

Henrique Soares Medeiros

**VALIDADE DE UM PROCEDIMENTO UTILIZANDO CÂMERAS
DIGITAIS DE BAIXO CUSTO PARA REALIZAÇÃO DOS TESTES DE
VELOCIDADE DE CORRIDA EM 30 METROS E DO SALTO COM
CONTRA MOVIMENTO**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2014

Henrique Soares Medeiros

**VALIDADE DE UM PROCEDIMENTO UTILIZANDO CÂMERAS
DIGITAIS DE BAIXO CUSTO PARA REALIZAÇÃO DOS TESTES DE
VELOCIDADE DE CORRIDA EM 30 METROS E DO SALTO COM
CONTRA MOVIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no curso de Pós-Graduação Lato sensu pela Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Ciência do Esporte. Área de Concentração: Treinamento Esportivo

Orientador: Prof. Dno. Rodrigo César Ribeiro Diniz
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2014

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Carlos Henrique e Neuza e a minha irmã Gena, por me apoiarem incondicionalmente nas minhas escolhas e me deram a base necessária para estar aqui neste momento.

Aos meus outros familiares que fazem parte da minha história e contribuíram significativamente para minhas escolhas.

A Deus, por iluminar meus caminhos e me dar forças necessárias para seguir meus objetivos.

Ao meu orientador Mestre Rodrigo Cezar Diniz, pela orientação com disponibilidade, sempre disposto a ajudar, pelos seus ensinamentos acadêmicos e pessoais.

A todos os professores da Escola de Educação Física da UFMG, que em suas disciplinas e fora delas, são responsáveis pela minha formação.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar a validade concorrente na altura do salto com contra movimento (SCM), e o tempo no teste de velocidade em linha reta de 30 metros (V30), comparando equipamentos de baixo custo, câmeras digitais de 30 Hz (NIKON COOLPIX S3400) e câmera de alta velocidade 240 Hz (CÁSIO EXILIM ZR200), com os equipamentos mais utilizados comumente em estudos: tapete de contato e fotocélulas. Participaram dos testes 24 voluntários não atletas dos sexos masculino e feminino com média de idade de 22,5 (\pm 4,5) anos, cada um dos participantes executou três tentativas de cada um dos testes com um tempo de descanso de um minuto entre as tentativas e três minutos entre os testes. Os sujeitos não apresentavam nenhum impedimento médico para a realização dos testes, conforme informações relatadas por eles. As alturas (cm) médias no SCM medidas pelo no tapete de contato foram de $36,74 \pm 7,03$, pela câmera de 30 Hz foram de $39,52 \pm 7,44$ e na câmera de 240 Hz foram de $35,42 \pm 7,09$. No V30 os tempos (s) médios encontrados nas distâncias de 10 metros pelas fotocélulas foram de $1,6083 \pm 3,7093$, pela câmera de 30 Hz foram de $1,5958 \pm 3,4908$ e a câmera de 240 Hz foram de $1,5688 \pm 3,8283$. As análises dos vídeos foram feitas pelo software gratuito Kinovea 0.8.15. Foi realizada a ANOVA com medidas repetidas, para identificar as diferenças entre as médias dos testes. No SCM verificou que houve diferença significativa das câmeras digitais em relação ao tapete de contato, já no V30, apenas a câmera de 240 Hz a média dos tempos de corrida foi diferente significativamente em relação à fotocélula ($p < 0,0001$). A regressão linear no SCM e no V30 apresentou valores representativos em relação ao coeficiente de correlação (SCM: 30 Hz; $r^2 = 0,862$, 240 Hz $r^2 = 0,987$; V30: 30 Hz $r^2 = 0,981$; 240 Hz $r^2 = 0,959$; $p < 0,001$). Na plotagem de Bland-Altman, mostrou que a câmera de 240 Hz é mais precisa para o SCM enquanto a câmera de 30 Hz é mais eficaz para mensurar os tempos no V30. Porém, todos os equipamentos mostram ser válidos para medir a altura de voo no SCM e os tempos no V30.

Palavras-chave: Análise de vídeo. Salto com Contra Movimento. Velocidade de corrida em 30 metros.

ABSTRACT

This present study is aimed to examine the concurrent validity of the height of counter movement jump (SCM), and the time of the 30 meters speed test in straight line (V30), comparing low-cost equipment, digital cameras 30Hz (NIKON COOLPIX S3400) and high speed camera 240 Hz (casio EXILIM ZR200), with the equipment most commonly used in studies: contact mat and photocells. 24 volunteers non-athletes from both sexes with 22,5 (\pm 4,5) age average participated. Each one performed three trials of each test with one minute to rest between each attempt and three minutes to rest between each test. The subjects had no medical impediment to the achievement of the tests, according to information provided by them. The heights (cm) averages in SCM the measures in the contact mat were 36.74 ± 7.03 , with the 30 Hz camera they were 39.52 ± 7.44 and with the 240 Hz camera were 35.42 ± 7.09 . In the V30 time found in the average distances of 10 meters by photocells were 1.6083 ± 3.7093 , with the 30 Hz camera were 1.5958 ± 3.4908 and with the 240 Hz camera were 1.5688 ± 3.8283 . The analyses of the videos were made by the software Free Kinovea 0.8.15. ANOVA was performed with repeated measures to identify differences between tests averages. In SCM was noted a significant difference of digital cameras as opposed to the contact mat, in the V30, with only the 240Hz camera the average run time was significantly different relative to photocell ($P < 0.0001$). The linear regression in the SCM and in the V30 showed representative values regarding the correlation coefficient (SCM: 30 Hz; $r^2 = 0,862$, 240 Hz $r^2 = 0,987$; V30: 30 Hz $r^2 = 0,981$; 240 Hz $r^2 = 0,959$; $p < 0,001$). The Bland-Altman plotting showed that the camera 240 Hz is more precise to the SCM while the camera 30 Hz is more effective to measure the times in the V30. However, all the equipment shown to be valid to measure flight height in the SCM and times in the V30.

Key words: video analysis, counter movement jump, 30 meters sprint.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo esquemático da estruturação da capacidade força muscular (Adaptado de CHAGAS e LIMA, 2014 p.95).	15
Figura 2: Quadro de início da medição do tempo no teste SCM, momento em que o voluntário perde contato com o tapete de contato, em azul no canto inferior esquerdo a posição em quadros (q_i) do momento da imagem.....	20
Figura 3: Quadro do final da medição do tempo no teste SCM, momento em que o voluntário toca o tapete de contato na aterrissagem, em azul no canto inferior esquerdo a posição em quadros (q_f) do momento da imagem.....	21
Figura 4: início da medição do tempo no teste V30, em vermelho o último contato do voluntário com o tapete de contato, em azul no canto inferior esquerdo a posição em quadros (q_i) do momento da imagem.	23
Figura 5: final da medição do tempo no teste V30, momento em que o voluntário cruza a última barreira de fotocélulas (30m), em azul no canto inferior esquerdo a posição em quadros (q_f) do momento da imagem.....	24
Figura 6: Regressão linear câmera de 30Hz-tapete	27
Figura 7: Regressão linear câmera 240Hz-tapete.....	28
Figura 8: Plotagem de Bland-Altman diferenças entre as determinações das alturas entre os saltos no tapete de contato e câmera de 30 Hz.	29
Figura 9: Plotagem de Bland-Altman diferenças entre as determinações das alturas entre os saltos no tapete de contato e câmera de 240 Hz.	29
Figura 10: Regressão linear câmera 30Hz-fotocélula.	30
Figura 11: Regressão linear câmera 240hz-fotocélula.	31
Figura 12: Plotagem de Bland-Altman diferenças entre as determinações do tempo entre os intervalos de 10 metros no V30 na fotocélula e câmera de 30 Hz.	32
Figura 13: Plotagem de Bland-Altman diferenças entre as determinações do tempo entre os intervalos de 10 metros no V30 na fotocélula e câmera de 240 Hz.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: análise descritiva do SCM.....	26
Tabela 2: análise descritiva do V30.....	30

LISTA DE ABREVEATURAS

CAE = Ciclo de alongamento encurtamento

CG = Centro de gravidade

SA = Salto Agachado

SCM = Salto com contra movimento

SV = Salto vertical

TCLE = Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

V30 = Teste de velocidade 30 metros

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivo	12
1.2 Justificativa.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1. Teste de Salto com Contra Movimento (SCM)	14
2.2. Teste de Velocidade de corrida em 30 metros (V30)	16
2.3. Validade	17
3 METODOLOGIA.....	19
3.1. Amostra	19
3.2. Procedimentos	19
3.2.1. Técnica de Salto com Contra Movimento (SCM)	19
3.2.2. Teste de Velocidade 30 metros (V30).....	21
3.3. Análise Estatística	24
4 RESULTADOS	26
5 DISCUSSÃO	33
REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

O esporte é um fenômeno social e cultural de grande importância nos nossos tempos (BOMFIM, 1990). A essência do esporte representa a atividade orientada para obtenção da vitória (ZAKHAROV, 1992). Essa preparação especial passa por um trabalho de todas as capacidades inerentes a modalidade esportiva para que o rendimento do atleta seja satisfatório.

O aumento do conhecimento científico na área da ciência do esporte visando à busca de uma melhora do rendimento gera o aumento da exigência esportiva que é diretamente proporcional à necessidade de individualização das cargas de treinamento e sua prescrição é baseada nos resultados das avaliações físicas (SZMURCHROWSKI; PENA, 2013).

Esses mesmos autores utilizam a perspectiva da teoria do Sistema Integrado do Treinamento Esportivo, que oferece ferramentas que auxiliem no planejamento, execução e no controle dos treinamentos. O controle das cargas de treinamento é indispensável para que os treinadores alcancem os objetivos. Tal procedimento depende da combinação dos conhecimentos da ciência do esporte com a utilização das tecnologias disponíveis para aperfeiçoar as sessões de treino.

As avaliações são partes importantes no controle periódico para o acompanhamento das respostas crônicas ao treinamento com a realização antes do início do programa e sua repetição no decorrer da preparação (SZMURCHROWSKI; PENA, 2013). Dessa forma, medir a condição inicial de cada atleta é um ponto de partida para a prescrição das sessões de treinamento e contínua progressão das cargas. Assim, atualmente as avaliações estão incorporadas com um maior grau de importância no planejamento, execução e controle do treinamento, fato esse que é bem destacado por (BANGSBO; MOHR; KRUSTRUP, 2006).

