

FERNANDA ROCHA DE FARIA

**VALIDADE, VARIABILIDADE, REPRODUTIBILIDADE E
PRECISÃO DO PEDÔMETRO POWER WALKER® NA
CONTAGEM DE PASSOS EM AMPLA FAIXA ETÁRIA**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das exigências
do Programa de Pós-Graduação em
Educação Física, para obtenção do título de
Magister Scientiae.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2013**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

F224v
2013

Faria, Fernanda Rocha de, 1986-

Validade, variabilidade, reprodutibilidade e precisão do
pedômetro Power Walker® na contagem de passos em ampla
faixa etária / Fernanda Rocha de Faria. – Viçosa, MG, 2013.
xii, 109 f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexo.

Inclui apêndices.

Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Exercícios físicos. 2. Caminhada. 3. Crianças e adultos.
4. Idosos. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento
de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação
Física. II. Título.

CDD 22. ed. 613.7

FERNANDA ROCHA DE FARIA

**VALIDADE, VARIABILIDADE, REPRODUTIBILIDADE E
PRECISÃO DO PEDÔMETRO POWER WALKER® NA
CONTAGEM DE PASSOS EM AMPLA FAIXA ETÁRIA**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das exigências
do Programa de Pós-Graduação em
Educação Física, para obtenção do título de
Magister Scientiae.**

APROVADA: 11 de abril de 2013

Prof. Dartagnan Pinto Guedes

Prof. João Carlos Bouzas Marins

**Prof. Paulo Roberto dos Santos Amorim
(Orientador)**

*A Deus, meus pais, meu orientador, familiares, professores
e amigos que contribuíram para o meu crescimento.*

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito.
Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou quem eu era antes.”*
Marthin Luther King

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por renovar minhas forças durante a realização de mais um sonho, e por ter colocado em meu caminho pessoas especiais.

Aos meus pais, por serem meus exemplos de força e superação. A minha mãe, Maria, que jamais mediu esforços para realização de qualquer sonho de seus filhos, exemplo de amor incondicional, meu espelho de mulher batalhadora. Ao meu pai, Francisco, meu grande amigo e parceiro, que me incentivou desde quando o mestrado era apenas um sonho. Sem vocês certamente nada seria possível. Essa vitória é de vocês!

A minha irmã Franciane e meu cunhado Djalma, por todo apoio, companheirismo, carinho e motivação nos momentos difíceis dessa jornada.

Ao meu irmão Rodrigo, que mesmo na ausência se faz sempre presente em meu coração, grande exemplo de luta e alegria, que me impulsiona a conquistar meus objetivos. Eternas saudades.

A minha sobrinha Emilly, alegria da minha vida, por todos os bons momentos.

Ao Daniel, grande companheiro durante todos os momentos, por toda dedicação, carinho e companheirismo, pelos bons momentos vividos e pelos difíceis compartilhados.

Aos participantes envolvidos pela prontidão, disponibilidade, apoio e paciência.

A todos os professores que contribuíram para o meu crescimento durante todo o processo, em especial ao professor Natali pelo exemplo de dedicação; Bel e Nice pela disponibilidade em ajudar e incentivo incondicional; a ilustre Ranah, pelas reflexões e apoio e Andréia Queiroz pelas orientações profissionais.

Aos funcionários do Departamento de Educação Física da UFV pela paciência e vontade de ajudar, especialmente a Ritinha, Maísa, Dora, Penha, Luís e Miltinho, pelo carinho e boa convivência.

A todos os companheiros do LAPEH pela amizade e companheirismo. A Renata por ser a alegria do laboratório e Karina por ser uma grande parceira na vida. A Isabela por todo carinho, amizade, preocupação e entusiasmo. Ao meu grande amigo Ricardo, que apesar do pouco tempo de convivência tornou-se fundamental por sua amizade e dedicação, sempre disposto a ajudar.

Aos amigos de Viçosa, a Lelê, Rômulo, Rafael Pacheco e Sabrina pelo estímulo e por acreditarem na realização deste sonho.

A minha querida amiga Dridri, minha “irmã preta”, exemplo de trabalhadora incansável, “amiga certa nas horas incertas”, por todos os bons e maus momentos divididos, pelas

conversar, diálogos e às vezes monólogos, pelo incentivo, apoio, carinho, amizade... Pela enorme contribuição para o meu crescimento diário.

Aos parentes e amigos de Ubá, Santos Dumont e Coimbra pela torcida, em especial Nayara, Jéssika e Bruno pelo companheirismo e Michely pela amizade verdadeira, independente da distância.

