMENTO DA PESQUISA

O estudo tem característica descritiva quanto ao seu objetivo. Com relação à abordagem do problema, o estudo é definido como quantitativo. A metodologia aplicada para o levantamento dos dados permite caracterizar o estudo como transversal de validação concorrente (FONTELLES et al., 2009), que objetivou examinar a validade e a reprodutibilidade dos aplicativos para *smartphones* My Jump 2 para Iphone e Jumbo para Androide na mensuração da altura do salto vertical, comparando os resultados obtidos com os resultados de um tapete de contato (Jump System Pro®, Nova Odessa, São Paulo, Brasil) validado para mensurar a altura do salto vertical.

O estudo foi realizado em três dias distintos, sendo que, no primeiro dia, foram coletados os dados antropométricos de massa corporal, estatura, comprimento das pernas e altura tronco encefálica. Com estas variáveis, foi calculado o Pico de Velocidade de Crescimento (PVC), com intuito de avaliar o estágio maturacional dos participantes. Em seguida, foi realizada uma familiarização com os participantes para uma apresentação e experimentação prática do salto com contra movimento (CMJ) onde os indivíduos ambientaram-se com a técnica do movimento

que seria utilizada no estudo. Após a ambientação, mais dois encontros foram realizados separados por, no mínimo 24 horas, e no máximo, uma semana. Nestes dois encontros (segundo e terceiro dias) foi realizado um aquecimento de 2 minutos de alongamentos balísticos (polichinelos e flexões de quadril com joelhos estendidos), 5 agachamentos, 5 afundos e 3 CMJ. Após o aquecimento, todos os participantes receberam instrução para permanecer no tapete de saltos até o comando do avaliador que permitiu a execução do salto. Cada participante realizou 6 CMs no tapete de saltos, enquanto simultaneamente foi gravado com os aplicativos de celular My Jump e Jumpo. Para a gravação com os aplicativos, um avaliador apertava o botão de gravar em ambos os celulares e dava o comando para que o participante saltasse. Foi utilizado um iPhone 8 plus (Apple Inc, USA) com câmera de alta velocidade 240FPS (*Frames per second*) e Samsung J4 15G/DS com câmera gravando a 35 FPS. Cada salto foi separado por 2 minuto de pausa para recuperação (Figura 6).

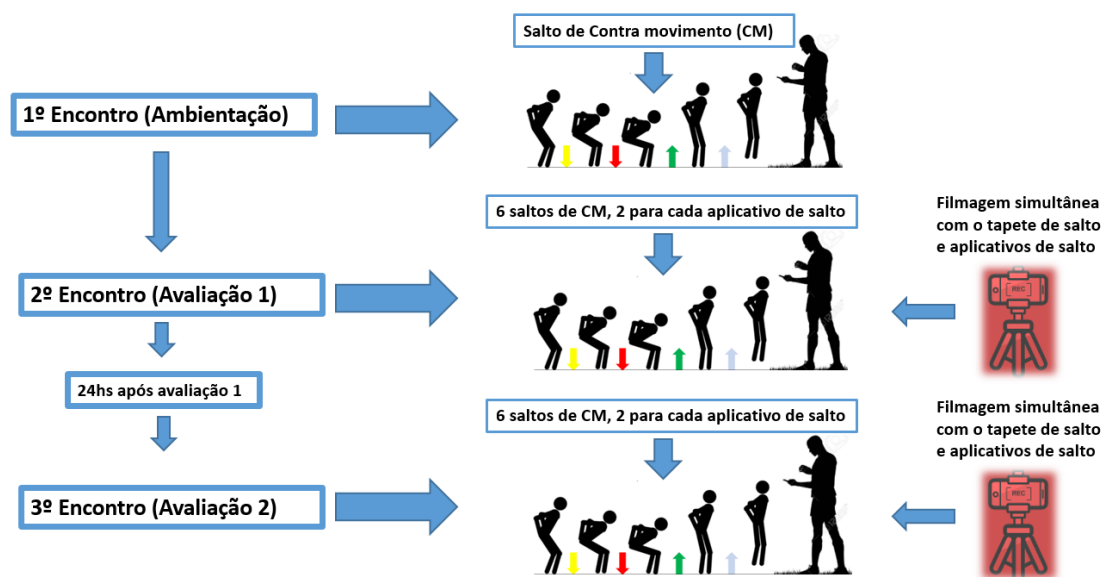


Figura 6. Desenho do estudo.

5.4. INSTRUMENTO E PROCEDIMENTOS

5.4.1 ANTROPOMETRIA

A avaliação antropométrica foi realizada por único avaliador previamente treinado, em espaço físico reservado. Foram realizadas as medidas de massa corporal (MC) e estatura, por meio de uma balança digital (Multilaser até 180kg Digi-Health) e um estadiômetro de parede

(Welmy 2M). Foi avaliada também a altura tronco encefálica e o comprimento de perna, seguindo os procedimentos descritos por Guedes (2006). Para a espessura de dobras cutâneas foi utilizado um adipômetro da marca CESCORF (CESCORF, Porto Alegre RS) com resolução de 0,1 mm e pressão de 10 g/mm², sendo realizadas as medidas sempre no hemisfério direito do avaliado. As dobras cutâneas do tríceps e da panturrilha foram coletadas de acordo com seu respectivo ponto de reparo: 1) tríceps: face posterior do braço no ponto médio entre o processo acromial da escápula e o processo do olécrano da ulna; 2) panturrilha: ponto interno de maior circunferência da perna. Para o cálculo do percentual de gordura (%G), foi utilizada a equação proposta por Slaughter et al. (1988), desenvolvida para aplicação em crianças e adolescentes, que leva em consideração a idade e o estágio maturacional do indivíduo.

Equação de Slaughter et al. (1988):

$$\%G = 0,735 * (TR + PR) + 1$$

5.4.2 PICO DE VELOCIDADE DE CRESCIMENTO (PVC)

Foi utilizada, como método para avaliação da maturação somática, a análise do PVC, e para alocação dos grupos. A análise de PVC contou com medidas de peso, estatura, idade, comprimento das pernas e altura troncoencefálica (MIRWALD et al. 2002), sendo utilizadas duas equações de acordo com o sexo, com a avaliação do PVC para avaliar o desempenho biológico da criança e adolescente (BAXTER-JONES et al., 2005):

Meninos:

$$PVC = -9,236 + [0,0002708 * (CP * TCE)] + [-0,001663 * (I * CP)] + [0,007216 * (I * TCE)] + [0,02292 * (P/E) * 100]$$

Meninas:

$$PVC = -9,376 + [0,0001882 * (CP * TCE)] + [0,0022 * (I * CP)] + [0,005841 * (I * TCE)] - [0,002658 * (I * P)] + [0,07693 * (P/E) * 100]$$

Onde: CP = Comprimento de Perna; TCE = Altura Tronco encefálica; I = Idade; P = Peso; E = Estatura.

Uma vez determinada a idade biológica por meio das equações do PVC, os sujeitos que se encontravam nos intervalos de -1 até -4 foram alocados no grupo Pré PVC, aqueles onde o resultado foi igual a 0, foram alocados no grupo PVC, e por fim, os participantes com resultados nos intervalos de 1 até 3 foram alocados no grupo Pós PVC.

5.4.3 SALTO COM CONTRA MOVIMENTO (CMJ)

Os participantes realizaram o CMJ com as mãos ao lado dos seus quadris a partir de uma posição de pé estática; em seguida os joelhos eram flexionados e estendidos para realizar o salto, e durante a fase de voo os joelhos permaneciam estendidos; por fim, o pouso foi realizado simultaneamente com os dois pés mantendo uma dorsiflexão do tornozelo. Os avaliados foram instruídos a saltar o mais alto possível. O salto de CMJ foi utilizado por ser de fácil aplicação e utilizar o ciclo alongamento encurtamento (CAE).

5.4.4 TAPETE DE SALTO

Foi utilizado um tapete de contato (TC) (Jump System Pro®, Nova Odessa, São Paulo, Brasil) com medidas de 100 x 60 cm, conectado ao software Jump System 1.0 (Cefise, São Paulo, Brasil). A altura do salto foi mensurada pela fórmula ($h = t^2 \times 1.22625$) Bosco et al., (1983). Para a potência o TC utiliza a equação de Sayers et al., (1999) que estima a potência de pico (Potência de pico (W) = $60.7 \times (\text{Altura do salto [cm]}) + 45.3 \times (\text{Massa corporal [kg]}) - 2055$)

5.4.5 APLICATIVOS DE CELULAR

Para a comparação e validação foram utilizados os aplicativos *My Jump 2 app* para IOS (celular Iphone 8 Plus) e *Jumpo app* para Android (celular Galaxy 6s), desenvolvidos com o objetivo de mensurar a altura de diferentes tipos de saltos. A altura do salto para ambos aplicativos foi mensurada pela fórmula ($h = t^2 \times 1.22625$) de Bosco et al., (1983). Para potência foi utilizada a fórmula de Samozino's et al., (2008) $P (\text{Potência}) = \text{Massa corporal (MC)} (\text{Altura do salto (h)} / \text{distância do impulso (hpo)} + 1) \times \text{Raiz da Aceleração da gravidade (gh)} / 2$.

5.5. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk, Todas as variáveis foram apresentadas por média e desvio padrão. Para a validação nos grupos separados por sexo foi realizado teste t de *student* para as variáveis de altura do salto (ALT), tempo de voo (TAR) e teste de WILCOXON para variáveis potência (POT) e potência relativa (PRL). Para os grupos separados por nível maturacional, foi utilizado a análise de variância de duas vias (ANOVA two-way) para medidas repetidas comparando todas as variáveis (fator Grupo: Pré-PVC, PVC e Pós-PVC; e fator Teste: TC e aplicativos). O teste de *post hoc* de Bonferroni

foi utilizado para verificar as diferenças dentro dos grupos. Para a confiabilidade Inter instrumentos foi utilizado CCI – Coeficiente de correlação intraclasse CCI 95%. Todas as análises foram realizadas utilizando o *software* IBM SPSS *Statistics* para *Windows* versão 26,0 (IBM Corp, Armonk, NY, EUA), com nível de significância de 5%.

Para o tamanho do efeito (TE), foi utilizado o critério de Cohen (>0,2 = efeito pequeno; >0,5 = tamanho de efeito moderado; <0,8 = efeito grande). As análises de Bland-Altman foram realizadas para comparação entre TC e aplicativos (Validade) e avaliação dos aplicativos no dia 1 e dia 2 (Reprodutibilidade), utilizando o *software* GraphPad Prism, Versão 5.0 para *Windows*.

Por fim para estimar o percentual de subestimação ou superestimação entre app vs método foi utilizado um cálculo de delta:

$$\% \text{Estimação} = 100 \times (\text{MDTAP} \times \text{MDAPP}) / \text{MDTAP}$$

Onde: MDTAP= média do tapete; MDAPP = média do aplicativo

5.6. ASPECTOS ÉTICOS

Todas as considerações éticas em relação à pesquisa com seres humanos foram seguidas, a fim de manter os direitos de privacidade dos sujeitos envolvidos na pesquisa. Neste estudo foi atribuído um número para cada criança, garantindo seu anonimato. A autorização para a participação da pesquisa foi realizada por meio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apresentado aos pais ou responsável (APÊNDICE I), onde estes foram instruídos quanto à natureza e aos procedimentos do estudo, e antes de responderem o questionário e se submeterem aos testes, conforme determina a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). A presente pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (CAEE N° 42971920.0.0000.0021).

6. RESULTADOS

A tabela 2 e 3 trazem resultados das variáveis de massa corporal e estatura para meninos e meninas e separada em grupos por níveis maturacionais, respectivamente.