Alguns estudos têm adotados procedimentos que foram utilizados para avaliar através de testes motores algumas capacidades físicas importantes para o desempenho esportivo (CYRINO *et al.*, 2002; MARQUES *et al.*, 2010; PAAVOLAINEN *et al.*, 1999). Podemos destacar os saltos verticais (SV) e o teste de velocidade em linha reta. A avaliação do SV é relevante no desempenho esportivo

como determinação da força explosiva dos membros inferiores em diversas modalidades esportivas (NEZ-REYES *et al.*, 2011; MARKOVIC *et al.*, 2007; ZIV; LIDOR, 2010). Assim como os saltos, os testes de velocidades também possuem o mesmo grau de importância para o desempenho, já que é uma das capacidades diretamente associada ao sucesso em modalidades individuais e coletivas (GONÇALVES *et al.*, 2007).

Mcdougall e Wenger (1991) colocam que para um teste motor ser eficaz, os avaliadores devem seguir alguns procedimentos como: incluir variáveis importantes ao esporte, selecionar testes reproduzíveis e válidos, desenvolver protocolos de teste específicos para o esporte, controlar rigidamente a aplicação do teste, respeitar os direitos do atleta, repetir o teste periodicamente e interpretar os resultados diretamente para o treinador e para o atleta. Desta forma, é importante salientar que os testes motores ao serem utilizados devem estar o mais próximos da modalidade esportiva. Os testes de SV e velocidade são muito utilizados em pesquisas com jogadores de futebol (WISLOFF *et al.*, 2004; COELHO *et al.*, 2011; Silva, 2011), com jogadores de handebol (BARTOLOTTI *et al.*, 2011; INGEBRIGTSEN *et al.*, 2012) com jogadores de voleibol (HESPANHOL *et al.*, 2007), com jogadores de futsal (BOSCO *et al.*, 1983; MENZEL *et al.*, 2005). Nestes estudos foram utilizados testes motores de SV e velocidade para medir o desempenho de atletas de alto rendimento nas capacidades de força de membros inferiores e velocidade de corrida em linha reta, respectivamente.

Nos estudos acima, assim como em outros achados, os testes descritos para medir potência muscular de membros inferiores são os de SV: salto agachado (SA) e salto contra movimento (SCM). Para se medir a velocidade de corrida um dos testes mais utilizados é o de Sprint de 30 metros em linha reta.

No caso dos SV, a medição do tempo de voo é atualmente o meio para calcular a altura atingida (DIAS *et al.*, 2011). A altura atingida durante um SV é importante para determinar a força explosiva de membros inferiores (NEZ-REYES *et al.*, 2011; MARKOVIC *et al.*, 2007; ZIV; LIDOR, 2010).

Os instrumentos mais utilizados para mensurar o tempo de voo em saltos verticais são tapete de contato (CRONIN; HANSEN, 2005), por meio de vídeos (FERNANDEZ *et al.*, 2014) e plataforma de força (MENZEL *et al.*, 2005), essa última

sendo considerada padrão ouro. Assim, vários estudos têm utilizado esses instrumentos para calcular as alturas de SV, que são amplamente utilizados na formação esportiva, com base em tempos de voo.

Para tornar esses testes mais precisos e confiáveis a tecnologia é de grande ajuda na aplicação e análise dos resultados. Hoje muitos estudos que são realizados para avaliações de velocidade e SV, utilizam equipamentos eletrônicos, por exemplo, fotocélulas, plataformas de força e tapete de contato, respectivamente (SILVA *et al.*, 2012; COELHO *et al.*, 2011; VOELZKE *et al.*, 2012), que são conectados a computadores e assim, tem-se os resultados imediatos e os treinadores e preparadores físicos podem fazer interferências e manipular os treinamentos da melhor maneira possível.

No entanto, tanto as avaliações por plataforma de força ou tapete de contato e fotocélulas sofrem de três potenciais inconvenientes: alto custo, o que torna difícil a aquisição, dificuldade no transportar, principalmente no caso das plataformas de força e necessita de tomadas elétricas nas proximidades, o que também pode limitar a utilização (FERNANDEZ *et al.*, 2014).

Por sua vez, alguns métodos baseados na análise de vídeos são conhecidos para permitir medir alguns testes motores. Por causa do uso de câmeras de alta velocidade sofisticadas associadas a software de análise de vídeos, os métodos são válidos e confiáveis quando comparados com os métodos padrão ouro (DIAS *et al.*, 2011; LOPEZ *et al.*, 2005; REQUENA *et al.*, 2012).

Tudo isso aponta para a necessidade de alternativas de baixo custo, e métodos fáceis de usar para medir os testes motores de velocidade e tempos de voos em saltos verticais.

1.1 Objetivo

O objetivo do presente estudo é verificar a validade concorrente entre equipamentos de baixo custo (câmera de alta velocidade 240 Hz e câmeras digitais de 30 Hz), com os equipamentos mais utilizados comumente em estudos (tapete de contato e fotocélulas), quando aplicados ao teste de salto vertical com contra movimento e ao teste de velocidade de *sprint* em linha reta de 30 metros.

1.2 Justificativa

O estudo se justifica pela tentativa de se buscar novos recursos confiáveis e válidos de baixo custo e fácil utilização para avaliação da altura do salto no SCM e tempo do V30 e com isto auxiliar os treinadores de muitos esportes em seus programas de treino.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Teste de Salto com Contra Movimento (SCM)

O SV é uma ação importante que demanda muitas ações explosivas, é um dos movimentos mais realizados e um componente importante para o desempenho em vários esportes. (YOUNG *et al.*; 1997, HASSON *et al.*; 2004, DAL PUPO; DETANICO; SANTOS, 2012). Segundo Garcia *et al.* (1993) o SV é o processo de elevação vertical do centro de gravidade (CG) de um indivíduo no ar, com projeção do corpo verticalmente.

A literatura apresenta comumente dois tipos de saltos para a mensuração da altura e tempo de voo em SV. O “*Squat jump*” ou Salto Agachado (SA) e “*Counter Movement Jump*” ou Salto com Contra Movimento (SCM). A técnica do primeiro salto tem como posição inicial com os pés em paralelo, mãos na cintura com o joelho e quadris fletidos com aproximadamente 90 graus de angulações nessas articulações, e dessa posição deveria fazer o salto. O SCM tem a posição inicial na qual o sujeito deve ficar ereto com os pés em paralelo na largura do quadril e mãos na cintura, realizar o movimento excêntrico para baixo e o mais rápido possível fazer uma fase concêntrica realizando o salto o mais alto possível.

No estudo de Komi e Bosco (1978) foram comparadas as duas técnicas de salto e foram verificados através de curvas força-velocidade que o impulso gerado era maior no SCM, foi atribuído essa diferença a utilização do mecanismo do ciclo de alongamento encurtamento (CAE).

O CAE é definido pela presença da execução de uma ação concêntrica precedida por uma contração excêntrica (NEWTON *et al.*, 1998). Pode-se observar o mecanismo em várias ações cotidianas como correr e saltar.

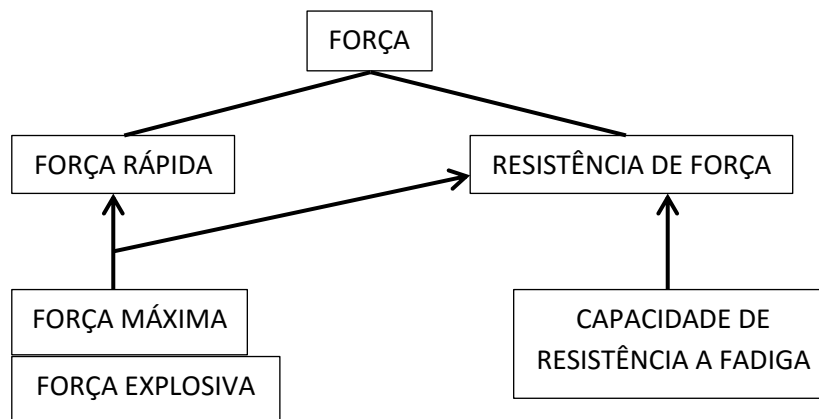
Desta maneira o SV está mais próximo da realidade da técnica dos diversos esportes apresentando uma correlação entre o desempenho nos testes com os desempenhos de força e velocidade (COMFORT *et al.*, 2014; REQUENA *et al.*, 2011; . McCURDY *et al.*, 2010; MARQUES *et al.*, 2010).

Como podemos observar a força muscular é uma capacidade muito importante para o desempenho no SV. A capacidade força como manifestação do

desempenho humano foi definida por Platonov (2008), como sendo a capacidade de superar ou se opor a uma resistência por meio de uma atividade muscular.

No modelo (Figura 1) proposto por BÜHRLE e SCHMIDTBLEICHER (1981), os autores propõe que a capacidade motora força apresenta duas manifestações, força rápida e resistência de força. Entende-se como força rápida a capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior impulso em um determinado tempo (GÜILLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1999 citado por CHAGAS; LIMA, 2013). Essa manifestação é influenciada por dois componentes, a força explosiva, que seria a maior elevação da força por unidade de tempo (SCHMIDTBLEICHER, 1992 citado por CHAGAS; LIMA, 2014 p.98) e a força máxima, que seria a capacidade do sistema neuromuscular de gerar o maior valor de força por meio de uma contração voluntária máxima (GÜILLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1999 citado por CHAGAS E LIMA, 2013).

Figura 1: Modelo esquemático da estruturação da capacidade força muscular (Adaptado de CHAGAS; LIMA, 2014).



Para o SV a força explosiva parece ser uma manifestação determinante nos resultados do componente força rápida, e que permite ao atleta realizar movimentos rápidos em um curto período de tempo. Para um jogador de futebol, por exemplo, ter um bom desempenho desse componente permite realizar de forma dinâmica, rápida, evolutiva e eficaz, as mais diversas ações durante o jogo (SILVA, 2011). De acordo com Hoff e Helgerud (2004), o treinamento de força realizado com velocidades

máximas de execução nas ações concêntricas pode contribuir para o desempenho em *sprints* e saltos de atletas de futebol.

2.2. Teste de Velocidade de corrida em 30 metros (V30)

Alguns autores apontam que a velocidade e a força são fatores primordiais para o bom desempenho de um atleta durante uma competição ou jogo (SILVA *et al.*, 2012; COELHO *et al.*, 2011; VOELZKE *et al.*, 2012).

A velocidade pode ser definida como a capacidade do condicionamento físico fundamental ao desempenho a fim de que a atividade motora possa se realizar em um menor período de tempo possível (TORRELLES; ALCARAZ, 1998).

Ela é amplamente discutida na literatura como sendo uma capacidade física complexa e o seu desenvolvimento completo depende da manifestação de diversas características, tais como: produção de força (DELECLUSE, 1997) e coordenação intra e intermuscular (CRONIN; McNAIR; MARSHAL, 2001).