Aos bolsistas de iniciação científica que contribuíram para a realização desse trabalho: Pitty, Michelli, Janaína, Bruno e Fernanda.

A banca examinadora pelas preciosas contribuições. Aos professores Dartagnan Pinto Guedes, membro externo, pela disposição com que aceitou participar da banca; e João Bouzas, quem primeiro me despertou o interesse pela atividade acadêmica.

A Universidade Federal de Viçosa, pela excelência no ensino e oportunidade de inserção no meio acadêmico.

Ao REUNI e a FAPEMIG pelo apoio financeiro no decorrer da pesquisa.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho e acreditam na conquista desse sonho.

Por fim, agradeço a oportunidade ao meu maior exemplo de profissional, Professor Paulo Amorim, minha imensa alegria em tê-lo como orientador. A conduta ética associada ao compromisso e competência com sua profissão faz ampliar e solidificar a admiração construída nesses anos de convivência. Agradeço pelo carinho, incentivo, amizade, exemplo e confiança que me fizeram crescer profissionalmente, mas principalmente enquanto pessoa. Espero um dia ser espelho para meus alunos, assim como esse prezado professor é para mim.

BIOGRAFIA

Fernanda Rocha de Faria, filha de Francisco Homem de Faria e Maria das Dores Faria, nasceu em 5 de novembro de 1986, em Santos Dumont – Minas Gerais.

Em janeiro de 2011 graduou-se no curso de Educação Física na Universidade Federal de Viçosa. Em março do mesmo ano iniciou o curso de mestrado em Educação Física. Defendeu sua dissertação em abril de 2013.

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT	xi
INTRODUÇÃO GERAL	1
OBJETIVOS	3
APRESENTAÇÃO	4
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	5
CAPÍTULO 1: VALIDADE, VARIABILIDADE E REPRODUTIBILIDADE DO PEDÔMETRO POWER WALKER®	13
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUÇÃO	15
MÉTODOS	16
RESULTADOS.....	19
DISCUSSÃO	21
CONCLUSÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
CAPÍTULO 2: VALIDADE E CONFIABILIDADE DO PEDÔMETRO POWER WALKER® NA DETECÇÃO DA CONTAGEM DE PASSOS EM DIFERENTES VELOCIDADES DE CAMINHADA.....	30
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	31
INTRODUÇÃO	32
MÉTODOS	34
RESULTADOS.....	36
DISCUSSÃO	39
CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
CAPÍTULO 3: VALIDADE E CONFIABILIDADE DO PEDÔMETRO POWER WALKER® EM CONDIÇÕES DE COTIDIANO	49
RESUMO.....	49
ABSTRACT.....	50
INTRODUÇÃO	51
MÉTODOS	53

RESULTADOS.....	56
DISCUSSÃO	61
CONCLUSÕES	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
CAPÍTULO 4: VALIDADE, VARIABILIDADE, REPRODUTIBILIDADE E PRECISÃO DO PEDÔMETRO POWER WALKER® EM CRIANÇAS.....	72
RESUMO.....	72
ABSTRACT.....	73
INTRODUÇÃO	74
MÉTODOS	76
RESULTADOS.....	80
DISCUSSÃO	85
CONCLUSÕES	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
CONCLUSÕES GERAIS	102
APÊNDICE A	104
APÊNDICE B.....	107
APÊNDICE C	108
ANEXO A.....	109

RESUMO

FARIA, Fernanda Rocha de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2013. **Validade, variabilidade, reprodutibilidade e precisão do pedômetro Power Walker® na contagem de passos em ampla faixa etária.** Orientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim.