A tabela 4 demonstra os dados de validação do aplicativo MJ2 em comparação ao tapete de contato (TP) em grupos separados por sexo, para as variáveis de altura do salto, tempo de voo, potência e potência relativa. Para os meninos, em todas as variáveis, os valores de CCI foram altos (0,796–0,999) e com TE com classificações entre pequeno a moderado, por outro lado, houve diferença significativa para as variáveis de POT e PRL ($p < 0,05$). Para as meninas, elevados valores de CCI (0,700–0,998) foram observados, com TE entre pequeno a moderado, com diferença significativa apenas para as variáveis de POT e PRL ($p < 0,05$). A tabela 5 demonstra os dados de validação do aplicativo JPO em comparação ao TP em grupos separados por sexo. Para ambos os sexos foi observado valores elevados de CCI (0,710–0,995) e TE entre pequeno e moderado, todas as variáveis apresentaram diferença significativa na comparação entre JPO e TP ($p < 0,05$).

Tabela 2. Caracterização da amostra por sexo.

	Masculino (n=85)	Feminino (n=19)	Total (n=104)	p-valor
MC (kg)	50,7 ± 16,3	48,9 ± 11,2	50,4 ± 15,5	0,37
Estatura (cm)	155,48 ± 19,3*	154,9 ± 11,9*	155,3 ± 18,2	0,002
%G	21,5 ± 9,2	22,9 ± 8,4	21,7 ± 9	0,43
Idade	12,6 ± 3,2	12,0 ± 3,4	12,5 ± 3,2	0,52

MC = Massa Corporal; %G = Percentual de gordura; p-valor = comparação entre grupos masculino e feminino;

*Indicando diferença.

Tabela 3. Caracterização amostral por sexo e grupos maturacionais.

Meninos				
	Pré-PVC (n=43)	PVC (n=14)	Pós-PVC (n=28)	p-valor
MC (kg)	41,04 ± 12,57	57,42 ± 8,80 ^A	62,35 ± 15,39 ^A	<0,001
Estatura (cm)	141,48 ± 13,10	169,90 ± 9,10 ^A	169,78 ± 15,19 ^A	<0,001
%G	21,7 ± 9,3 ^B	21,4 ± 9	21,5 ± 9,2 ^B	0,009
Idade	10,24 ± 2,4	12,77 ± 3,6 ^A	12,64 ± 2,8 ^A	<0,001
Meninas				
	Pré-PVC (n=5)	PVC (n=6)	Pós-PVC (n=8)	p-valor
MC (kg)	40,92 ± 13,52	47,81 ± 10,16	54,71 ± 7,91	>0,05
Estatura (cm)	141,36 ± 8,86*	152,83 ± 6,60*	165,00 ± 6,40*	<0,05
%G	23,5 ± 8,9	23,1 ± 9,1	23,8 ± 8,6	>0,05
Idade	11,02 ± 2,1	12,2 ± 3,3	12,8 ± 3,4	>0,05
Total				
	Pré-PVC (n=48)	PVC (n=20)	Pós-PVC (n=36)	p-valor
MC (kg)	41,03 ± 12,52	54,54 ± 10,03 ^A	60,65 ± 14,33 ^A	<0,001
Estatura (cm)	141,46 ± 12,65	164,80 ± 11,45 ^A	155,37 ± 18,20 ^A	<0,001
%G	21,8 ± 9,1 ^B	21,7 ± 9	21,4 ± 8,9 ^B	0,01
Idade	10,7 ± 2,3	12,6 ± 3,2 ^A	12,5 ± 3,2 ^A	<0,001

MC = Massa Corporal; %G = Percentual de gordura; *diferença entre todos os grupos; A ≠ Pré PVC (Entre grupos);

B = Pré PVC ≠ Pós PVC.

Tabela 4. Valores da altura do salto (ALT), tempo de voo (TAR), potência (POT) e potência relativa (PRL) obtidos pelo tapete de contato (TC) e aplicativo *My Jump 2*.

Masculino (n=85)							
	Tapete	My jump	p-valor	Diff	TE	Classificação	CCI
ALT	24,6±8,8	24,9±9,1	0,17	-0,30	-0,03 (-1,90; 1,90)	Pequeno	0,997
TAR	441,5±80,3	443,6±83,0	0,22	-2,60	-0,03 (-17,14; 17,62)	Pequeno	0,999
POT	1499,4±950,4	1111,5±643,6	<0,05	387,9	0,48 (-201,5; 137,3)	Pequeno	0,850
PRL	27,8±13,5	21,2±9,8	<0,05	6,6	0,56 (-2,3; 2,6)	Moderado	0,796
Feminino (n=19)							
ALT	22,3±5,5	22,6±5,6	0,19	-0,3	-0,06 (-2,5; 2,4)	Pequeno	0,984
TAR	418,3±52,2	420,5±53,2	0,31	-2,20	-0,04 (-23,5; 23,8)	Pequeno	0,998
POT	1289,3±648,4	919,7±373,8	<0,05	369,6	0,72(-290,8; 168,8)	Moderado	0,758
PRL	25,9±11,3	19,5±7,3	<0,05	6,4	0,69(-4,3; 3,9)	Moderado	0,700

Diff = Diferença média; TE = Tamanho do efeito; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse.

Tabela 5. Valores da altura do salto (ALT), tempo de voo (TAR), potência (POT) e potência relativa (PRL) obtidos pelo tapete de contato (TC) e aplicativo *Jumpo*.

Masculino (n=85)							
Variáveis	Tapete	Jumpo	p-valor	Diff	TE	Classificação	CCI
ALT	24,6±8,8	25,8±9,1	<0,05	-1,2	-0,13 (-2,01; 1,8)	Pequeno	0,991
TAR	441,5±80,3	449,0±82,9	<0,05	-7,5	-0,09 (-17,16; 17,53)	Pequeno	0,995
POT	1499,4±950,4	1128,19±654,7	<0,05	371,2	0,46 (-201,5; 139,6)	Pequeno	0,859
PRL	27,8±13,5	21,5±9,9	<0,05	6,3	0,54 (-2,3; 2,6)	Moderado	0,806
Feminino (n=19)							
ALT	22,3±5,5	23,6±5,8	<0,05	-1,3	-0,24 (-2,7;2,3)	Pequeno	0,984
TAR	418,3±52,2	425,7±53,2	<0,05	-7,4	-0,14 (-23,6; 23,7)	Pequeno	0,993
POT	1289,3±648,4	933,6±384,5	<0,05	355,7	0,69 (-290,8;173,6)	Moderado	0,769
PRL	25,9±11,3	19,8±7,5	<0,05	6,1	0,65 (-4,4; 4,0)	Moderado	0,710

Diff = Diferença média; TE = Tamanho do efeito; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse.

As análises de Bland-Altman de validade foram realizadas para a altura do salto CMJ para dois grupos separados pelo sexo e aplicativo (Figura 7). Para os meninos, na comparação TP e MJ2 foi observado viés de -0,32 (IC95%: -1,4 a 0,7), com correlação negativa significativa ($r = -0,49$; $p < 0,05$), indicando uma tendência de subestimação do valor da altura do salto pelo aplicativo MJ2 para os indivíduos com maiores valores. Por outro lado, é possível observar uma superestimação da altura do salto para os indivíduos com menor desempenho (Figura 7A). Na comparação TP e JPO foi observado maior valor de viés -1,22 (IC95%: -2,6 a 0,2) e correlação negativa ($r = -0,39$; $p < 0,001$), também indicando subestimação e superestimação dos valores da altura do salto para os indivíduos com melhor e pior desempenho no CMJ respectivamente (Figura 7B). Para as meninas, a análise de concordância entre TP e MJ2 apresentou viés de -0,26 (IC95%: -1,2 a 0,6) e para TP e JPO o viés foi de -1,3 (IC95%: -2,64 a 0,05), em ambas as análises não foram observadas correlações significativas.

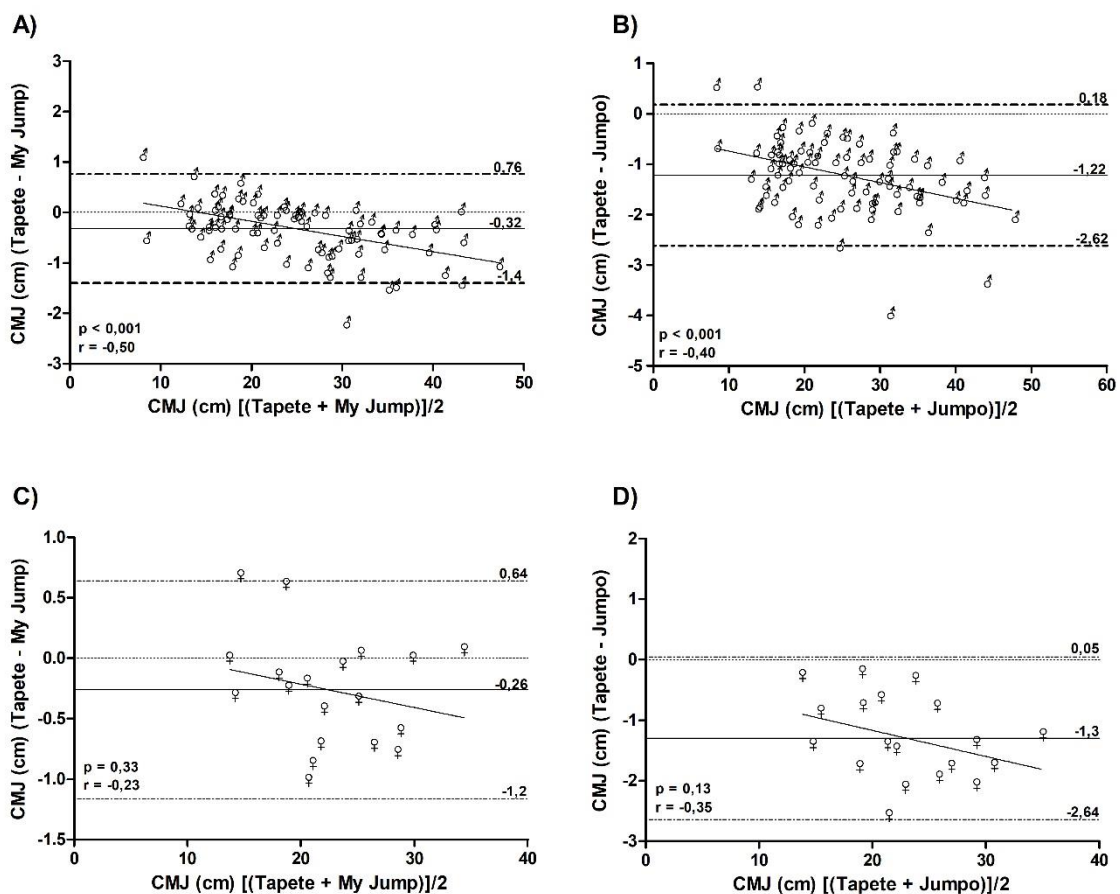


Figura 7. Valores médios e diferenças da altura do salto vertical (cm), obtidos pelos aplicativos e pelo tapete de contato. *My Jump* 2 (A: meninos e B: meninas) e *Jumpro* (C: meninos e D: meninas).

No que se refere à reprodutibilidade intra-avaliador dos aplicativos MJ2 e JPO, os resultados são apresentados as tabelas 6 e 7. Estas análises foram realizadas com amostra total ($n = 104$) em dois dias diferentes de aplicação dos saltos de CMJ. Os resultados das tabelas mostram elevados valores de CCI (0,974–0,989) e TE pequenos, com exceção da variável de potência relativa do app MJ2. Para todas as variáveis, foram observadas diferenças significativas comparando a avaliação do dia 1 com o dia 2 ($p < 0,05$). A análise de Bland Altman para a reprodutibilidade do MJ2 e JPO é apresentada na figura 8. A reprodutibilidade intra-avaliador do MJ2 apresentou viés de -0,8 (IC95%: -4,4 a 2,8) e para o JPO o valor do viés foi de -1,1 (IC95%: -5,0 a 2,8). Não foram observadas correlações significativas.