O *sprint* é determinante para um bom rendimento em vários esportes (McCURDY *et al.*, 2010). Podemos entender o *sprint* como correr, pedalar, remar em máxima velocidade numa pequena distancia (COLLINS, 1991). Em várias modalidades esportivas os atletas utilizam dos *sprints* em diversas situações de jogo, como por exemplo, em contra-ataques, aonde às ações motoras devem ser rápidas para que o adversário possa ser surpreendido.

O grau de importância dessa capacidade física varia consideravelmente de acordo com a demanda da modalidade. No futebol, por exemplo, os atletas realizam vários *sprints* em curtas distâncias, que podem variar de 5 a 60m (McCURDY *et al.*, 2010), sendo que na maioria dos casos a distância está em aproximadamente 10 metros (LOKIE *et al.*, 2013), nesses deslocamentos os jogadores devem atingir a maior velocidade possível.

Para a mensuração do *sprints*, alguns estudos (McCURDY *et al.*, 2010, VOELZKE *et al.*, 2011; COELHO *et al.*, 2011) utilizaram o teste de 30 metros em linha reta, o que demonstra ser um teste bem aceito pela comunidade científica e bem aplicado na prática pelos treinadores de futebol, basquetebol.

O teste consiste em uma corrida o mais rápido possível em uma distância de 30 metros em linha reta em um terreno plano. Com a mensuração do tempo gasto pelo atleta para percorrer essa distância é possível identificar as medidas durante o percurso.

Para a mensuração do *sprint* algumas pesquisas utilizam fotocélulas conectadas a um computador aonde um software é responsável por registrar o tempo em que o indivíduo gastou para percorrer um determinado percurso (INGEBRIGTSEN; JEFFREYS, 2012; COELHO *et al.*, 2011; MENZEL *et al.*, 2005). A fotocélula é um sensor que detecta um estímulo físico e transmite um impulso elétrico correspondente para um software. Assim, quando o sujeito passa pelo sensor ele transmite um sinal para o computador e aciona o início e o término do cronômetro, para isso é utilizado pelo menos um par do equipamento.

2.3. Validade

Refere-se à capacidade de um instrumento ou teste em distinguir as variáveis avaliadas, o quanto o teste identificou (GORDIS, 2004). Uma medição é válida se é apropriada para a questão que se está pesquisando ou se mede corretamente o que está sendo proposto.

O uso de testes específicos é importante para aproximar os resultados da realidade. No estudo de FERNANDEZ (2014), foi validado o método HSC-Kinovea para o cálculo do tempo de voo e altura dos SCM, para isso, foram utilizadas câmeras digitais de altas velocidades, 240 Hz, que possuem um custo muito mais baixo que os instrumentos utilizados como padrão ouro, plataformas de força, por exemplo, e os dados eram analisados pelo software de análise de vídeo kinovea 0.8.15. Neste mesmo estudo os autores verificaram uma concordância nos tempos de voo com $R^2 = 0,995$ com $p = 0,0001$.

Já no estudo de Pinillos (2014), foram utilizados os mesmos equipamentos para mensurar os tempos de Sprint em 30 metros e os dados foram analisados pelo software Video Speed (vs.1.38, ErgoSport, Granada, Spain).

Portanto, a validade de um teste é determinada como a habilidade de um teste de distinguir se os resultados obtidos estão próximo ou distante do que está sendo medido.

Para o presente estudo será analisado a validade concorrente entre os equipamentos padrão ouro (tapete de contato e fotocélula) e equipamentos de baixo custo (câmeras digitais de 30Hz e 240Hz). A validade concorrente é a relação estatística que possa existir entre os resultados produzidos pelos instrumentos de medida em questão (GUEDES, 2006). Isso quer dizer, se baseia nas estimativas de correlação momento-produto dos resultados produzidos pelos instrumentos (tapete de contato e fotocélulas) e as informações apresentadas pelas câmeras digitais, admitindo-se que este apresente relação direta com o atributo que se pretende avaliar (altura de voo no SCM e tempo no teste V30).

3 METODOLOGIA

3.1. Amostra

Este estudo contou com a participação de 24 voluntários não atletas dos sexos masculino (17) e feminino (7) com média de idade de $22,5 \pm 4,5$ anos. Os sujeitos não apresentavam nenhum impedimento médico para a realização dos testes, conforme informações relatadas por eles. Após terem sido informados sobre os procedimentos e objetivos do estudo, cada sujeito assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

3.2. Procedimentos

Antes da realização da coleta de dados, todos os indivíduos realizaram uma atividade preparatória inicial que serviu como familiarização aos testes. A atividade consistia em três SCM e três *sprints* de 30 metros com uma pausa de 60 segundos entre as repetições e três minutos antes da realização dos testes. O teste de impulsão vertical, SCM, foi realizado primeiro, seguido do teste de velocidade. Os testes de velocidade e impulsão vertical foram realizados três vezes por cada sujeito com um intervalo de três minutos entre eles. Todos os resultados foram considerados para análise (SILVA *et al.*, 2012; DAL PUPO *et al.*, 2012).

3.2.1. Técnica de Salto com Contra Movimento (SCM)

A altura do salto vertical através do teste SCM. O tapete de contato foi conectado a um computador com software específico (Multi Sprint) para análise do tempo de voo do voluntário que é considerado como o intervalo de tempo entre a perda de contato com o tapete e o retorno do mesmo ao solo. As câmeras digitais de 30 Hz (NIKON COOLPIX S3400) e 240 Hz (CÁSIO EXILIM ZR200) foram posicionadas no plano sagital direito do voluntário perpendicularmente a uma distância de 2 metros em relação ao ponto médio do tapete de contato. As imagens foram analisadas pelo software (Kinovea versão 0.8.15.).

A instrução para execução do SCM utilizada foi semelhante ao estudo de Menzel *et al.*, (2005). Os voluntários deveriam iniciar na posição ereta, com os pés em paralelo na largura do quadril e permanecer com as mãos na cintura durante todo o procedimento. Esse procedimento teve como objetivo a manutenção da postura corporal e, conseqüentemente, do CG no momento da perda de contato com a placa e da aterrissagem. O início de cada tentativa era determinado pelo

próprio voluntário desde que respeitado o tempo de pausa. O salto consiste em um agachamento até aproximadamente 90° de flexão de joelhos e quadril seguido por pela extensão desses mesmos seguimentos até a realização do salto. A aterrissagem deveria ser realizada com as pontas dos pés que foi o último momento de contato no momento da decolagem.

Figura 2: Quadro de início da medição do tempo no teste SCM, momento em que o voluntário perde contato com o tapete de contato, em azul no canto inferior esquerdo a posição em quadros (q_i) do momento da imagem.

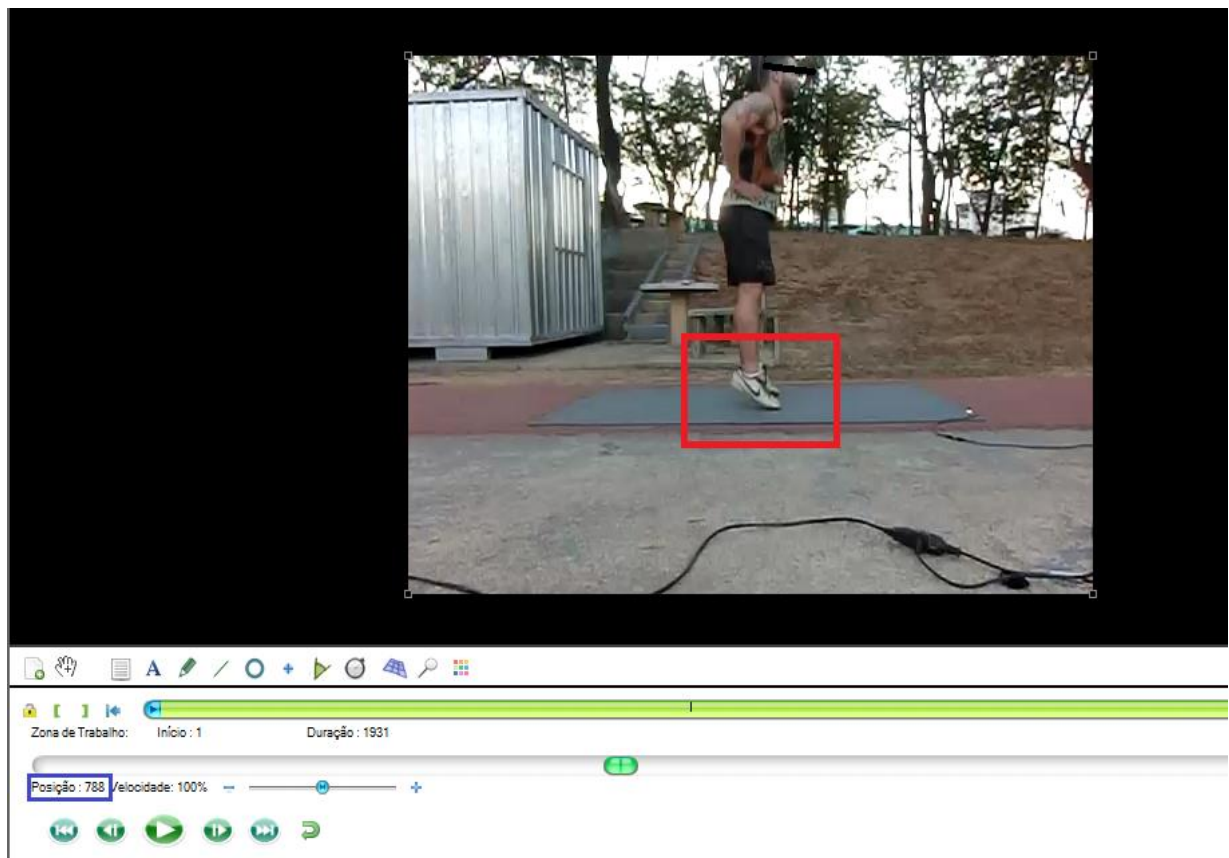
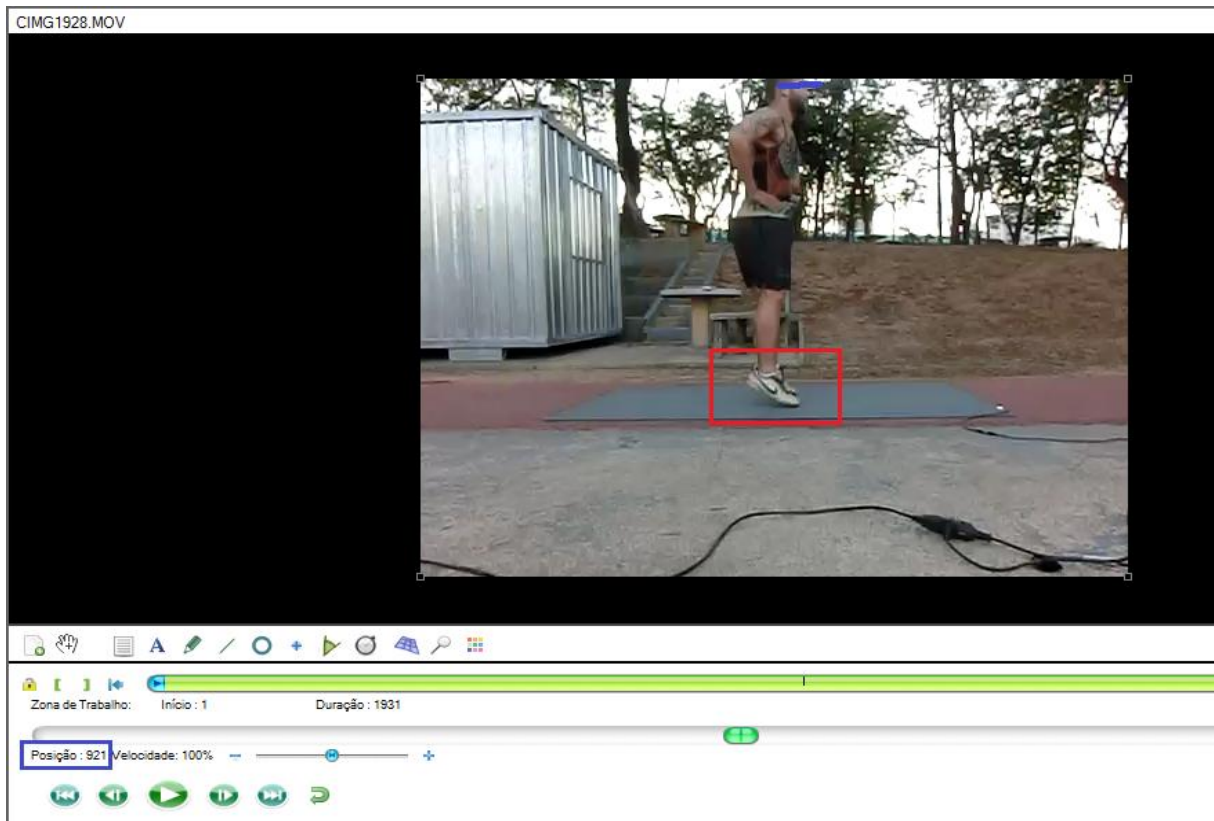