Pedômetros são equipamentos especializados na contagem de passos e consistem em um método atrativo por fornecer medida objetiva da atividade física (AF) com baixo custo e fácil manuseio. Entretanto, alguns pedômetros, tais como o Power Walker® - 610 (Yamax, Japão) (PW) requerem ainda validação por critério científico. Objetivou-se verificar a validade, variabilidade, reprodutibilidade e precisão do pedômetro PW na contagem do número de passos durante situações laboratoriais e de cotidiano envolvendo uma ampla faixa etária. A amostra total do estudo foi composta por 292 voluntários, a saber: 150 indivíduos ($47,5 \pm 20,4$ anos), sendo o Grupo 1 (G1) constituído por 50 indivíduos na faixa etária entre 18 e 30 anos, Grupo 2 (G2) composto por 50 participantes com idade entre 50 a 64 anos, e Grupo 3 (G3) formado por 50 integrantes na faixa etária entre 65 e 70 anos submetidos a teste de pista de 200 m em velocidade autosselecionada; 50 adultos jovens ($21,6 \pm 2,1$ anos), os quais realizaram caminhada em esteira rolante, nas velocidades de 33, 50, 67 e 83 m.min^{-1} , com duração de 2 minutos cada estágio; 40 voluntários com idade entre 40 e 59 anos ($49,9 \pm 5,5$ anos), os quais foram instruídos a utilizarem o pedômetro por oito dias consecutivos, o maior número de horas possível, mantendo sua rotina de atividade diária inalterada; e por fim, 52 crianças, na faixa etária de 8 a 13 anos, submetidas a teste em pista de 400 m em velocidade autosselecionada e caminhada em esteira em velocidades de 50, 67 e 83 m.min^{-1} . Em todos os testes o posicionamento do pedômetro PW foi padronizada ao lado direito do corpo e esteve de acordo com as recomendações do fabricante. Durante os testes de pista de 200 e 400 m, e os protocolos desenvolvidos em esteira, a medida critério utilizada para a contagem de passos foi a observação direta (OD) dos passos, realizada por dois observadores previamente treinados. No protocolo desenvolvido em cotidiano, a medida critério utilizada foi o pedômetro Digi-Walker® SW-200 (Yamax, Japão) (DW). Os resultados do teste de 200 m em pista com 150 participantes apontam que o PW superestimou em + 2,9 passos para amostra total. Foram encontrados elevados valores do coeficiente de correlação intraclasse (CCI) para G1 (,96), G2 (,95) e G3 (,96). O coeficiente de variabilidade (CV) apresentou valores de 10,9; 7,1 e 12,2% nos grupos G1, G2 e G3, respectivamente. O teste em esteira com 50 adultos jovens

encontrou diferenças significativas entre as contagens de passos realizadas pelo pedômetro PW e pela OD nas velocidades 33 e 83 m.min⁻¹ ($p < 0,05$), nas quais o pedômetro subestimou em - 23 e superestimou em + 13 passos a contagem real, respectivamente. Melhor resultado foi encontrado para velocidade de 67 m.min⁻¹, com superestimação média de + 2 passos e variação entre + 19 e - 23 passos. CCI apresentou valores de baixa magnitude nas velocidades equivalentes a 33, 50 e 83 m.min⁻¹ de 0,35; 0,35 e 0,48, respectivamente, tendo seu valor mais elevado a 67 m.min⁻¹ (0,83), e o CV alcançou menor valor a 67 m.min⁻¹ (0,06). O protocolo em condições de cotidiano apontou diferenças significativas entre a contagem de passos registrada por ambos os pedômetros PW e DW na maioria dos dias da semana. A média semanal da contagem de passos produzida pelo PW (11.554 ± 6.839 passos) foi estatisticamente maior em comparação com o DW (9.881 ± 5.585 passos). Considerando a média de sete dias, o PW superestimou em + 1.673 passos a contagem do DW. Foram encontrados elevados valores de CCI para todos os dias de coleta, com variação entre 0,778 (IC_{95%}: 0,568 – 0,886) e 0,919 (IC_{95%}: 0,840 – 0,958). Ambos os pedômetros apresentaram elevados valores de CV, provavelmente devido à considerável variabilidade do cotidiano das atividades individuais. Nos testes com amostra infantil, não se verificou diferenças significativas entre as contagens de passos produzidas entre PW e OD durante caminhada de 400 m e testes em esteira. Encontrou-se diferença significativa entre as contagens de passos produzidas pelo DW em relação à OD e PW durante a velocidade de caminhada de 50 m.min⁻¹ ($p = 0,01$). Os valores de CCI mantiveram-se elevados para ambos os pedômetros durante os testes e o CV do PW apresentou-se estável. Em conjunto os resultados concluem que o pedômetro PW apresenta-se como ferramenta válida, precisa e com elevada reprodutibilidade para a contagem de passos em ampla faixa etária. Sua eficácia pode ser comprometida em baixa velocidade de caminhada como 33 m.min⁻¹, entretanto, tal velocidade pode não ser usual durante o cotidiano da população. São sugeridos novos estudos em condições de cotidiano, em faixas etárias diferentes da aqui realizada, bem como com protocolos diferentes de avaliação, para uma mais adequada generalização dos resultados.

ABSTRACT

FARIA, Fernanda Rocha de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, April of 2013. **Validity, variability, reproducibility and accuracy of Power Walker[®] pedometer in counting steps in broad age group.** Advisor: Paulo Roberto dos Santos Amorim.