Tabela 6. Reprodutibilidade intra-avaliados (dia 1 vs dia 2) com os valores da altura do salto (ALT), tempo de voo (TAR), potência (POT) e potência relativa (PRL) obtidos pelo aplicativo *My Jump 2*.

	Dia 1	Dia 2	p-valor	Diff	TE	CCI
ALT	24,6±8,7	25,4±8,6	<0,001	-0,80	-0,09 (-1,76; 1,56)	0,977
TAR	440,1±79,7	447,3±79,7	<0,001	-7,20	-0,09 (-15,41; 15,23)	0,974
POT	1076,2±605,8	1105,5±625,7	0,002	-29,30	-0,05 (-116,48; 120,21)	0,989
PRL	21,0±9,4	21,5±9,6	0,19	-0,50	-0,05 (-1,86; 1,79)	0,979

Diff = Diferença média; TE = Tamanho do efeito; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse.

Tabela 7. Reprodutibilidade intra-avaliados (dia 1 vs dia 2) com os valores da altura do salto (ALT), tempo de voo (TAR), potência (POT) e potência relativa (PRL) obtidos pelo aplicativo *Jumpo*.

	Dia 1	Dia 2	p-valor	Diff	TE	CCI
ALT	25,6±8,8	26,7±8,7	<0,001	-1,10	-0,13 (-1,82; 1,55)	0,974
TAR	445,9±79,7	453,7±76,4	<0,001	-7,80	-0,10 (-15,42; 14,58)	0,978
POT	1093,4±617,6	1125,9±632,7	0,001	-32,50	-0,05 (-118,75; 121,55)	0,988
PRL	21,3±9,5	21,9±9,9	0,003	-0,60	-0,06 (-1,89; 1,84)	0,980

Diff = Diferença média; TE = Tamanho do efeito; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse.

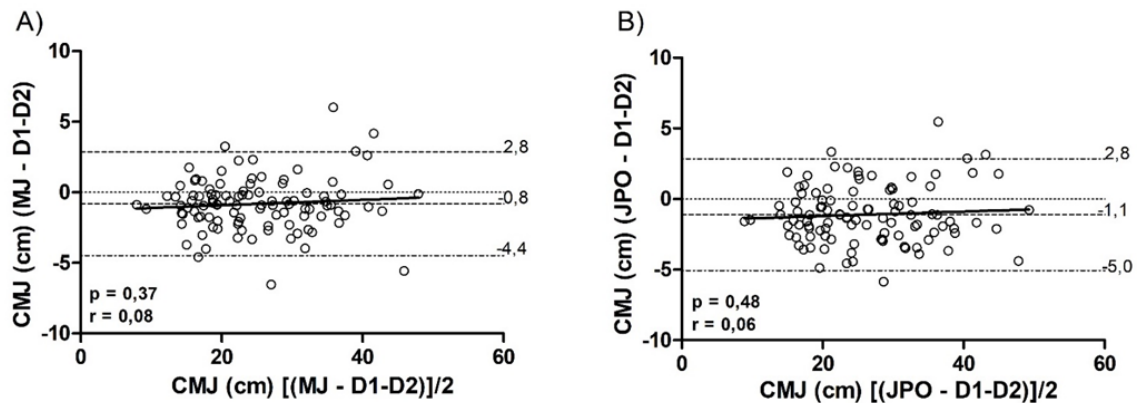


Figura 8. Valores médios e diferenças da altura do salto vertical (cm), obtidos pelos aplicativos na comparação teste-reteste em ambos os sexos. (A) *My Jump 2* e (B) *Jumpo*.

Nas tabelas 8 e 9 são observados os resultados da validação dos aplicativos MJ2 e JPO separados por grupos maturacionais. Para a variável altura do salto do MJ2, foi encontrada interação entre grupos maturacionais Teste*Grupo ($F = 9,655$; $p < 0,001$), efeito do Teste ($F = 44,675$; $p < 0,001$) e do Grupo ($F = 37,186$; $p < 0,001$). Para a variável tempo de voo do MJ2, foi encontrada interação Teste*Grupo ($F = 9,522$; $p < 0,001$), efeito do Teste ($F = 29,400$; $p < 0,001$) e do Grupo ($F = 41,626$; $p < 0,001$). Para a variável potência do MJ2 foi encontrada interação Teste*Grupo ($F = 6,677$; $p < 0,001$), efeito do Teste ($F = 79,984$; $p < 0,001$) e do Grupo ($F = 44,867$; $p < 0,001$). Para a variável potência relativa do MJ2, foi encontrada interação Teste*Grupo ($F = 5,331$; $p = 0,006$), efeito do Teste ($F = 65,660$; $p < 0,001$) e do Grupo ($F = 26,580$; $p < 0,001$). Para a variável altura do salto do JPO, foi encontrada interação Teste*Grupo ($F = 7,181$; $p < 0,05$), efeito do Teste ($F = 255,022$; $p < 0,001$) e do Grupo ($F = 36,940$; $p < 0,001$). Para a variável tempo de voo do JPO, foi encontrada interação Teste*Grupo ($F = 7,302$; $p < 0,05$), efeito do Teste ($F = 148,947$; $p < 0,001$) e do Grupo ($F = 41,620$; $p < 0,001$). Para a variável potência do JPO, foi encontrada interação Teste*Grupo ($F = 6,199$; $p = 0,03$), efeito do Teste ($F = 74,184$; $p < 0,05$) e do Grupo ($F = 44,740$; $p < 0,05$). Para a variável potência relativa do JPO, foi encontrada interação Teste*Grupo ($F = 4,964$; $p = 0,009$), efeito do Teste ($F = 59,351$; $p < 0,001$) e do Grupo ($F = 26,628$; $p < 0,001$). De acordo com os resultados expressos acima, é possível observar que tanto MJ2 quanto JPO apresentaram maiores valores em comparação ao TP em todos os grupos maturacionais. Vale ressaltar que apenas o grupo Pré-PVC não demonstrou diferenças entre TP e MJ2 nas variáveis de altura do salto e tempo de voo. Por fim, os grupos PVC e Pós PVC apresentaram maiores valores para todas variáveis quando comparados ao Pré PVC.

Tabela 8. Valores da altura do salto (ALT), tempo de voo (TAR), potência (POT) e potência relativa (PRL) obtidos pelo tapete de contato (TC) e aplicativo *My Jump 2*, de acordo com estágio maturacional (n = 104).

	Pré PVC (n = 48)		PVC (n = 20)		Pós PVC (n = 36)		TP	Gr	Gr*TP
	Tapete	My Jump	Tapete	My Jump	Tapete	My Jump	p-valor	p-valor	p-valor
ALT	18,3±4,6	18,5±4,8	29,3±7,7 ^{A, a}	30,2±7,8 ^{A, a}	29,1±7,7 ^{A, a}	29,7±8,0 ^{A, a}	<0,001	<0,001	<0,001
TAR	382,4±47,4	382,3±49,8	485,5±62,5 ^{A, a}	492,7,5±63,8 ^{A, a}	483,7±76,3 ^{A, a}	488,1±68,1 ^{A, a}	<0,001	<0,001	<0,001
POT	824,7±530 ^a	620,3±226,8 ^a	1923,0±787,2 ^{A, a}	1388,8±575,5 ^{A, a}	2034,0±856,2 ^{A, a}	1510,2±544,3 ^{A, a}	<0,001	0,002	0,002
PRL	18,9±9,8 ^a	15,5±4,5 ^a	35,5±12,0 ^{A, a}	26,5±10,5 ^{A, a}	33,7±13,3 ^{A, a}	25,2±9,7 ^{A, a}	<0,001	0,006	0,006

A ≠ Pré PVC (Entre grupos); a ≠ Tapete x aplicativo (Dentro de cada grupo), p<0,05. TP = Tapete de contato; Gr = Grupo.

Tabela 9. Valores da altura do salto (ALT), tempo de voo (TAR), potência (POT) e potência relativa (PRL) obtidos pelo tapete de contato (TC) e aplicativo *Jumpo*, de acordo com estágio maturacional (n = 104).

	Pré PVC (n = 48)		PVC (n = 20)		Pós PVC (n = 36)		TP	Gr	Gr*TP
	Tapete	Jumpo	Tapete	Jumpo	Tapete	Jumpo	p-valor	p-valor	p-valor
ALT	18,3±4,6 ^a	19,4±4,7 ^a	29,3±7,5 ^{A, a}	31,1±7,8 ^{A, a}	29,1±7,7 ^{A, a}	30,8±8,0 ^{A, a}	<0,001	<0,001	0,001
TAR	382,4±47,4 ^a	388,1±49,7 ^a	485,4±62,5 ^{A, a}	497,8±64,3 ^{A, a}	483,7±76,3 ^{A, a}	494,0±68,0 ^{A, a}	<0,001	<0,001	0,001
POT	824,7±530,4 ^a	629,6±232,9 ^a	1923,0±787 ^{A, a}	1412,7±590,3 ^{A, a}	2034,0±856,2 ^{A, a}	1534,3±554,4 ^{A, a}	<0,001	<0,001	0,003
PRL	18,9±9,8 ^a	15,7±4,6 ^a	35,5±12,0 ^{A, a}	26,9±9,7 ^{A, a}	33,7±13,3 ^{A, a}	25,6±9,8 ^{A, a}	<0,001	<0,001	0,009

A ≠ Pré PVC (Entre grupos); a ≠ Tapete x aplicativo (Dentro de cada grupo), p<0,05. TP = Tapete de contato; Gr = Grupo.

As tabelas 10 e 11 demonstram os resultados de validade dos aplicativos MJ2 e JPO separados em grupos maturacionais. Para o aplicativo MJ2, os valores de CCI (0,366 – 0,994) apresentaram grande variação no grupo Pré-PVC, considerando todas as variáveis, e com TE pequeno a grande. Para o grupo Durante-PVC, também ocorreu grande variação dos valores de CCI (0,593–0,983), com TE de pequeno a grande. No grupo Pós-PVC, grande variação dos valores de CCI (0,582 – 0,991) foram observados, com TE de pequeno a moderado. Da mesma forma, para o JPO, todos os grupos maturacionais apresentaram grande variação nos valores de CCI (0,374–0,986) considerando todas as variáveis analisadas, e com TE pequeno moderado para todas as variáveis.

Tabela 10. Comparação tapete e aplicativo *My Jump 2* por meio das variáveis altura do salto (ALT), tempo de voo (TAR), potência (POT) e potência relativa (PRL) de acordo com o estágio maturacional (n = 104).

Pré-PVC						
	Tapete	My Jump	Diff	TE	CLASS	CCI
ALT	18,4±4,7	18,5±4,9	-0,10	-0,02(-1,35; 1,37)	Pequeno	0,994
TAR	382,4±47,5	382,4±50,0	0,00	0,00(-13,4;14,14)	Pequeno	0,994
POT	824,7±530,4	620,3±226,8	204,4	0,51(-149,5; 64,7)	Pequeno	0,537
PRL	18,9±9,8	15,6±4,5	3,3	0,44(-2,3; 1,71)	Pequeno	0,366
Durante PVC						
ALT	29,3±7,5	30,3±7,9	-1,00	-0,13(-3,4; 2,5)	Pequeno	0,983
TAR	485,5±62,5	492,7±63,9	-7,2	-0,12(-27,5; 27,9)	Pequeno	0,983
POT	1923,0±787,1	1388,9±575,6	534,1	0,79(-344,16; 253,1)	Moderado	0,621
PRL	35,6±11,9	26,5±10,5	9,10	0,83(-4,38; 5,43)	Grande	0,593
Pós-PVC						
ALT	29,1±7,8	29,7±8,0	-0,60	-0,08(-2,6; 2,5)	Pequeno	0,991
TAR	483,7±65,9	488,1±68,1	-4,40	-0,07(-21,6; 22,2)	Pequeno	0,992
POT	2034,0±856,3	1510,5±544,3	523,5	0,74(-278,9; 178,5)	Moderado	0,562
PRL	33,7±13,0	25,3±9,8	8,4	0,74(-3,5; 3,9)	Moderado	0,582

Diff = Diferença média; TE = Tamanho do efeito; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; CLASS = Classificação TE.