Figura 3: Quadro do final da medição do tempo no teste SCM, momento em que o voluntário toca o tapete de contato na aterrissagem, em azul no canto inferior esquerdo a posição em quadros (q_f) do momento da imagem.



Para a medição da altura do tempo de voo assim como no teste de velocidade foram considerados os quadros das imagens através deles calculava-se o tempo de voo através da equação $t = (q_f - q_i)/Hz$, sendo que t (s) representa o tempo da corrida, q_f representa o quadro da posição final, q_i representa o quadro da posição inicial e Hz a frequência em que foi feito o vídeo, 30 ou 240 quadros por segundo. Com o tempo de voo através da equação $h = (g \cdot t^2)/8$ (KLAVORA, 2000), tem-se a altura do salto.

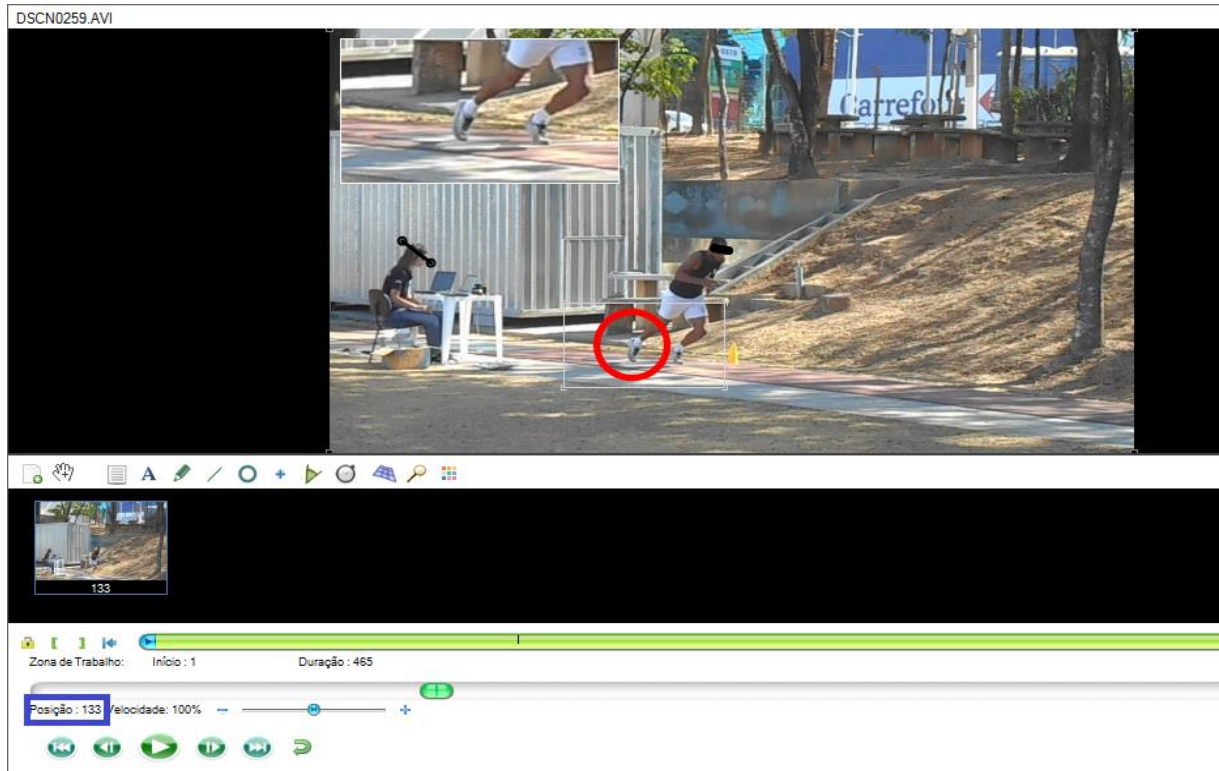
3.2.2. Teste de Velocidade 30 metros (V30)

O V30 foi realizado em uma pista sintética plana, em linha reta com distância de 30 metros de comprimento e uma raia de 1 metro de largura. O trajeto foi demarcado com cones de 20 cm de altura. As posições dos cones foram, colocadas a 0 metro, 10 metros, 20 metros e 30 metros.

As fotocélulas utilizadas foram posicionadas nas distâncias 10 metros, 20 metros e 30 metros, a uma altura de 1 metro do chão, nessa altura os membros superiores não poderiam ser captados pelo equipamento. Um tapete de contato foi colocado atrás na marca inicial, 0 metro. Todos os equipamentos foram conectados a um computador com software específico (Multi Sprint) para análise do tempo da corrida. As câmeras digitais de 30 Hz (NIKON COOLPIX S3400) e 240 Hz (CÁSIO EXILIM ZR200) foram posicionadas em um tripé com 1,5 metros de altura e perpendicularmente a 15 metros de distância do ponto médio da pista. As imagens foram analisadas por um software (Kinovea versão 0.8.15.) para determinação do tempo percorrido pelo voluntário.

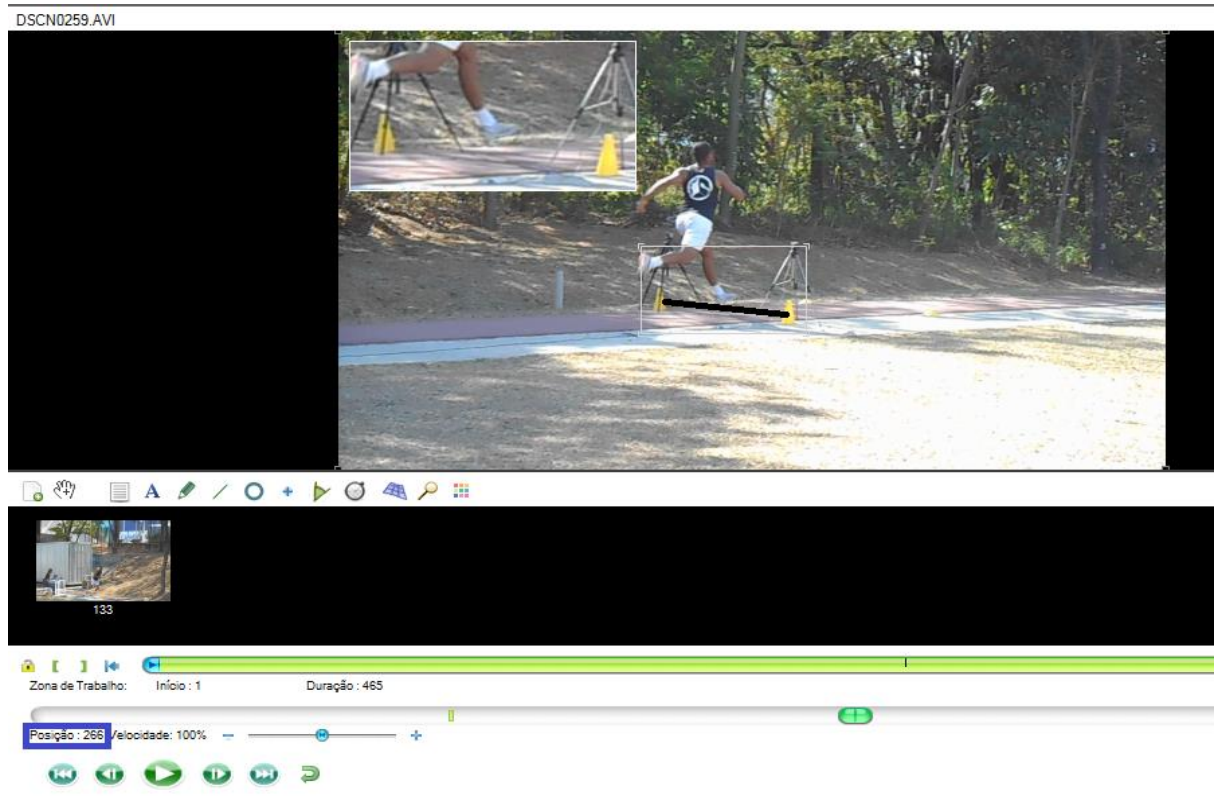
A saída para a corrida foi da posição ereta com um dos pés sobre o tapete de contato e ficava posicionado atrás do voluntário, o pé da frente ficou posicionado na linha da marca inicial, sem que houvesse o acionamento prematuro do cronômetro. O tapete de contato tinha a função de ser o acionador do cronômetro e as fotocélulas marcavam as parciais em cada distância, assim que o pé do voluntário perdia o contato com o tapete o cronômetro era disparado, este mesmo momento servia como referência para análise no vídeo do início do tempo da corrida, como pode ser observado na figura 4.

Figura 4: início da medição do tempo no teste V30, em vermelho o último contato do voluntário com o tapete de contato, em azul no canto inferior esquerdo a posição em quadros (q_i) do momento da imagem.



O momento do início do teste foi determinado pelo próprio voluntário. Este, então, deveria percorrer o trajeto o mais rápido possível, com o cuidado de não desacelerar antes de cruzar a última barreira de fotocélulas, essa última era utilizada na imagem para o fim da marcação do tempo da corrida, como pode ser observado na figura 5.

Figura 5: final da medição do tempo no teste V30, momento em que o voluntário cruza a última barreira de fotocélulas (30m), em azul no canto inferior esquerdo a posição em quadros (q_f) do momento da imagem.



A análise do vídeo por meio do software foi feito através do número de quadros por segundo, esses dados eram fornecidos pelo programa kinovea. Para encontrar os utiliza-se a equação $Pt = (q_f - q_i)/Hz$, sendo que t representa o tempo da corrida, q_f representa o quadro da posição final, q_i representa o quadro da posição inicial e Hz a frequência em que foi feito o vídeo, 30 ou 240 quadros por segundo.

3.3. Análise Estatística

Para o tratamento dos dados inicialmente foram utilizados procedimentos estatísticos descritivos. A média aritmética e o desvio padrão foram encontrados para fazer uma comparação inicial referente aos valores dos três equipamentos utilizados no estudo. (de média, mínimo, máximo e desvio padrão das variáveis investigadas com os três procedimentos adotados, padrão ouro, câmera de 30hz e câmera de 240hz). Posteriormente foi realizada uma ANOVA com medidas repetidas para verificar se há diferença entre as médias dos procedimentos tapete de contato,

câmeras 30 e 240 Hz e fotocélulas, câmeras 30 e 240 Hz. Quando o valor de P no ANOVA foi significativo. Foi utilizado o *post hoc Scheffé* para verificar onde se encontram as diferenças. Além disto, foi realizado o procedimento de regressão linear para estimar a relação e a equação para as variáveis comparando o equipamento padrão ouro com os equipamentos de baixo custo (câmeras digitais) (DÍAZ; LÓPES, 2007). O programa estatístico utilizado para estes procedimentos foi o SPSS 22.0, sendo que o nível de significância adotado foi de 0,05.

Também foi realizado a plotagem dos dados através do método de Bland-Altman, um método gráfico de comparação de duas técnicas de medição em que são plotadas as diferenças entre o método alternativo utilizado (filmagem) e medidas obtidas através do padrão ouro (tapete e fotocélula) (BLAND; ALTMAN, 1986). As linhas horizontais superiores e inferiores representam mais ou menos 1,96 vezes a diferença entre o valor médio observado nas câmeras em relação ao padrão ouro. Este procedimento foi realizado através do pacote estatístico SigmaPlot 10.0, o nível de significância adotado também foi de 0,05.

4 RESULTADOS

Foram avaliados 24 voluntários dos sexos masculino (17) e feminino (7) com média de idade de 22,5 (\pm 4,5) anos. Abaixo estão apresentados os resultados referentes ao SCM e ao V30.

6.1. Resultados relacionados ao SCM

Os valores descritos na tabela 1 são referentes às alturas (cm) médias encontradas por cada equipamento.

Tabela 1: análise descritiva do SCM

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Tapete	67	25,00	53,60	36,7403	7,03944
cam30hz	67	23,00	60,00	39,5209*	7,44724
cam240hz	67	23,00	53,10	35,4209*#	7,09228

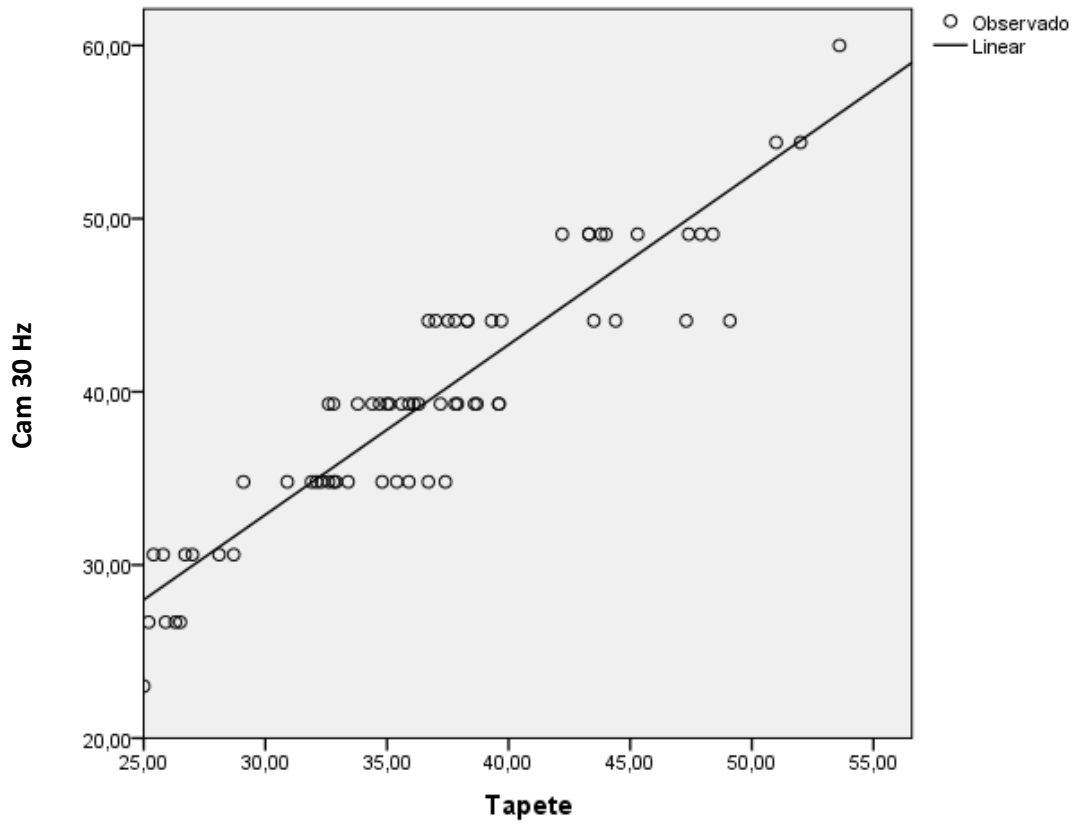
* Diferença significativa em relação ao Tapete de contato ($p < 0,001$).

Diferença significativa em relação à cam30Hz ($p < 0,001$).

Ao aplicar uma ANOVA com medidas repetidas verificou-se que as três médias dos grupos são diferentes entre si. O post hoc *Scheffé* determinou que todas as médias dos procedimentos com tapete de contato, câmera 30 Hz e câmera de 240 Hz eram significativamente diferentes entre si ($p < 0,001$).

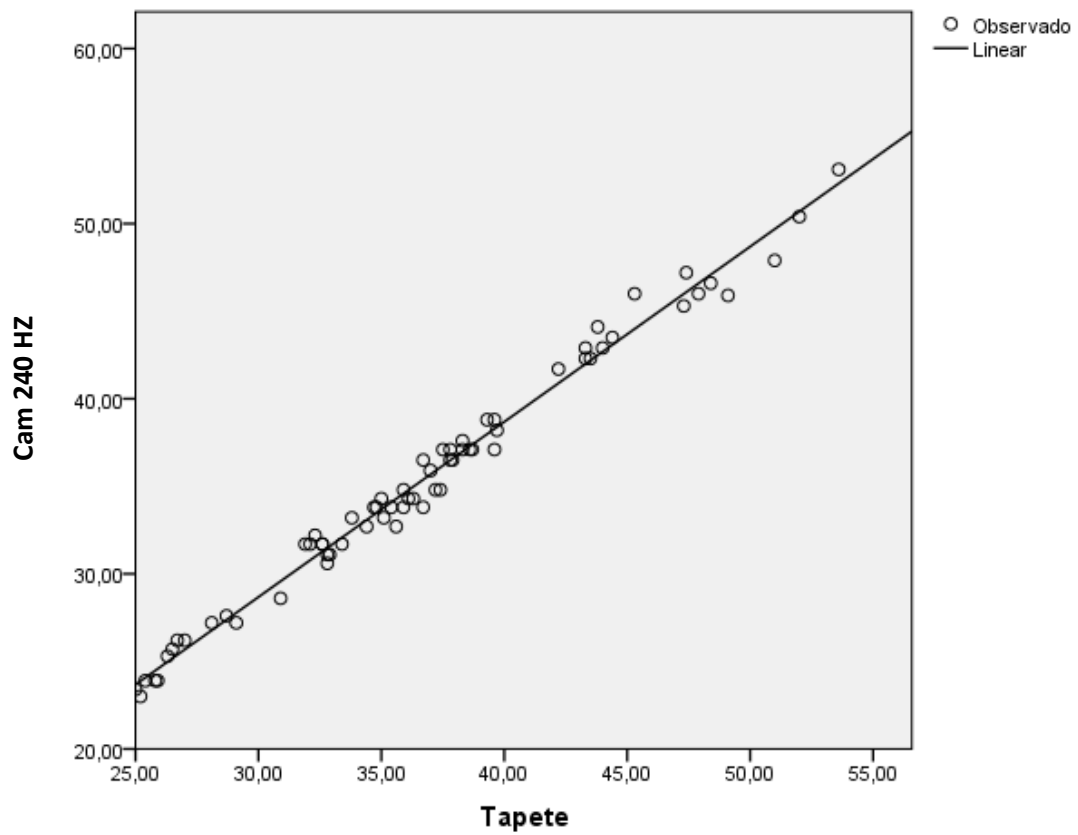
Foi encontrada uma equação para regressão linear de $3,43x + 0,982$ ($p < 0,001$; $R^2 = 0,862$; erro padrão da estimativa 2,78). A figura abaixo representa esta equação, sendo que no eixo x estão representados os valores encontrados pelo tapete de contato e no eixo y estão representados os valores encontrados pela câmera de 30 Hz, ambos em centímetros.

Figura 6: Regressão linear câmera de 30Hz-tapete



Também foi realizada uma regressão linear $1,001-1,347x$ ($p < 0,001$; $R^2 = 0,987$; erro padrão da estimativa 0,82) entre os dados do tapete e da câmera de 240hz. Sendo que no eixo x estão representados os valores encontrados pelo tapete de contato e no eixo y estão representados os valores encontrados pela câmera de 240 Hz.