Tabela 11. Comparação tapete e aplicativo *Jumpo* por meio das variáveis altura do salto (ALT), tempo de voo (TAR), potência (POT) e potência relativa (PRL) de acordo com o estágio maturacional (n = 104).

Pré-PVC						
	Tapete	Jumpo	Diff	TE	CLASS	CCI
ALT	18,3±4,7	19,4±4,9	-1,10	-0,23(-1,56; 1,15)	Pequeno	0,966
TAR	382,4±47,5	388,1±49,8	-5,7	-0,12(-13,5; 13,9)	Pequeno	0,986
POT	824,7±530,4	629,7±232,9	195,0	0,48(-149,6; 66,4)	Pequeno	0,556
PRL	18,9±9,8	15,8±4,5	3,10	0,41(-2,4; 1,7)	Pequeno	0,374
PVC						
ALT	29,3±7,5	31,1±7,9	-1,80	-0,24(-3,5; 3,2)	Pequeno	0,962
TAR	485,4±62,5	497,8±64,4	-12,4	-0,20(-27,6; 28,02)	Pequeno	0,971
POT	1923,1±787,0	1412,7±590,3	510,4	0,75(-344,1; 259,5)	Moderado	0,642
PRL	35,6±11,9	26,9±10,7	8,70	0,79(-4,4; 5,5)	Moderado	0,616
Pós-PVC						
ALT	29,1±7,8	30,8±8,1	-1,7	-0,22(-2,7; 2,4)	Pequeno	0,971
TAR	483,7±65,9	494,1±68,0	-10,4	-0,16(-21,7; 22,0)	Pequeno	0,981
POT	2034,0±856,3	1534,3±554,4	499,7	0,70(-279,0; 181,8)	Moderado	0,578
PRL	33,7±13,0	25,6±9,8	8,10	0,71(-3,5; 3,9)	Moderado	0,595

Diff = Diferença média; TE = Tamanho do efeito; CCI = Coeficiente de correlação intraclasse; CLASS = Classificação TE.

As análises de Bland-Altman dos aplicativos MJ2 e JPO são apresentadas na figura 9. Para o grupo Pré PVC, no MJ2 foi observado viés de -0,09 (IC95%: -1,08 a 0,89) e para o JPO viés de -1,05 (IC95%: -2,47 a 0,36), sendo que ambos apresentaram correlação linear negativa (MJ2: $r = -0,33$, $p < 0,05$; e JPO: $r = -0,39$, $p < 0,05$). Portanto, estes achados sugerem que, para as crianças que saltaram mais alto no grupo Pré PVC, houve subestimação para ambos aplicativos, enquanto para as crianças que saltam mais baixo os aplicativos superestimam a altura do salto. No grupo PVC, não houve correlação significativo, sendo que para o MJ2 o viés foi de -0,94 (IC95%: -3,04 a 1,16), e para JPO o viés foi de 1,78 (IC95%: -4,18 a 0,62). Para o grupo Pós PVC, não foi observada correlação significativa para o MJ2, e na análise da concordância o viés foi de -0,59 (IC95%: -2,29 a 1,11), já para o JPO o viés foi de -1,69 (IC95%: -3,50 a 0,10), com correlação linear negativa significativa ($r = -0,37$; $p = 0,02$), indicando subestimação e superestimação dos valores da altura do salto no aplicativo JPO para crianças que apresentam melhor e pior desempenho no CMJ, respectivamente.

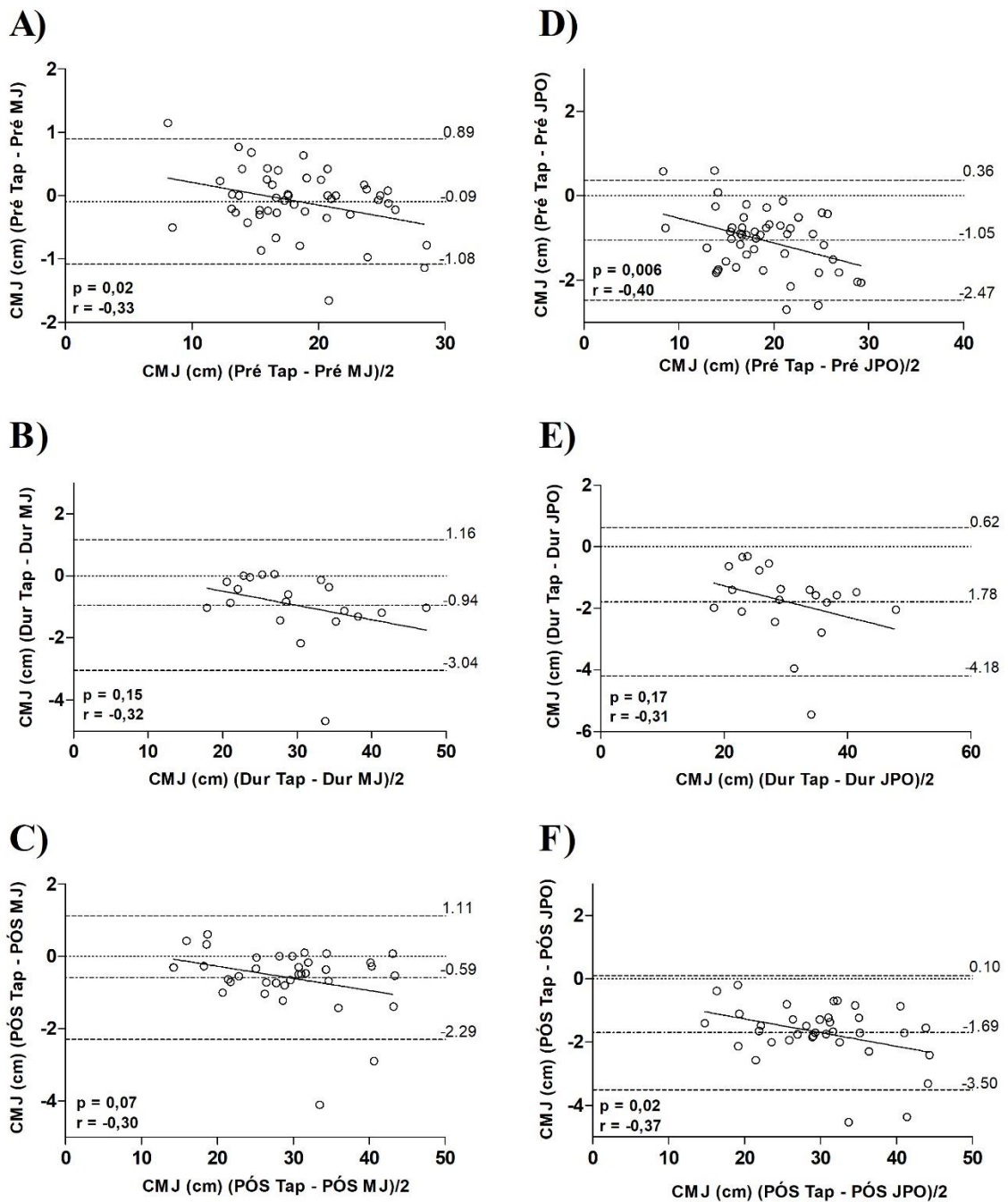


Figura 9. Valores médios e diferenças da altura do salto vertical (cm), obtidos pelos aplicativos e pelo tapete de contato de acordo com o nível maturacional. My Jump 2: Pré-PVC (A); Dur-PVC (B); Pós-PVC (C). Jumpo: Pré-PVC (D); Dur-PVC (E); Pós-PVC (F).

7. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar a validade e reprodutibilidade de dois aplicativos (*My Jump 2* e *Jumpo*) que medem a altura do salto vertical, levando em consideração o sexo e o nível de maturação dos indivíduos testados. Este estudo foi o primeiro a relacionar estágios maturacionais com a validade de aplicativos para IOS e Android. Quanto aos achados, foi possível verificar que ambos aplicativos são válidos e reprodutíveis para mensurar a altura do salto vertical (CMJ) quando comparados com o tapete de salto, para ambos os sexos e em diferentes níveis de maturação. Contudo, estes resultados devem ser interpretados com cautela, uma vez que ambos aplicativos subestimaram os valores da altura do CMJ. Quanto a análise de concordância (Bland-Altman), é possível observar forte correlação intra-avaliador para ambos os sexos e aplicativos. Já de acordo com os grupos maturacionais, as análises demonstram correlação significativa para os grupos PVC e Pós-PVC. Em outras palavras, ambos aplicativos subestimaram de modo geral, para todos os indivíduos, contudo o viés se manteve pequeno em todas as análises.

No presente estudo, as análises de validade de acordo com o sexo, corroboram com estudos anteriores. Bogataj et al., 2020 avaliou crianças de ambos os sexos (26 meninos, $12,3 \pm 0,8$ anos e 22 meninas, $11,8 \pm 0,8$ anos), e encontrou alta correlação entre MJ2 e fotocélula optojump (Meninos: $r = 0,98$, $TE = -0,02$; $p < 0,001$; Meninas: $r = 0,97$, $TE = -0,08$ ($p < 0,001$), em sua análise de Bland-Altman o viés foi 0,13 cm, porém, no que tange a subestimação ou superestimação, estes resultados diferem do nosso, pois os autores não encontraram predisposição de subestimação ou superestimação no valor da altura do CMJ. Vale ressaltar que, o estudo de Bogataj foi o único que verificou a validade de um aplicativo em crianças com idades próximas ao desta pesquisa (Meninos: $12,6 \pm 3,0$; e Meninas: $12,6 \pm 3,1$).

De maneira geral, para o aplicativo MJ2, a subestimação foi de -1,21% para os meninos (-0,23 cm) e -1,3% para as meninas (-0,32 cm). Já para o aplicativo JPO os valores do TP foram subestimados em -4,8% (-1,22 cm) para meninos e -5,8% (-1,30 cm) para as meninas. No caso do aplicativo JPO, a explicação se dá pela utilização de um celular Android, Samsung Galaxy 6 com câmera em velocidade normal, gravando a 35 fps, a baixa taxa de quadros por segundo, que dificultou a marcação do momento exato da decolagem do indivíduo, diferente do app MJ2 que utilizou um Iphone 8 plus com câmera lenta gravando a 240Hz. A subestimação encontrada no aplicativo JPO concorda com o estudo de Azevedo et al. (2019), no qual os autores observaram -4,2% (-1,30 cm) de subestimação para o salto de CMJ comparado ao TP. Quanto ao aplicativo MJ e MJ2, Haynes et al., 2018 também encontrou subestimação na altura do salto de DJ 20cm -2,1% (-0,45 cm) e superestimação no salto de DJ 40cm 3,0% (0,68 cm) ao

comparar com uma plataforma de força. Em outro estudo, Carlos-Vivas et al., 2018 encontrou uma superestimação de 0,78% (-0,22 cm) para o aplicativo MJ no salto de CMJ quando comparado com uma plataforma de força. Rogers et al. (2019) encontrou subestimação dos valores do salto CMJ para aqueles que saltavam mais alto de -2,0% (-0,22), ao avaliar atletas juniores de ambos os sexos ($15 \pm 1,4$ anos).