Figura 7: Regressão linear câmera 240Hz-tapete.



Abaixo pode ser observada as Plotagens de Bland-Altman para os dados do Tapete de contato com a câmera de 30hz e tapete de contato com a câmera de 240hz.

Figura 8: Plotagem de Bland-Altman diferenças entre as determinações das alturas entre os saltos no tapete de contato e câmera de 30 Hz.

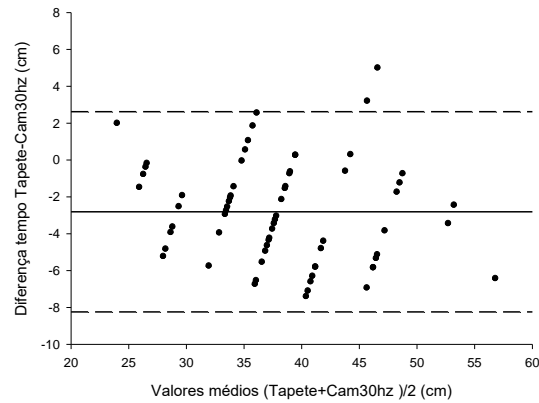
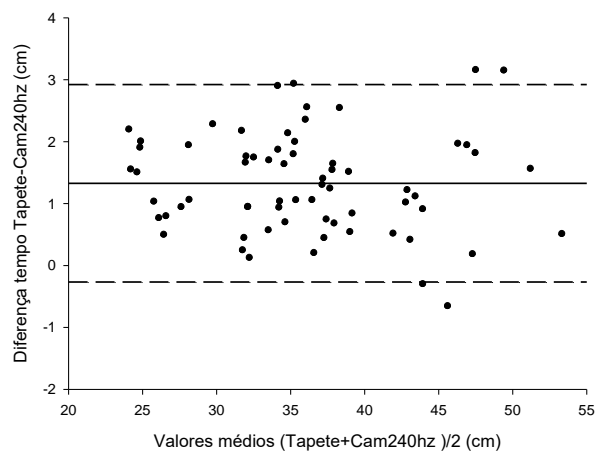


Figura 9: Plotagem de Bland-Altman diferenças entre as determinações das alturas entre os saltos no tapete de contato e câmera de 240 Hz.



4.2. Resultados relacionados ao V30

Os valores descritos na tabela 2 são os tempos (s) médios dos intervalos de 10 em 10 metros, de uma distância total de 30 metros.

Tabela 2: análise descritiva do V30

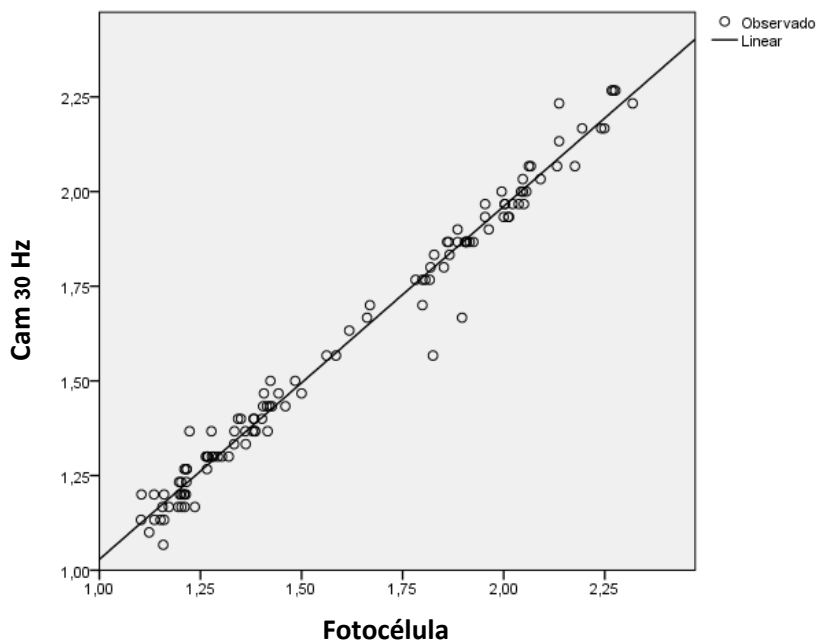
	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Fotocélula	117	1,10	2,32	1,6083	,37093
cam30hz	117	1,07	2,27	1,5958	,34908
cam240hz	117	,93	2,30	1,5688	,38283

* Diferença significativa em relação ao Fotocélula ($p < 0,001$).

Ao aplicar uma ANOVA com medidas repetidas verificou-se que as três médias dos grupos são diferentes ($F_{2,232} = 17,55$; $p < 0.001$; $\omega = 1,000$; $\eta^2 = 0.131$). O post hoc *Scheffé* determinou que todas as médias dos procedimentos com fotocélula e câmera 30 Hz eram maiores significativamente que os procedimentos com a câmera 240hz ($p < 0,001$).

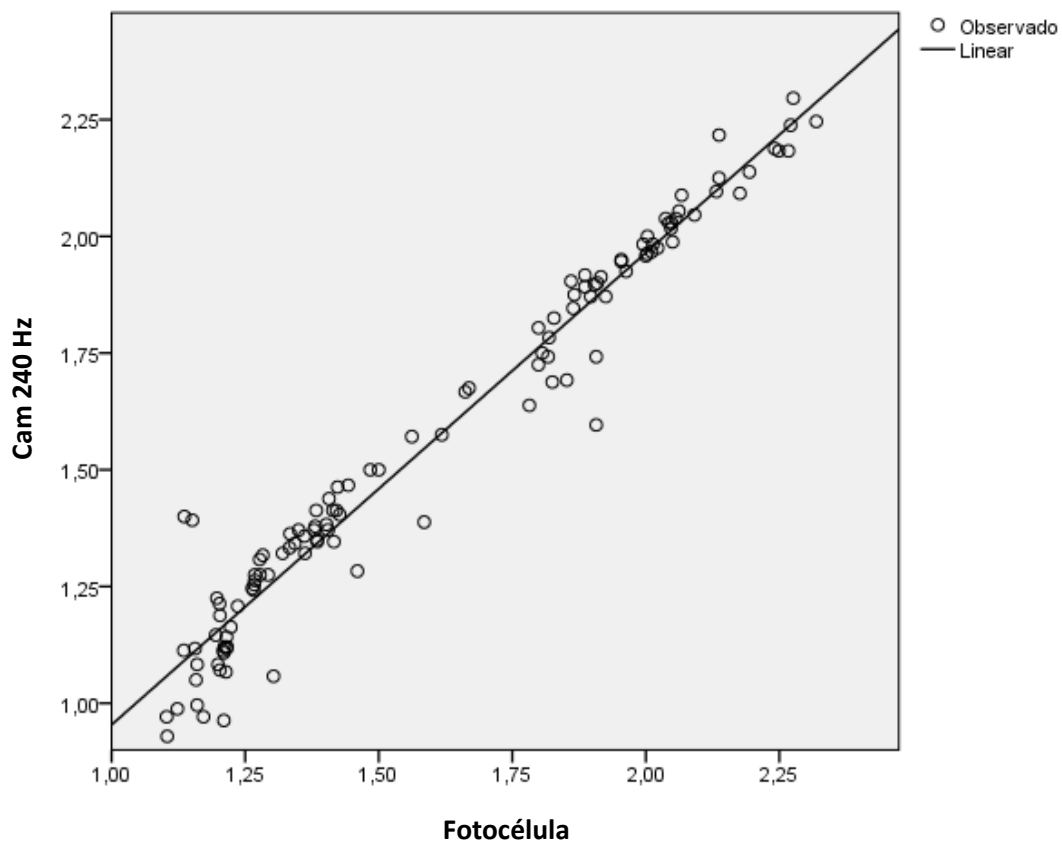
Foi realizada uma regressão linear $0,096x + 0,932$ ($p < 0,001$; $R^2 = 0,981$; erro padrão da estimativa 0,048) entre os dados da fotocélula e da câmera de 30hz. A figura abaixo representa esta equação, sendo que no eixo x estão representados os valores encontrados pela fotocélula e no eixo y estão representados os valores encontrados pela câmera de 30 Hz, ambos em segundos.

Figura 10: Regressão linear câmera 30Hz-fotocélula.



Também foi realizada uma regressão linear $1,011-0,057x$ ($p<0,001$; $R^2=0,959$; erro padrão da estimativa $0,078$) entre os dados da fotocélula e da câmera de 240hz. A figura abaixo representa esta equação, sendo que no eixo x estão representados os valores encontrados pela fotocélula e no eixo y estão representados os valores encontrados pela câmera de 240 Hz, ambos em segundos.

Figura 11: Regressão linear câmera 240hz-fotocélula.



Abaixo pode ser observada as Plotagens de Bland-Altman para os dados do Tapete de contato com a câmera de 30hz e tapete de contato com a Câmera de 240hz.

Figura 12: Plotagem de Bland-Altman diferenças entre as determinações do tempo entre os intervalos de 10 metros no V30 na fotocélula e câmera de 30 Hz

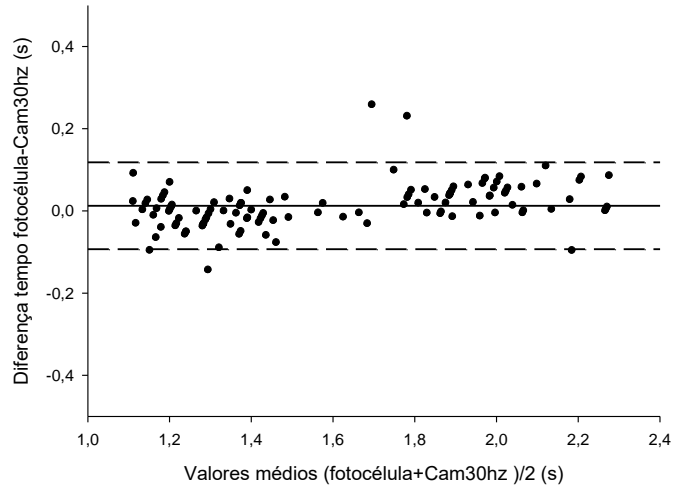
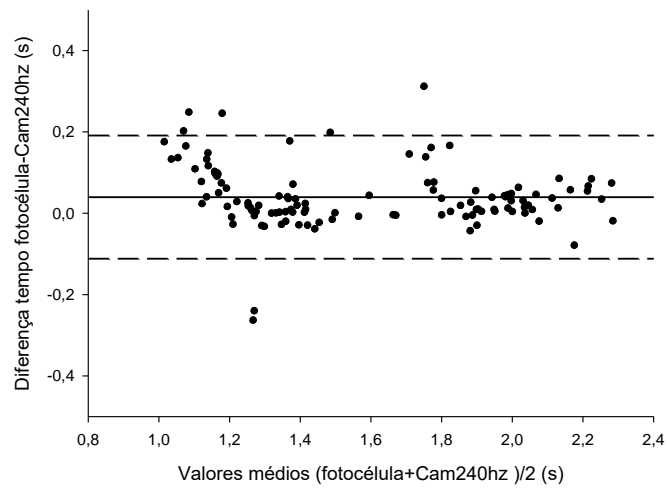


Figura 13: Plotagem de Bland-Altman diferenças entre as determinações do tempo entre os intervalos de 10 metros no V30 na fotocélula e câmera de 240 Hz.



5 DISCUSSÃO

Após a análise dos resultados podemos observar que a avaliação dos procedimentos para determinação da validade das câmeras é dependente do parâmetro estatístico utilizado.

Considerando os procedimentos de comparação de médias através das ANOVA verificamos que apenas a câmera de 30hz foi valida para determinação do teste de velocidade. Mas quando comparamos à câmera 240 Hz com a fotocélula e câmera 30 Hz foi verificada uma diferença significativa entre elas. Já na análise do SCM, foi observada uma diferença significativa entre todos os equipamentos testados. Essa diferença pode estar atrelada ao procedimento de padronização do ponto das imagens. É possível que, com uma distância maior da câmera em relação ao sujeito, a qualidade de imagem seja maior, minimizando as falhas nas imagens e aproximando os valores dos equipamentos padrão-ouro.

Ao utilizarmos os procedimentos estatísticos de regressão observam-se resultados um pouco diferentes, pois para ambas as câmeras foram encontradas altos valores de coeficiente de determinação ($R^2 > 0,86$). O coeficiente de determinação R^2 é uma medida de ajuste de um modelo estatístico linear generalizado, como a é o caso da regressão linear, em relação aos valores observados. O R^2 varia entre 0 e 1, indicando, em percentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados. Quanto maior o R^2 , mais explicativo é modelo, melhor ele se ajusta à amostra. No caso da figura 6 o $R^2 = 0,862$, isso significa que 86,2% da variável dependente conseguimos explicar pelos regressores presente no modelo. Os resultados apresentados pela câmera de 240 Hz conseguiram explicar 98,7% da variável dependente. No estudo de Fernandez et al. (2014), em que foi validado o método HSC-Kinovea foram analisados 125 SCM de alta frequência utilizando câmera digital (240 Hz). Verificou-se uma concordância quase que perfeita em relação aos tempos de voo e o equipamento padrão ouro, com $r^2=0,995$; $p<0,0001$ na regressão linear. No presente estudo com o mesmo procedimento, utilizando a altura do salto ao invés do tempo de voo, foi encontrado $R^2= 0,987$; $p<0,001$ com um n de 67 saltos. Já com a câmera de 30 Hz foi encontrado $R^2= 0,862$; $p<0,001$. Ainda que o R^2 obtido através desse método seja

menos representativo quando comparado ao procedimento com a câmera de 240 Hz, ele ainda é capaz de explicar em 86,2% os valores observados através da câmera de 30 Hz, o que é representativo para efeitos de aplicação em treinamentos. Por exemplo, treinamento voltado para melhorar o desempenho esportivo. Isso significa que a utilização de câmeras de 240 Hz para o método SCM é perfeitamente possível para mensurar a altura de voo no teste, pois com a utilização de uma equação de regressão ter um erro menor que um cm na estimativa (0,82cm). Entretanto a câmera de 30 Hz demonstrou ser menos precisa ocasionando um erro de estimativa através de uma equação de regressão de 2,78cm. Esse resultado pode ser atribuído à baixa frequência de quadros por segundo para um movimento muito rápido, o que perde informação do tempo entre as imagens.

Com relação ao V30, para cada segundo obtido na câmera de 30 Hz espera-se que o resultado da fotocélula seja de um erro de 0,096 segundos, sendo que conseguimos explicar 98,1% do resultado da fotocélula pelo resultado desta câmera. Para a câmera de 240 Hz, verificou-se um erro mais baixo 0,07s, com um $R^2 = 95,9\%$. Não foram encontrados na literatura estudos semelhantes ao presente trabalho. Entretanto, pode-se observar que através dos procedimentos de análise de regressão ambas as câmeras se mostraram válidas para determinação da velocidade.

A análise das plotagens de Bland-Altman nas figuras 8 e 9 revelam que existe uma concordância entre as alturas de voo médias observadas pela câmera 30 Hz e 240 Hz, respectivamente, com relação ao tapete de contato. Podemos observar que o erro médio (linha central) da figura 8 é maior em relação a zero quando comparado ao erro médio na figura 9, além disto, o intervalo de confiança de erros (espaço entre as linhas tracejadas, que corresponde a média da diferença dos erros $\pm 1,96$ desvios padrão) também é maior na câmera de 30 Hz comparado com a câmera de 240 Hz. Isto indica que a câmera de baixa frequência apresenta mais erros do que a câmera de alta frequência. Ou seja, ela é menos precisa. Isto reforça a perspectiva já levantada de que o intervalo entre quadros na câmera de 30 Hz seria insuficiente para analisar o salto.

Na figura 12 e 13 existe uma concordância entre os tempos médios entre os intervalos de 10 metros no V30 observados pela câmera 30 Hz e 240 Hz, em relação

às fotocélulas. Podemos observar que o erro médio da figura 12 é menor por está mais próximo a zero do que o erro médio na figura 13, interessante observar aqui o intervalo de confiança de erros é menor na câmera de 30 Hz comparado com a câmera de 240 Hz. Isto indica que a câmera de 30hz apresenta menor variação de erros do que a câmera de 240hz no V30, ou seja, ela é mais precisa para se medir o tempo para este teste. Diferentemente do teste do SCM, o número de quadros por segundo não foi insuficiente para o teste de velocidade. É interessante observar também, que existem alguns valores que estão fora das linhas do intervalo de confiança, estes valores podem ser explicados por uma má qualidade de imagens que o equipamento utilizado apresentou em alguns momentos (cortes nas imagens) o que possivelmente alterou o resultado final. Como tal, apesar se ter demonstrado que o método proposto é confiável, é sempre recomendado usar as melhores condições possíveis para as gravações, embora se deva ressaltar que não são necessárias imagens profissionais para obter medidas validas. Os estudos de Girard et al. (2011) e Requena et al. (2012), demonstraram que gravações em 240 Hz com baixa resolução também podem reproduzir medidas tão validas quanto aquelas obtidas com câmeras profissionais com velocidades de 500 à 1000 Hz.

Como indicado acima, os treinadores podem se beneficiar do uso de câmeras digitas de 30 e 240 Hz com análise de vídeos para medir as alturas de voos dos saltos verticais e tempos de *sprint* em 10 metros de seus atletas. Estes equipamentos são muito mais baratos do que o uso de tapetes de contato e fotocélulas, são mais operacionais por se tratarem de equipamentos portáteis e que podem ser utilizados em situações de campo. Além disso, são equipamentos que não precisam de tomadas por perto para se conectar a energia elétrica, o que pode ser outro inconveniente apresentado pelos equipamentos mais tradicionais.

Outra vantagem é que o software Kinovea é fácil de usar e não requer experiências anteriores para analisar os vídeos e obter as medidas válidas e confiáveis. Assim, os treinadores podem obter dados precisos, válidos e confiáveis de seus atletas simplesmente filmando e analisando os vídeos em um computador pessoal podendo, assim, controlar melhor seus programas de treinamento. Este método baseado em análise de vídeos, no entanto, tem uma pequena desvantagem, pois não fornece os resultados imediatos. Porém, podem-se obter os resultados em poucos minutos por se tratar de uma análise fácil de fazer e que não exige

experiências anteriores do analisador. Outra limitação refere-se à qualidade das imagens, no presente estudos alguns dados foram perdidos devido a cortes que os vídeos filmados apresentavam, o que interferia diretamente nos resultados e prejudicou diretamente no tamanho da amostra, pois as filmagens com defeito não foram utilizadas para análise. Essas falhas podem ser devido à qualidade do material utilizado ou manuseio do equipamento pelo avaliador. Por isso é importante frisar que os testes devem ser feito nas melhores condições e com melhores equipamentos possíveis. Portanto, o estudo mostrou que para medir a altura do voo no teste SCM a câmera de 240 Hz apresentou maiores valores nos parâmetros de validade do que a câmera de 30 Hz, em contra partida, para a mensuração dos tempos em *sprint* de 10 metros o resultado contrário foi obtida.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que o método de filmagem com câmeras de 30 e 240 Hz para determinação da altura de voo no salto vertical e tempos de *sprint* é igualmente válido quanto aos seus concorrentes, tapete de contato e fotocélula. Portanto, esses equipamentos de custo mais baixo do que os tradicionais podem ser uma boa alternativa para treinadores e preparadores físicos aplicarem em seus programas de treinamento.

REFERÊNCIAS

- BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, v. 24, n.7, p. 665-674, 2006.
- BLAND, J.M.; ALTMAN, D.G. Statistical method for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet*, p. 307-310, 1986.
- BOMFIM, I.M. *Rendimento esportivo – um problema pedagógico*. Escola de Educação Física, Universidade Federal de Minas Gerais, p. 13-20, 1990.
- BORTOLOTTI, H.; ALTIMARI, L.R.; COSTA, V.M.; CYRINO, E.S. Enxágue bucal com carboidrato: recurso ergogênico capaz de otimizar o desempenho físico. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, v. 13, n. 2, p.158-61, 2011.
- BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P.V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur. J. App. Physiol.*, v.50, p. 273- 282, 1983.
- BÜHRLE, M.; SCHMIDTBLELCHER, D. Komponenten der Maximal- und Schnellkraft [Components of maximal strength and power]. *Sportwissenschaft*, v. 1, p. 11-27, 1981.
- CHAGAS, M.H.; LIMA, F.V. *Treinamento esportivo*. Manole, 2013. p. 89-110.
- COELHO, D. B., COELHO, L. G. M., BRAGA, M. L., PAOLUCCI, A., CABIDO, C. E. T., FERREIRA, J. B., MENDES, T. T., PRADO, L. S., SILAMI, E. Correlação entre o desempenho de jogadores de futebol no teste de sprint de 30 m e no teste de salto vertical. *Motriz, Rio Claro*, v. 17 n. 1, p. 63-70, jan./mar, 2011.
- COLLINS, M.A.; SNOW, T.K. Are adaptations to combined endurance and strength training affected by the sequence of training? *Journal of Sports Sciences*, v. 11, n. 6, p. 485-491, 1993.
- COMFORT, P.; BULLOCK, N.; PEARSON, S.J. A comparison of maximal squat strength and 5-,10-, and 20-meter Sprint times, in athletes and recreationally trained men. *Journal of Strength and Conditioning Association*, n. 26, v. 4, p. 937-940, 2012.
- CRONIN, J.B.; HANSEN, K.T., Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength and Conditional Research*, v.19, n.2, p. 349-357, 2005.
- CYRINO, E.S.; ALTIMARI, L.R.; OKANO, A.H.; COELHO, C.F.; Efeitos do treinamento de futsal sobre a composição corporal e o desempenho motor de jovens atletas. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v. 10, n. 1, p. 41-46, 2002.
- DAL PUPO, J.; DETANICO, D.; SANTOS, S.G. Parâmetros cinéticos determinantes do desempenho nos saltos verticais. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, v. 14, n. 1, p. 41-51, 2012.