Dentro deste contexto, existem possíveis explicações para que tantos autores tenham encontrado sub ou superestimação em seus estudos. De acordo com Aragón et al. (2000), utilizar um tapete de contato ou plataforma de força em uma frequência muito baixa 300 – 400Hz pode subestimar valores até 6% na velocidade de decolagem, devido a um atraso do próprio equipamento na hora da decolagem, causando assim uma subestimação do valor. Outro estudo mostra que para evitar este erro, a frequência de amostragem deve ser acima de 1000 Hz (Moir et al., 2008). No caso do presente estudo, o tapete de contato utilizado trabalhou em frequência de amostragem de 1,000 Hz, o que na prática eliminaria este erro. Portanto, esta não seria uma explicação plausível para a subestimação do aplicativo MJ2. A possível interpretação é que como o aplicativo calcula a altura do salto baseado no tempo de voo dos indivíduos, o maior viés da ferramenta gira em torno da baixa frequência de amostragem, que no presente estudo foi de 240 Hz, mesmo esta frequência sendo maior que a do primeiro estudo de validação de Balsalobre et al. (2014), que gravou os saltos em uma câmera de 120Hz. Se compararmos com o tapete de contato que trabalha por sistema de interrupção de sinal a uma frequência de amostragem de 1,000Hz, ainda existe uma considerável diferença entre as frequências dos dois equipamentos, o que aumenta a probabilidade de não ser identificado o real momento de decolagem do avaliado. Desse modo, com o avanço da tecnologia, espera-se que câmeras consigam gravar em frequências cada vez mais próximas a de tapetes de contato e plataformas de força, trazendo assim resultados mais precisos.

De acordo com o nível maturacional, os resultados do presente estudo mostram que existiu diferença ($p < 0,05$) entre as interações de TC vs APPS entre grupos, para PVC e Pós PVC; contudo, não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) para o grupo Pré. Quanto à comparação dentro de cada grupo TC vs APPS, o aplicativo JPO subestimou os valores de todas as variáveis testadas para todos os grupos $p < 0,05$, enquanto o MJ2 subestimou os valores de todas variáveis apenas nos grupos PVC e Pós PVC. No grupo Pré PVC, houve diferença apenas para as variáveis de POT e PRL $p < 0,05$. Estes achados mostram que MJ2 e JPO parecem ser mais precisos em crianças que estão em estágio maturacional atrasado (comparação entre grupos maturacionais), o que vai no sentido contrário à Malina et al. (2002), que reforça a tese de que o desenvolvimento motor das crianças progride de forma linear com seu

desenvolvimento cronológico, ou seja, crianças em estágios maturacionais mais avançados deveriam apresentar gestos motores mais aprimorados, mas severos fatores influenciam a qualidade destes gestos.

Segundo Gallahue, Ozmun e Goodway (2013), para que a criança atinja um padrão motor eficaz para a tarefa motora de saltar, suas experiências motoras anteriores são parte fundamental do processo de aprendizado e desenvolvimento desta habilidade. Neste contexto, vale ressaltar que no presente estudo 37 crianças do grupo Pré PVC, ($10,7 \pm 2,3$ anos) já faziam parte do projeto esportivo, treinando padrões de movimento comuns à sua prática esportiva (futebol) como saltos; isto há mais tempo que as crianças dos demais grupos, que, em sua maioria, eram crianças mais velhas (PVC = $12,77 \pm 3,6$ anos; Pós PVC = $12,64 \pm 2,8$ anos), e que começaram no projeto a menos de um ano. Outro ponto envolve a prática de atletismo de 19 crianças do grupo Pré PVC, onde treinavam o salto de forma mais específica por mais de três anos. Portanto, é possível que mesmo sendo mais jovens e saltando mais baixo, as crianças do grupo Pré PVC tenham desempenhado o gesto motor do salto de CMJ com mais facilidade que os demais grupos.

O histórico de atividades esportivas e o nível de performance dos indivíduos avaliados no presente estudo não foram variáveis controladas. Este breve histórico apresentado foram relatos dos professores do projeto após serem questionados e buscarem informações no banco de dados do programa. Entretanto, não podemos afirmar se esta foi a principal razão deste grupo apresentar menor erro de medida para ambos aplicativos. Estudos futuros poderiam trazer dados mais detalhados do histórico esportivo dos indivíduos a serem avaliados. Outro ponto que vale ser ressaltado, é que este estudo não controlou nem aplicou testes específicos de controle motor, nem de maturação biológica, não sendo possível desta forma, fazer comparações entre níveis maturacionais e variáveis motoras. Estudos anteriores tentaram relacionar estágios maturacionais com desempenho motor, e embora a utilização do PVC seja uma forma válida para alinhar participantes de acordo com seu estágio de maturação somática (Mirwald et al., 2002; Baxter-Jones et al., 2005; Matthews et al., 2006), é importante que indicadores de maturação biológica, como tamanho corporal segmentar e dimensional, sejam avaliados para que seja possível relacionar estágios maturacionais e controle motor (Malina et al., 2001; Beunen et al., 1992).

Este é o primeiro estudo que apresentou as variáveis de potência e potência relativa, (TCxAPP e TCxGrupos PVC) em uma análise de validação de aplicativos de celular. Neste contexto, os resultados mostram que, embora a correlação entre POT e PRL (MJ2: CCI = $0,700 - 0,850$; e JPO: CCI = $0,710 - 0,859$) não seja tão forte quanto as variáveis de ALT e TAR,

ainda assim existe concordância entre os valores, além de TE pequeno a moderado para validação dos grupos separados por sexo. Uma possível explicação para os valores de POT e PRL terem maior discrepância, é que as equações que calculam a POT são distintas entre TP, MJ2 e JPO. O TP utiliza a equação de Sayers et al., (1999) que estima a potência de pico (Potência de pico (W) = $60.7 \times (\text{Altura do salto [cm]}) + 45.3 \times (\text{Massa corporal [kg]}) - 2055$), utilizada na maioria dos tapetes de contato disponíveis no mercado. Esta equação foi validada para os saltos de CMJ e SJ com 108 jovens atletas e não atletas universitários de ambos os sexos. Já os aplicativos MJ2 e JPO utilizam a fórmula de Samozino's et al., 2008. Seu cálculo foi validado utilizando como parâmetros (massa corporal, altura do salto e distância de impulso) levando em consideração a medida de comprimento da crista ilíaca até a ponta do hálux com o pé em flexão plantar. Esta equação foi validada com o salto de SJ. Ambos autores desenvolveram cálculos validados para população adulta, mas a equação de Samozino's, segundo o autor, ao utilizar a distância do impulso vertical, juntamente com a medida do comprimento do membro inferior, trouxe mais personalização ao avaliado, tendo maior aplicabilidade em diferentes populações. Morin et al., 2016, por exemplo, encontrou Viés < 3% para potência, ao comparar a equação de Samozino's com uma plataforma de força. Dentro deste contexto, essa diferença entre as fórmulas de TP e aplicativos pode ser a possível explicação para as diferenças entre os valores de POT e PRL encontrados em nosso estudo.

Na presente análise, a reprodutibilidade intra-avaliador e intra-instrumentos foi feita utilizando-se a amostra total (n = 104), sem levar em consideração o nível maturacional, e os resultados mostraram que ambos aplicativos foram reprodutíveis para todas variáveis testadas (CCI = 0,974 – 0,989; TE = -0,05 – 0,13; p<0,05), com viés pequeno na análise de Bland-altman (MJ2: -0,8 [-4,4; 2,8]; JPO: -1,1 [-5,0; 2,8]). Estes achados corroboram com outros estudos. Coswig et al. (2019) avaliou 40 atletas de futebol com paralisia cerebral (PC), e encontrou forte correlação intra-avaliador no salto CMJ (MJ2 app: CCI = 0,92 – 0,96; p<0,001). Vale ressaltar que Coswig utilizou um tapete de contato exatamente igual ao do nosso estudo, porém a população estudada diferia bastante da nossa. Mesmo os participantes apresentando PC, todos tinham prévia experiência em salto vertical e estavam em plenas condições físicas nos dias dos testes. Em concordância, Bogataj et al. (2020) obteve resultados de alta confiabilidade teste-reteste para o salto de CMJ (MJ2: CCI = 0,996; TE = -0,12 e Diferença entre medidas = 0,5 cm).

O único artigo que avaliou a reprodutibilidade do app JUMPO foi de Azevedo et al. (2019), no qual encontraram confiabilidade teste-reteste intra-avaliadores para o salto CMJ (CCI = 0,945 – 0,911; p<0,001). Por fim, Pueo et al. (2018), analisou 18 avaliadores treinados

e não treinados na utilização do aplicativo My Jump para medir o CMJ. O estudo encontrou concordância muito alta intra treinados ($ICC = 0,982$) entre treinados x não treinados ($ICC = 0,984$) e entre não treinados ($ICC = 0,978$) e viés dos gráficos de Bland-Altman de menos de 1 cm para todos os casos (0,41; -0,96; e -0,55, respectivamente). Não encontramos nenhum estudo onde autores tenham encontrado fraca correlação intra-avaliador e ou intra-instrumentos, e os resultados mostram que aplicativos (MJ, MJ2 e JPO) são reprodutíveis sem que seja preciso prévio treinamento com o equipamento, o que facilita muito sua utilização na prática esportiva.

Por fim, sugerimos cautela na interpretação dos dados referentes à potência e potência relativa, uma vez que se torna difícil obter uma relação fidedigna entre método e aplicativos, quando estes utilizam equações distintas para mensurar potência. Também ressaltamos a importância de que mais estudos relacionem níveis maturacionais e altura do salto para um melhor entendimento sobre esta temática. Portanto, por mais que o aplicativo MJ2 tenha sua validade e reprodutibilidade comprovada em diversos estudos, com diversas populações e métodos padrões, o aplicativo JPO carece de maiores pesquisas sobre sua validade e reprodutibilidade, inclusive com equipamentos que possam gravar em câmera lenta e frequências superiores a 240Hz e com maior taxa de quadros por segundo.

8. CONCLUSÃO

De acordo com nosso estudo, foi possível identificar que ambos aplicativos são ferramentas válidas e reprodutíveis para medir a altura do salto vertical e tempo de voo. Contudo houve diferenças significativas entre aplicativos e tapete de contato. É importante destacar que os resultados devem ser interpretados com cautela, pois a altura do CMJ mensurada pelos aplicativos pode subestimar os resultados dos indivíduos que saltaram mais alto, e superestimar os resultados daqueles que saltaram mais baixo. Com relação ao nível maturacional, ambos aplicativos são válidos, no entanto, para os participantes que se encontram nos estágios maturacionais PVC e Pós-PVC, diferenças foram encontradas, resultado este que não ocorreu nos participantes no estágio Pré PVC (apenas para o MJ2). A relação entre as variáveis de POT e PRL também foi outro ponto que deve ser levado em consideração, já que os instrumentos utilizados neste estudo usaram fórmulas distintas para mensurar potência de membros inferiores.

9. APLICAÇÕES PRÁTICAS

Os achados do presente estudo estão em acordo com estudos anteriores que validam as aplicações MJ2 e JPO para medirem a altura do salto vertical, e são de grande valia, tendo em mente que oferecem medidas válidas e reprodutíveis para crianças e adolescentes durante seu desenvolvimento físico. Outro ponto é que os resultados expressos na reprodutibilidade mostraram que seu uso não requer nenhum tipo de treinamento prévio ou especializado. Portanto, recomendamos que ambos aplicativos podem ser utilizados em campo com crianças e adolescentes independentemente do estágio maturacional que se encontram. Acreditamos que o presente estudo pode incentivar técnicos, treinadores e profissionais de educação física a utilizarem aplicativos de celular para acompanhar crianças e adolescentes de diferentes estágios maturacionais durante a prática de atividades físicas e esportivas.

10. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Algumas limitações devem ser consideradas para melhor interpretação dos nossos achados. Primeiramente, a câmera do celular com o aplicativo Jumbo gravou os saltos em 35 fps, bem abaixo da câmera do Iphone gravando a 240Hz em câmera lenta, o que pode ser o motivo pelos valores mais altos de subestimação deste aplicativo. Por último, o baixo número de meninas $n = 19$, e com uma baixa diferença de idades pode ter prejudicado algumas análises; por esse motivo, foi escolhido analisar as interações entre grupos maturacionais com a amostra total $n = 104$.

Dentro deste contexto, sugerimos que futuros estudos, investiguem a validade do aplicativo Jumbo com um instrumento com frequências de 240Hz ou mais, e também um número amostral de meninas superior ao estudado. Quanto às diferenças nos valores de potência, futuros estudos poderiam comparar métodos de avaliação que utilizem as mesmas equações de potência.

Variáveis de controle motor e maturação sexual não foram controladas nestes estudos, bem como um histórico esportivo de cada indivíduos, variáveis estes importantes para melhor compreensão das relações entre controle motor e maturação.

REFERÊNCIAS

- ACERO, Rafael Martín et al. Reliability of squat and countermovement jump tests in children 6 to 8 years of age. **Pediatric exercise science**, v. 23, n. 1, p. 151-160, 2011.
- AMIR-BEHGHADAMI, Mehrdad; JANATI, Ali. Population, Intervention, Comparison, Outcomes and Study (PICOS) design as a framework to formulate eligibility criteria in systematic reviews. **Emergency Medicine Journal**, 2020.
- ARAGÓN, Luis F. Evaluation of four vertical jump tests: Methodology, reliability, validity, and accuracy. **Measurement in physical education and exercise science**, v. 4, n. 4, p. 215-228, 2000.
- AZEVEDO, Antenor Calandrini et al. Aplicativo para dispositivos móveis é alternativa válida para medida de altura em saltos verticais em lutadores. **Rev. andal. med. deporte**, p. 83-87, 2019.
- BALDUZZI, Sara; RÜCKER, Gerta; SCHWARZER, Guido. How to perform a meta-analysis with R: a practical tutorial. **Evidence-based mental health**, v. 22, n. 4, p. 153-160, 2019.
- BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, Carlos; GLAISTER, Mark; LOCKEY, Richard Anthony. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. **Journal of sports sciences**, v. 33, n. 15, p. 1574-1579, 2015.
- BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, Carlos; TEJERO-GONZÁLEZ, Carlos Ma; DEL CAMPO-VECINO, Juan. Hormonal and neuromuscular responses to high-level middle-and long-distance competition. **International journal of sports physiology and performance**, v. 9, n. 5, p. 839-844, 2014.
- BAXTER-JONES, Adam DG; EISENMANN, Joey C.; SHERAR, Lauren B. Controlling for maturation in pediatric exercise science. **Pediatric Exercise Science**, v. 17, n. 1, p. 18-30, 2005.
- BEUNEN, GASTON P. et al. Physical activity and growth, maturation and performance: a longitudinal study. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 24, n. 5, p. 576-585, 1992.
- BOGATAJ, Špela et al. Concurrent validity and reliability of my jump 2 app for measuring vertical jump height in recreationally active adults. **Applied Sciences**, v. 10, n. 11, p. 3805, 2020.
- BOGATAJ, Špela et al. Validity, Reliability, and Usefulness of My Jump 2 App for Measuring Vertical Jump in Primary School Children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 10, p. 3708, 2020.
- BOSCO, C. et al. Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 51, n. 1, p. 129-135, 1983.
- CARLOS-VIVAS, Jorge et al. Validation of the iPhone app using the force platform to estimate vertical jump height. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 58, n. 3, p. 227-232, 2018.
- CARLOS-VIVAS, Jorge et al. Validação do aplicativo para iPhone usando a plataforma de força para estimar a altura do salto vertical. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 58, n. 3, p. 227-232, 2016.

- COOPER, Ashley R. et al. Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: the international children's accelerometry database (ICAD). **International journal of behavioral nutrition and physical activity**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2015.
- COSWIG, Victor et al. Assessing the validity of the MyJump2 app for measuring different jumps in professional cerebral palsy football players: an experimental study. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 7, n. 1, p. e11099, 2019.
- CRUVINEL-CABRAL, Rejane Maria et al. The validity and reliability of the "My Jump App" for measuring jump height of the elderly. **PeerJ**, v. 6, p. e5804, 2018.
- CRUVINEL-CABRAL, Rejane Maria et al. The validity and reliability of the "My Jump App" for measuring jump height of the elderly. **PeerJ**, v. 6, p. e5804, 2018.
- DEL COSO, Juan et al. Influence of body mass loss and myoglobinuria on the development of muscle fatigue after a marathon in a warm environment. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 38, n. 3, p. 286-291, 2013.
- DIAS, Jonathan Ache et al. Validity of two methods for estimation of vertical jump height. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 7, p. 2034-2039, 2011.
- DRILLER, Matthew et al. Assessing a smartphone application to measure counter-movement jumps in recreational athletes. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v. 12, n. 5, p. 661-664, 2017.
- DRILLER, Matthew et al. Assessing a smartphone application to measure counter-movement jumps in recreational athletes. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v. 12, n. 5, p. 661-664, 2017.
- FERNANDEZ-SANTOS, Jorge R. et al. Reliability and validity of tests to assess lower-body muscular power in children. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 8, p. 2277-2285, 2015.
- FLORÍA, Pablo; HARRISON, Andrew J. Ground reaction force differences in the countermovement jump in girls with different levels of performance. **Research quarterly for exercise and sport**, v. 84, n. 3, p. 329-335, 2013.
- FLORÍA, Pablo; HARRISON, Andrew J. The effect of arm action on the vertical jump performance in children and adult females. **Journal of applied biomechanics**, v. 29, n. 6, p. 655-661, 2013.
- FONTELLES, Mauro José et al. Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. **Revista paraense de medicina**, v. 23, n. 3, p. 1-8, 2009.
- GALLAHUE, David L.; OZMUN, John C.; GOODWAY, Jackie D. **Compreendendo o desenvolvimento motor-: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. AMGH Editora, 2013.
- GALLAHUE, David. Conceitos para maximizar o desenvolvimento da habilidade de movimento especializado. **Journal of Physical Education**, v. 16, n. 2, 2005.
- GALLARDO-FUENTES, Francisco et al. Intersession and intrasession reliability and validity of the My Jump app for measuring different jump actions in trained male and female athletes. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 7, p. 2049-2056, 2016.
- GARCÍA-LÓPEZ, Juan et al. El tipo de plataforma de contacto influye en el registro de la altura de salto vertical estimada a partir del tiempo de vuelo. **Motricidad. European Journal of Human Movement**, v. 21, p. 1-17, 2008.

- GIL, Susana Maria et al. Relationship between the relative age effect and anthropometry, maturity and performance in young soccer players. **Journal of sports sciences**, v. 32, n. 5, p. 479-486, 2014.
- GLATTHORN, Julia F. et al. Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 2, p. 556-560, 2011.
- GUEDES, Dartagnan Pinto. **Manual prático para avaliação em educação física**. Editora Manole Ltda, 2006.
- HANDA, Ankur et al. Real-time camera tracking: When is high frame-rate best? In: **European Conference on Computer Vision**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 222-235.
- HARRER, Mathias et al. **Doing meta-analysis with R: a hands-on guide**. Chapman and Hall/CRC, 2021.
- HAYNES, Tom et al. The validity and reliability of the My Jump 2 app for measuring the reactive strength index and drop jump performance. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, 2019.
- KOLBER, Morey J. et al. The influence of hip muscle impairments on squat performance. **Strength & Conditioning Journal**, v. 39, n. 3, p. 66-73, 2017.
- KOMI, Paavo V. Stretch-shortening cycle. **Strength and power in sport**, v. 2, p. 184-202, 2003.
- LEARD, John S. et al. Validity of two alternative systems for measuring vertical jump height. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 4, p. 1296, 2007.
- MALINA, Robert M. Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood. **American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association**, v. 13, n. 2, p. 162-172, 2001.
- MALINA, Robert M.; BOUCHARD, Claude. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação**. Editora Roca, 2002.
- MALINA, Robert M.; BOUCHARD, Claude; BAR-OR, Oded. **Crescimento, maturação e atividade física**. São Paulo: Phorte, 2009.
- MALINA, Robert M.; BOUCHARD, Claude; BAR-OR, Oded. **Growth, maturation, and physical activity**. Human kinetics, 2004.
- MATTHEWS, Bernadette L. et al. The influence of dance training on growth and maturation of young females: a mixed longitudinal study. **Annals of human biology**, v. 33, n. 3, p. 342-356, 2006.
- MENZEL, Hans-Joachim et al. Usefulness of the jump-and-reach test in assessment of vertical jump performance. **Perceptual and motor skills**, v. 110, n. 1, p. 150-158, 2010.
- MIRWALD, Robert L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine & science in sports & exercise**, v. 34, n. 4, p. 689-694, 2002.
- MIRWALD, Robert L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 34, n. 4, p. 689-694, 2002.
- MOIR, Gavin L. Three different methods of calculating vertical jump height from force platform data in men and women. **Measurement in Physical Education and Exercise Science**, v. 12, n. 4, p. 207-218, 2008.

- MORIN, Jean-Benoit et al. When jump height is not a good indicator of lower limb maximal power output: theoretical demonstration, experimental evidence and practical solutions. **Sports Medicine**, v. 49, n. 7, p. 999-1006, 2019.
- MORIN, Jean-Benoît; SAMOZINO, Pierre. Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. **International journal of sports physiology and performance**, v. 11, n. 2, p. 267-272, 2016.
- ORSSATTO, Lucas BR et al. Is power training effective to produce muscle hypertrophy in older adults? A systematic review and meta-analysis. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 45, n. 9, p. 1031-1040, 2020.
- PAGE, Matthew J. et al. Updating guidance for reporting systematic reviews: development of the PRISMA 2020 statement. **Journal of clinical epidemiology**, v. 134, p. 103-112, 2021.
- PEREZ-GOMEZ, Jorge; CALBET, J. A. Training methods to improve vertical jump performance. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 53, n. 4, p. 339-357, 2013.
- PUEO, Basilio; PENICHET-TOMAS, Alfonso; JIMENEZ-OLMEDO, Jose Manuel. Validity, reliability and usefulness of smartphone and kinovea motion analysis software for direct measurement of vertical jump height. **Physiology & Behavior**, v. 227, p. 113144, 2020.
- PUPO, Juliano et al. Are vertical jump height and power output correlated to physical performance in different sports? An allometric approach. **Human Movement**, v. 22, n. 2, p. 60-67, 2020.
- REQUENA, Bernardo et al. Reliability and validity of a wireless microelectromechanicals based system (Keimove™) for measuring vertical jumping performance. **Journal of sports science & medicine**, v. 11, n. 1, p. 115, 2012.
- RODRIGUEZ-MARTINEZ, Andrea et al. Height and body-mass index trajectories of school-aged children and adolescents from 1985 to 2019 in 200 countries and territories: a pooled analysis of 2181 population-based studies with 65 million participants. **The Lancet**, v. 396, n. 10261, p. 1511-1524, 2020.
- ROGERS, Simon A. et al. The validity and reliability of the MyJump2 application to assess vertical jumps in trained junior athletes. **Measurement in Physical Education and Exercise Science**, v. 23, n. 1, p. 69-77, 2019.
- SAMOZINO, Pierre et al. A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. **Journal of biomechanics**, v. 41, n. 14, p. 2940-2945, 2008.
- SANTOS, Caroline Peixoto. **Desenvolvimento de uma plataforma de avaliação e análise de salto vertical baseada em sensores piezoelétricos**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- SANTOS-LOZANO, Alejandro et al. Comparison of two systems designed to measure vertical jump height. **RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte**, v. 10, n. 36, p. 123-130, 2014.
- SAYERS, Stephen P. et al. Cross-validation of three jump power equations. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 31, n. 4, p. 572-577, 1999.
- SHARP, Anthony P.; CRONIN, John B.; NEVILLE, Jonathon. Using smartphones for jump diagnostics: A brief review of the validity and reliability of the my jump app. **Strength & Conditioning Journal**, v. 41, n. 5, p. 96-107, 2019.