- DELECLUSE, C. Influence of strength training on sprint running performance. *Sports Medicine*, v. 24, p. 147-156, 1997.
- DIAS, J.A.; DAL PUPO, J.D.; REIS, D.C.; BORGES, L.; SANTOS, S.G.; MORO, A.R.P.; BORGES, N.G. JR. Validity of two methods for estimation of vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, n. 25, p. 2034–2039, 2011.
- DÍAZ, F.R.; LÓPEZ, F.J.B. *Bioestatística*. São Paulo: Thomson Learning, v.1, p. 58, 2007.
- FERNANDEZ, C.B.; GONZALEZ, C.M.T.; VECINO, J.C.; BAVARESCO, N.S. The concurrent validity and reliability of a low cost, high speed camera based method for measuring the flight time of vertical jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 28, n. 2, p. 528–533, 2014.
- GIRARD, O.; RACINAIS, S.B.; KELLY, L.; MILLET, G.G.; BROCHERIE, F. Repeated sprinting on natural grass impairs vertical stiffness but does not alter plantar loading in soccer players. *European Journal Applied Physiology*, v. 111, p. 2547–2555, 2011.
- GONÇALVES, H.R.; ARRUDA, M.; VALOTO, T.A.; ALVES, A.C.; SILVA, F.A.; FERNANDES, F. Análise de informações associadas a testes de potência anaeróbia em atletas jovens de diferentes modalidades esportivas. *Arquivos de Ciência da Saúde da Unipar*, v. 11, n. 2, p. 107-121, 2007.
- GORDIS, L. *Avaliação da validade e da confiabilidade dos testes diagnósticos e de rastreamento*. Editora Revinter, 2 ed., 2004.
- GUEDES, D.P. *Manual prático para avaliação em educação física*. São Paulo: Editora Manole, 2006.
- HASSON, C.J.; DUGAN, E.L.; DOYLE, T.L.A.; HUMPHRIES B.; NEWTON R.U. Neuromechanical strategies employed to increase jump height during the initiation of the squat jump. *Journal of Electromyography Kinesiology*, v.14, n. 4, p. 515–521, 2004.
- HESPANHOL, J.E.; SILVA NETO, L.G.; ARRUDA, M.; DINI, C.A. Assessment of explosive strength-endurance in volleyball players through vertical jump test. *Revista Brasileira de Medicina Esportiva*, v. 13, p. 160-163, 2007.
- INGEBRIGTSEN, J. JEFFREYS, I. The relationship between speed, strength and jumping abilities in elite junior handball players. *Serbian Journal of Sports Sciences*, v. 6, n. 3, p. 83-88, 2012.
- KLAVORA, P. Vertical jump: a critical review. *Strength and Conditioning Journal Champaign*, v. 22, n. 5, p. 70-85, 2000.
- KOMI, P.V.; BOSCO, C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine Science in Sports and Exercise*, v.10, p. 261–265, 1978.

LOKIE, R.G.; MURPHY, A.J.; JEFFRIESS, M.D.; CALLAGHAN, S.J. Step kinematic predictors of Sprint performance in field sport athletes. *Serbian Journal of Sports Sciences*, v. 7, n. 2, p. 71-77, 2013.

LOPEZ, G.J.; PELETEIRO, J.; MARROYO, R.J.A.; MORANTE, J.C.; HERRERO, J.A.; VILLA, J.G. The validation of a new method that measures contact and flight times during vertical jump. *International Journal of Sports Medicine*, v. 26, p. 294–302, 2005.

MACDOUGALL, J.D.; WENGER, H.A.; HOWARD, J.G. *Physiological testing of the high performance athlete*. Champaign, human kinetics, 1991.

MARKOVIC, G.; JUKIC, I.; MILANOVIC, D.; METIKOS, D. Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *Journal of Strength and Conditional Research*, n. 21, p. 543–549, 2007.

MARQUES, M.C.; TRAVASSOS, B.; ALMEIDA, R.; A força explosiva, velocidade e capacidades motoras específicas em futebolistas juniores amadores: um estudo correlacional. *Motricidade*, v. 6, n. 3, p. 5-12, 2010.

MCCURDY, K.W.; WALKER, J.L.; LANGFORD, G.A.; KUTZ, M.R.; GUERRERO, J.M.; MCMILLAN, J. The relationship between kinematic determination of jump and Sprint performance in division I women soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 24, n. 12, p. 3200-3208, 2010.

MENZEL, H.J.; CHAGAS, M.H.; SIMPLÍCIO, A.T.; MONTEIRO, A.D.; ANDRADE, A.G.P. Relação entre força muscular de membros inferiores e capacidade de aceleração em jogadores de futebol. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 233-241, 2005.

NEWTON, R.U. KRAEMER, W.J.; KEIJO, H. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Medicine Science in Sports and Exercise*, n. 31, p. 323-330, 1998.

NEZ-REYES, P.J.; BADILLO, G.J.J. Monitoring training load through the CMJ in sprints and jump events for optimizing performance in athletics. *Cultura, Ciencia y Deporte*, n. 7, p. 207–217, 2011.

PAAVOLAINEN, L.; HAKKINEN, I.; NUMMELA, A.; RUSKO H. Explosive strength training 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of Applied Physiology*, n. 86, p. 1527-1533, 1999.

PINILLOS, F.G; AMAT, A.M.; CONTRERAS, F.H.; LÓPEZ, J.M.; RÓMAN, P.A.L. Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, Sprint and of Young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2014.

PLATONOV, V.N. *Tratado geral de treinamento desportivo*. São Paulo: Phorte, 2008.

REQUENA, B.; REQUENA, F.; GARCÍA, I.; DE VILLARREAL, E.S.S.; PÄÄSUKE, M. Reliability and validity of a wireless microelectromechanicals based system

(Keimove) for measuring vertical jumping performance. *Journal of Sports Science Medicine*, v. 11, p. 115–122, 2012.

SILVA, J.F.; DETANICO, D.; FLORIANO, L.T.; DITTRICH, N.; NASCIMENTO, P.C.; SANTOS, S.G.; GUGLIELMO, L.G.A. Níveis de potência muscular em atletas de futebol e futsal em diferentes categorias e posições. *Motricidade*, v. 8, n. 1, p. 14-22, 2012.

SILVA-JUNIOR, C.J.; PALMA, A.; COSTA P. Relação entre as potências de sprint e salto vertical em jovens atletas de futebol. *Motricidade*, v. 7, p. 5-13, 2011.

SZMURCHROWSKI, L.A.; PENA, B.C. *Treinamento esportivo*, Manole, 2013.

SZMURCHROWSKI, L.A.; PENA, B.C. *Treinamento esportivo*. Manole, 2013.

VOELZKE, M.; STUTZIG, N.; THORHAUER, H.A.; GRANACHER, U. Promoting lower extremity strength in elite volleyball players: Effects of two combined training methods. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 15, n. 5, p. 457-462, 2012.

WISLOFF U.; CASTAGNA, C.; HELGERUD, J.; JONES, R.; HOFF, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, v. 38, p. 285-288, 2004.

YOUNG, W.; MACDONALD, C.; HEGGEN, T.; FITZPATRICK, J. An evaluation of the specificity, validity and reliability of jumping tests. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, n. 37, p. 240–245, 1997.

ZIV, G.; LIDOR, R. Vertical jump in female and male volleyball players: A review of observational and experimental studies. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, n. 20, p. 556–567, 2010.

ANEXO A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Venho, por meio deste, convidar você a participar como voluntário da pesquisa intitulada: “Validade de um procedimento utilizando câmeras digitais de baixo custo para realização dos testes de velocidade de corrida em 30 metros e do salto com contra movimento”. Esta pesquisa pretende verificar a validade concorrente entre equipamentos de baixo custo (câmera de alta velocidade 240 Hz e câmeras digitais de 30 Hz), com os equipamentos mais utilizados comumente em estudos (tapete de contato e fotocélulas), quando aplicados ao teste de salto vertical com contra movimento e ao teste de velocidade de *sprint* em linha reta de 30 metros. Esta pesquisa permitirá a verificação se equipamentos de baixo custo podem ser utilizados para auxiliar os treinadores durante o processo de treinamento. Os testes aplicados visam mensurar o desempenho das capacidades de força e velocidade, ambas as capacidades desempenham um papel importante no rendimento de diversas modalidades esportivas. Para sua realização desta pesquisa será necessário que você realize três saltos com contra movimento, no qual será verificada a altura do salto vertical. Após três minutos de descanso, você deverá realizar três tiros de velocidade de 30 metros em um piso sintético de atletismo numa pista em linha reta plana. Os testes de velocidade e os saltos com contra movimento serão realizados três vezes com um intervalo de um minuto entre cada tentativa. Todos os resultados serão considerados para análise. Com sua participação neste estudo você se beneficiará com o fato de ter diagnosticado seu desempenho de “*sprint*” em 30 metros e a altura do salto vertical. Através destas informações, você poderá orientar melhor o seu treinamento.

Por se tratar da realização de movimentos velozes, deve ser ressaltado que há risco de lesões musculoesqueléticas e traumatismos. Estes riscos são similares há de uma prática de atividade física convencional. Entretanto, considerando que as atividades serão supervisionadas, a ocorrência deste tipo de problemas é ainda mais reduzida.

Durante toda a realização da pesquisa você tem o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso perguntar aos pesquisadores. Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores.

Autorização:

Eu, _____, após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresso minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo.

Assinatura do voluntário ou de seu representante legal

Declaro que expliquei os objetivos deste estudo para o voluntário, dentro dos limites do meu conhecimento científico.

Henrique Soares Medeiros
CREF: 18870-G/MG

Ms. Rodrigo César Ribeiro Diniz – EEFFTO/UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Trabalho de Conclusão de Curso – Programa de Pós-Graduação em Treinamento Esportivo – Latu-senso