- SIDIK, Kurex; JONKMAN, Jeffrey N. A comparison of heterogeneity variance estimators in combining results of studies. **Statistics in medicine**, v. 26, n. 9, p. 1964-1981, 2007.
- SLAUGHTER, Mary H. et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human biology*, p. 709-723, 1988.
- SMART, Joan E. Hunter et al. Maturity associated variance in physical activity and health-related quality of life in adolescent females: A mediated effects model. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 9, n. 1, p. 86-95, 2012.
- STREET, Glenn et al. Sources of error in determining countermovement jump height with the impulse method. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 17, n. 1, p. 43-54, 2001.
- TERAMOTO, Masaru; CROSS, Chad L.; WILLICK, Stuart E. Predictive value of national football league scouting combine on future performance of running backs and wide receivers. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 30, n. 5, p. 1379-1390, 2016.
- VAN PRAAGH, Emmanuel; DORÉ, Eric. Short-term muscle power during growth and maturation. **Sports medicine**, v. 32, n. 11, p. 701-728, 2002.
- VIECHTBAUER, Wolfgang. Conducting meta-analyses in R with the metafor package. **Journal of statistical software**, v. 36, n. 3, p. 1-48, 2010.
- ZURITA-ORTEGA, Félix et al. Physical activity, obesity and self-esteem in Chilean schoolchildren. **Revista médica de Chile**, v. 145, n. 3, p. 299-308, 2017.
- ZURITA-ORTEGA, Félix et al. Atividade física, obesidade e autoestima em escolares chilenos: análise usando equações estruturais. **Revista médica do Chile**, v. 145, nº. 3, pág. 299-308, 2017.



Serviço Público Federal

Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento

ANEXOS E APÊNDICES

11. APÊNDICE I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: Validade e confiabilidade de aplicativos de celular para medir a altura do salto vertical de crianças e adolescentes.

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa intitulada: “**Validade e confiabilidade de aplicativos de celular para medir a altura do salto vertical de crianças e adolescentes**”, a ser realizada no Centro Olímpico Vila Nasser. Com sua adesão ao estudo, você ficará disponível para a pesquisa em dois momentos para as avaliações desde que seus pais ou responsáveis autorizem a sua participação. Considerando que o estudo busca verificar a validade e confiabilidade de aplicativos de celular para mensurar a altura do salto vertical de crianças e adolescentes. Serão necessários três dias distintos, um para a explicação dos testes e treinamento prévio do teste de salto vertical e outros dois dias de aplicação dos testes e coleta dos dados.

Em ordem dos dois dias das visitas, segue abaixo a explicação detalhada dos protocolos e testes que serão aplicados:

- a) **Visita 1** – Serão explicados a todos os participantes e seus pais, o tema e objetivos do estudo, cada um dos testes e avaliações serão explicados detalhadamente, após a explicação, os participantes que aceitarem aderir a pesquisa, desde que com autorização prévia dos pais ou responsáveis, irão realizar 3 saltos verticais de contra movimento para que se familiarizem com a técnica que será utilizada no segundo dia de visita. Em ordem de aplicação as avaliações

utilizadas serão: 1 - A avaliação antropométrica que será realizada por único avaliador previamente treinado, em espaço físico reservado. Serão realizadas as medidas de massa corporal (MC) e estatura, por meio de uma balança digital e um estadiômetro. 2 - Análise do pico de velocidade de crescimento (PVC): Será utilizada como método para avaliação da maturação somática a análise do PVC, no qual contará com medidas de peso, estatura, idade, comprimento das pernas e altura tronco encefálica, sendo duas equações de acordo com o gênero.

- b) **Visita 2** – Apenas os três saltos serão avaliados e aplicados na segunda visita, os saltos verticais serão gravados para posterior análise e os dados obtidos das avaliações antropométrica, e do PVC serão tabulados em planilha do excel e apresentados aos participantes e seus pais ao final da visita.

Para participar deste estudo você deve estar apto para realizar esforço físico de baixa intensidade. Os pesquisadores responsáveis por este estudo estarão preparados para qualquer emergência. Pois, como em qualquer tratamento você poderá experimentar algum tipo de desconforto, portanto, os riscos que envolvem o seu tratamento são: fadiga em decorrência dos saltos simultâneos; dor muscular tardia pelo esforço nas atividades. Caso você sinta algum desses problemas durante as etapas de coleta, você deverá informar imediatamente algum membro da comissão avaliadora, e será acompanhado por um dos pesquisadores responsáveis até o pronto atendimento do Hospital Universitário da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, todos os possíveis custos médicos serão custeados pelos responsáveis da pesquisa.

A sua identidade será preservada, pois cada sujeito da amostra será identificado por número. Os resultados deste trabalho mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar seu nome, instituição ou qualquer informação relacionada à sua privacidade. As pessoas que estarão lhe acompanhando fazem parte de uma equipe treinada e coordenada pelo professor Dr. Rodolfo André Dellagrana. Além do mais, você não terá custos e nem receberá recursos financeiros para participar da pesquisa.

Se você estiver de acordo em participar do estudo, garantimos que as informações fornecidas serão confidenciais e só serão utilizadas neste trabalho. Sinta-se absolutamente à vontade em deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem ter que apresentar qualquer justificativa. Ao decidir deixar de participar da pesquisa você não terá qualquer prejuízo no restante das atividades. Além disso, nos responsabilizamos pelo ressarcimento diante de eventuais despesas e de indenização diante de eventuais danos de acordo com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Da mesma forma, se tiveres alguma dúvida em relação aos objetivos e procedimentos da pesquisa, ou mesmo, queira desistir da

mesma, poderá a qualquer momento entrar em contato conosco pelo telefone (41) 99783-0300-8530, (67) 992493677. Você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética para Pesquisa em Seres Humanos da UFMS pelo telefone Cidade Universitária, caixa postal 549, cep 79070-900, Campo Grande –MS.

Duas vias deste documento estão sendo rubricadas e assinadas por você e pelos pesquisadores responsáveis (Eduardo Feijó da Rocha e Rodolfo André Dellagrana), guarde cuidadosamente a sua via, pois é um documento que traz importantes informações de contato e garante os seus direitos como participante da pesquisa. Os pesquisadores responsáveis, que também assinam esse documento, comprometem-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Agradecemos desde já a sua colaboração e participação.

Eduardo Feijó da Rocha
(Executor do projeto)

Rodolfo André Dellagrana
(Pesquisador responsável)

11.1 TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão informadas a mim e realizadas em meu filho ou filha ou aquele que sou responsável legal.

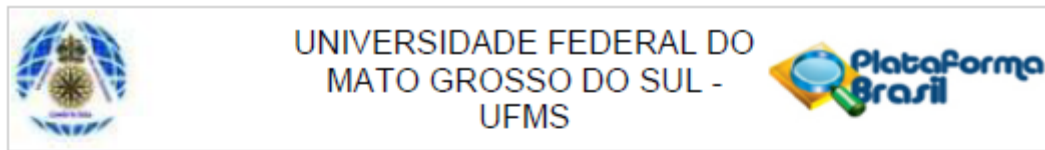
Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome: _____

Assinatura _____

Campo Grande, ____/____/____.

ANEXOS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE DE APLICATIVOS DE CELULAR PARA MEDIR A ALTURA DO SALTO VERTICAL DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES

Pesquisador: Rodolfo André Dellagrana

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 42971920.0.0000.0021

Instituição Proponente: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS

Patrocinador Principal: FUND. DE APOIO E DE DESENV. DO ENSINO, CIENCIA E TECN. DO ESTADO DO MS

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.607.550

Apresentação do Projeto:

A pesquisa tem como objetivo verificar a validade e reprodutibilidade dos aplicativos de celular My Jump, Jumbo, JumboSIGMA para mensurar a altura do salto vertical em crianças e adolescentes. Para responder a pergunta de pesquisa, será realizado um estudo de validação concorrente, onde serão comparados valores de altura do salto obtidos em tapete de saltos com os resultados obtidos nos aplicativos de celular. Além disso, será determinado o estágio maturacional somático e sexual dos avaliados por meio do pico de velocidade de crescimento (PVC) e tabela de Tanner, respectivamente. Os avaliados serão divididos em 6 grupos de acordo com o sexo e o estágio de maturação. Os saltos no tapete serão realizados utilizando-se a técnica de contra movimento (counter movement jump - CMJ), e ao mesmo tempo serão gravados os saltos nos aplicativos de celular. Assim espera-se validar uma ferramenta confiável e de baixo custo que tenha aplicabilidade em escolas que não possuam condições econômicas para realizar testes caros.

Objetivo da Pesquisa:

Verificar a validade e reprodutibilidade de aplicativos de celular para mensurar a altura do salto vertical de crianças e adolescentes, de acordo com o sexo, idade e estágio maturacional.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: o pesquisador informa que para participar deste estudo, o participante da pesquisa deve

Endereço: Av. Costa e Silva, s/nº - Pioneiros e Prédio das Pró-Reitorias e Hércules Maymone e 1º andar
Bairro: Pioneiros **CEP:** 70.070-900
UF: MS **Município:** CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 **Fax:** (67)3345-7187 **E-mail:** cepcoonep.propp@ufms.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
MATO GROSSO DO SUL -
UFMS



Continuação do Parecer: 4.607.550

estar apto para realizar esforço físico de baixa intensidade, sendo que os pesquisadores responsáveis pelo estudo estarão preparados para qualquer emergência, afirmando que como em qualquer tratamento você poderá experimentar algum tipo de desconforto e enumera os seguintes riscos: fadiga em decorrência dos saltos simultâneos; dor muscular tardia pelo esforço nas atividades. Afirma, ainda, que caso o participante sinta algum desses problemas durante as etapas de coleta, deverá informar imediatamente algum membro da comissão avaliadora, e será acompanhado por um dos pesquisadores responsáveis até o pronto atendimento do Hospital Universitário da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, com todos os possíveis custos médicos custeados pelos responsáveis da pesquisa. Considerando os riscos apresentados pelos pesquisadores é necessário que se explicita melhor sobre as possibilidades de não atendimento médico em uma emergência. De que forma o Hospital Universitário da UFMS tem protocolos administrativos para esse atendimento.

O pesquisador informa também que a identidade será preservada, pois cada sujeito da amostra será identificada por um número, sendo que os resultados desse trabalho mostrarão apenas os resultados obtidos como um todo, sem revelar nomes, instituição ou qualquer informação relacionada à privacidade do participante da pesquisa. As pessoas que estarão lhe acompanhando fazem parte de uma equipe treinada e coordenada pelo professor Dr. Rodolfo André Dellagrana. Não haverá custos e o participante não receberá recursos financeiros para participar da pesquisa.

Benefícios: os benefícios relacionam-se à validação de uma ferramenta confiável e de baixo custo com aplicabilidade em escolas que não possuam condições econômicas para realizar testes caros.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa encontra-se muito bem redigida, demonstrando ser criteriosa na coleta e análise dos dados e com relevância social.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados:

Informações básicas sobre o projeto.

Autorização da direção da FAED

Folha de rosto

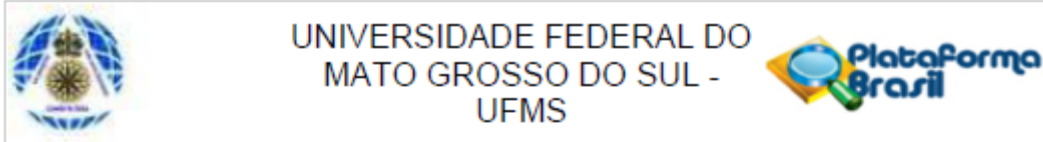
TCLE

Projeto detalhado

Cronograma

Orçamento - não há previsão de gastos.

Endereço: Av. Costa e Silva, s/nº - Pioneiros ; Prédio das Pró-Reitorias ; Hércules Maymone ; 1º andar
Bairro: Pioneiros **CEP:** 70.070-900
UF: MS **Município:** CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 **Fax:** (67)3345-7187 **E-mail:** cepponep.propp@ufms.br



Continuação do Parecer: 4.607.550

Recomendações:

-

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto atende às normas éticas para a pesquisa envolvendo seres humanos.

Considerações Finais a critério do CEP:

CONFIRAR AS ATUALIZAÇÕES DISPONÍVEIS NA PÁGINA DO CEP/UFMS

1) Regimento Interno do CEP/UFMS

Disponível em: <https://cep.ufms.br/novo-regimento-interno/>

2) Renovação de registro do CEP/UFMS

Disponível em: <https://cep.ufms.br/registro/>

3) Calendário de reuniões de 2021

Disponível em: <https://cep.ufms.br/calendario-de-reunioes-do-cep-2021/>

4) Composição do CEP/UFMS

Disponível em: <https://cep.ufms.br/composicao-do-cep-ufms/>

5) Etapas do trâmite de protocolos no CEP via Plataforma Brasil

Disponível em: <https://cep.ufms.br/etapas-do-tramite-de-protocolos-no-cep-via-plataforma-brasil/>

6) Legislação e outros documentos:

Resoluções do CNS.

Norma Operacional nº001/2013.

Portaria nº2.201 do Ministério da Saúde.

Cartas Circulares da Conep.

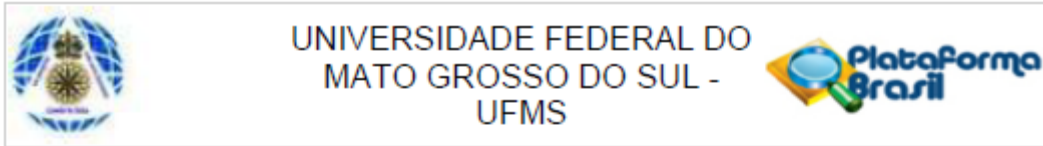
Resolução COPP/UFMS nº240/2017.

Outros documentos como o manual do pesquisador, manual para download de pareceres, pendências frequentes em protocolos de pesquisa clínica v 1.0, etc.

Disponíveis em: <https://cep.ufms.br/legislacoes-2/>

7) Informações essenciais do projeto detalhado

Endereço: Av. Costa e Silva, s/nº - Pioneiros ; Prédio das Pró-Reitorias ;Hércules Maymone; ; 1º andar
 Bairro: Pioneiros CEP: 70.070-900
 UF: MS Município: CAMPO GRANDE
 Telefone: (67)3345-7187 Fax: (67)3345-7187 E-mail: cepconep.propp@ufms.br



Continuação do Parecer: 4.607.550

Disponíveis em: <https://cep.ufms.br/informacoes-essenciais-projeto-detalhado/>

8) Informações essenciais – TCLE e TALE

Disponíveis em: <https://cep.ufms.br/informacoes-essenciais-tcle-e-tale/>

- Orientações quanto aos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e aos Termos de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) que serão submetidos por meio do Sistema Plataforma Brasil versão 2.0.

- Modelo de TCLE para os participantes da pesquisa versão 2.0.

- Modelo de TCLE para os responsáveis pelos participantes da pesquisa menores de idade e/ou legalmente incapazes versão 2.0.

9) Biobancos e Biorrepositórios para armazenamento de material biológico humano

Disponível em: <https://cep.ufms.br/biobancos-e-biorrepositorios-para-material-biologico-humano/>

10) Relato de caso ou projeto de relato de caso?

Disponível em: <https://cep.ufms.br/662-2/>

11) Cartilha dos direitos dos participantes de pesquisa

Disponível em: <https://cep.ufms.br/cartilha-dos-direitos-dos-participantes-de-pesquisa/>

12) Tramitação de eventos adversos

Disponível em: <https://cep.ufms.br/tramitacao-de-eventos-adversos-no-sistema-cep-conep/>

13) Declaração de uso de material biológico e dados coletados

Disponível em: <https://cep.ufms.br/declaracao-de-uso-material-biologico/>

14) Termo de compromisso para utilização de informações de prontuários em projeto de pesquisa

Disponível em: <https://cep.ufms.br/termo-de-compromisso-prontuarios/>

15) Termo de compromisso para utilização de informações de banco de dados

Disponível em: <https://cep.ufms.br/termo-de-compromisso-banco-de-dados/>

Endereço: Av. Costa e Silva, s/nº - Pioneiros ; Prédio das Pró-Reitorias ; Hércules Maymone ; 1º andar
 Bairro: Pioneiros CEP: 70.070-900
 UF: MS Município: CAMPO GRANDE
 Telefone: (67)3345-7187 Fax: (67)3345-7187 E-mail: cepconep.propp@ufms.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
MATO GROSSO DO SUL -
UFMS



Continuação do Parecer: 4.607.550

16) Orientações para procedimentos em pesquisas com qualquer etapa em ambiente virtual

Disponível em: <https://cep.ufms.br/orientacoes-para-procedimentos-em-pesquisas-com-qualquer-etapa-em-ambiente-virtual/>

17) Solicitação de dispensa de TCLE e/ou TALE

Disponível em: <https://cep.ufms.br/solicitacao-de-dispensa-de-tcle-ou-tale/>

DURANTE A PANDEMIA CAUSADA PELO SARS-CoV-2, CONSIDERAR:

Solicitamos aos pesquisadores que se atentem e obedeçam às medidas de segurança adotadas pelos locais de pesquisa, pelos governos municipais e estaduais, pelo Ministério da Saúde e pelas demais instâncias do governo devido a excepcionalidade da situação para a prevenção do contágio e o enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus (Covid-19).

As medidas de segurança adotadas poderão interferir no processo de realização das pesquisas envolvendo seres humanos. Quer seja no contato do pesquisador com os participantes para coleta de dados e execução da pesquisa ou mesmo no processo de obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido-TCLE e Termo de Assentimento Livre e Esclarecido-TALE, incidindo sobre o cronograma da pesquisa e outros. Orientamos ao pesquisador na situação em que tenha seu projeto de pesquisa aprovado pelo CEP e em decorrência do contexto necessite alterar seu cronograma de execução, que faça a devida "Notificação" via Plataforma Brasil, informando alterações no cronograma de execução da pesquisa.

SE O PROTOCOLO DE PESQUISA ESTIVER PENDENTE, CONSIDERAR:

Cabe ao pesquisador responsável encaminhar as respostas ao parecer pendente, por meio da Plataforma Brasil, em até 30 dias a contar a partir da data de sua emissão. As respostas às pendências devem ser apresentadas em documento à parte (CARTA RESPOSTA). Ressalta-se que deve haver resposta para cada uma das pendências apontadas no parecer, obedecendo a ordenação deste. A carta resposta deve permitir o uso correto dos recursos "copiar" e "colar" em qualquer palavra ou trecho do texto, isto é, não deve sofrer alteração ao ser "colado".

Para que os protocolos de pesquisa sejam apreciados nas reuniões definidas no Calendário, o

Endereço: Av. Costa e Silva, s/nº - Pioneiros e Prédio das Pró-Reitorias e Hércules Maymone e 1º andar
Bairro: Pioneiros CEP: 70.070-900
UF: MS Município: CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 Fax: (67)3345-7187 E-mail: ceponep.propp@ufms.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
MATO GROSSO DO SUL -
UFMS



Continuação do Parecer: 4.607.550

pesquisador responsável deverá realizar a submissão com, no mínimo, 15 dias de antecedência. Observamos que os protocolos submetidos com antecedência inferior a 15 dias serão apreciados na reunião posterior. Confira o calendário de reuniões de 2020, disponível no link: <https://cep.ufms.br/calendario-de-reunioes-do-cep-2021/>

SE O PROTOCOLO DE PESQUISA ESTIVER NÃO APROVADO, CONSIDERAR:

Informamos ao pesquisador responsável, caso necessário entrar com recurso diante do Parecer Consubstanciado recebido, que ele pode encaminhar documento de recurso contendo respostas ao parecer, com a devida argumentação e fundamentação, em até 30 dias a contar a partir da data de emissão deste parecer. O documento, que pode ser no formato de uma carta resposta, deve contemplar cada uma das pendências ou itens apontados no parecer, obedecendo a ordenação deste. O documento (CARTA RESPOSTA) deve permitir o uso correto dos recursos "copiar" e "colar" em qualquer palavra ou trecho do texto do projeto, isto é, não deve sofrer alteração ao ser "colado".

Para que os protocolos de pesquisa sejam apreciados nas reuniões definidas no Calendário, o pesquisador responsável deverá realizar a submissão com, no mínimo, 15 dias de antecedência. Observamos que os protocolos submetidos com antecedência inferior a 15 dias serão apreciados na reunião posterior. Confira o calendário de reuniões de 2020, disponível no link: <https://cep.ufms.br/calendario-de-reunioes-do-cep-2021/>

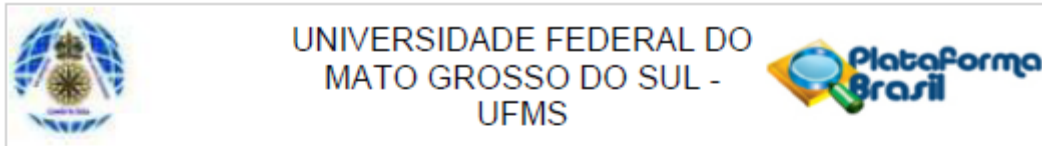
EM CASO DE APROVAÇÃO, CONSIDERAR:

É de responsabilidade do pesquisador submeter ao CEP semestralmente o relatório de atividades desenvolvidas no projeto e, se for o caso, comunicar ao CEP a ocorrência de eventos adversos graves esperados ou não esperados. Também, ao término da realização da pesquisa, o pesquisador deve submeter ao CEP o relatório final da pesquisa. Os relatórios devem ser submetidos através da Plataforma Brasil, utilizando-se da ferramenta de NOTIFICAÇÃO.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: Av. Costa e Silva, s/nº - Pioneiros ; Prédio das Pró-Reitorias ; Hércules Maymone ; 1º andar
Bairro: Pioneiros CEP: 70.070-900
UF: MS Município: CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 Fax: (67)3345-7187 E-mail: cepconeppropp@ufms.br



Continuação do Parecer: 4.607.550

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1627556.pdf	11/12/2020 15:32:17		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao.pdf	11/12/2020 15:31:15	Rodolfo André Dellagrana	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	11/12/2020 15:30:21	Rodolfo André Dellagrana	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	11/12/2020 15:29:08	Rodolfo André Dellagrana	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Saltos.pdf	11/12/2020 15:28:57	Rodolfo André Dellagrana	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	11/12/2020 15:28:38	Rodolfo André Dellagrana	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPO GRANDE, 23 de Março de 2021

Assinado por:
Juliana Dias Reis Pessalacia
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Costa e Silva, s/nº - Pioneiros e Prédio das Pró-Reitorias e Hércules Maymone e 1º andar
Bairro: Pioneiros CEP: 70.070-900
UF: MS Município: CAMPO GRANDE
Telefone: (67)3345-7187 Fax: (67)3345-7187 E-mail: oepconep.propp@ufms.br