Pedometers are specialized equipment in counting steps and consist of an attractive method for providing objective measure of physical activity (PA) with low cost and easy manipulation. However, some pedometers, such as Power Walker[®] - 610 (Yamax, Japan) (PW) still require validation by scientific criteria. The objective was to verify the validity, variability, reproducibility and accuracy of the PW pedometer on counting the number of steps during laboratory and free life situations a wide age group. The total study sample consisted of 292 volunteers, namely: 150 individuals (47.5 ± 20.4 years), being the Group 1 (G1), consisting of 50 individuals aged between 18 and 30 years, Group 2 (G2) consists of 50 participants aged 50 and 64 years, and Group 3 (G3) consists of 50 members aged between 65 and 70 years underwent test on the track 200 m in self-selected speed; 50 young adults (21.6 ± 2.1 years), which made walking on a treadmill at speeds of 33, 50, 67 e 83 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$, lasting 2 minutes each stage; 40 volunteers aged between 40 and 59 years (49.9 ± 5.5 years), who were instructed to use the pedometer for eight consecutive days, the greatest number of hours possible, keeping your routine daily activity unchanged; and finally, 52 children, aged 8 - 13 years, underwent testing on the track 400 m in self-selected speed and walking on a treadmill at speeds of 50, 67 e 83 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$. In all tests the position of the PW pedometer has been standardized to the right side and was according to the manufacturer's recommendations. During testing of track 200 and 400 m, and protocols developed on a treadmill, the criterion used to measure the step count was direct observation (DO) of the steps, performed by two observers previously trained. In the protocol developed in free-living, the criterion method used was the Digi-Walker[®] SW- 200 pedometer (Yamax, Japan) (DW). The test results of 200 m on the track with 150 participants showed that the PW overestimated by +2.9 steps in the total sample. The intraclass correlation coefficient (ICC) values for G1, G2 and G3 were .96, .95 and .96, respectively. The coefficient of variability (CV) showed values of 10.9, 7.1 and 12.2% in groups YA, MW and OL, respectively. The treadmill test with 50 young adults found significant differences between the counting of steps taken by PW and the DO at speeds 33 and 83 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ ($p < 0.05$), in which the pedometer underestimated and overestimated in -23 in +13 steps the real count, respectively. Best results were found for speed 67

m.min⁻¹, with an average overestimation of + 2 steps and variation between +19 and -23 steps. ICC values were of low magnitude at speeds equivalent to 33, 50 and 83 m.min⁻¹ of 0.35, 0.35 and 0.48, respectively, and its highest value at 67 m.min⁻¹ (0.83), and reached lower CV value at 67 m.min⁻¹ (0.06). The protocol in free-living indicated significant differences between the number of steps recorded by both PW and DW pedometers on most days of the week. The weekly average of the step count produced by PW (1.1554 ± 6.839 steps) was statistically higher in comparison with DW (9.881 ± 5.585 steps). Considering the average of seven days, the PW overestimated by 1.673 steps of the counting by DW. We found high ICC values for all collection days, ranging from 0.778 (CI_{95%}: 0.568 – 0.886) and 0.919 (CI_{95%}: 0.840 – 0.958). Both pedometers showed high CV values, probably due to the considerable variability of daily individual activities. In tests with sample child, there were no significant differences between the scores of steps produced between PW and DO during walks 400 m and treadmill tests. Found a significant difference between the scores produced by DW in relation to DO and PW during the walking speed of 50 m.min⁻¹ ($p = 0.01$). The ICC values remained high for both pedometers during the tests and the CV of PW remained stable. Together the results conclude that the PW pedometer appears as a valid, accurate and highly reproducible tool for counting steps in a wide age range. Its effectiveness can be compromised at low walking speeds as 33 m.min⁻¹, however, such speeds can not be usual for the day-by-day of the population. We suggest further studies involving other age groups and protocols in order to confirm our findings.

INTRODUÇÃO GERAL

A literatura tem fornecido evidências suportando a relação entre a inatividade física e todas as causas de mortalidade e doenças crônicas na vida adulta, como doenças cardiovasculares (HALLAL et al., 2012, LEE et al., 2012), diabetes Tipo 2 (HALLAL et al., 2012, LEE et al., 2012), obesidade (DAS e HORTON, 2012), câncer de cólon (HALLAL et al., 2012, LEE et al., 2012), doenças mentais (HALLAL et al., 2012) e osteoporose (HALLAL et al., 2012), bem como baixa qualidade de vida (HALLAL et al., 2012).

Devido a essa relação com várias co-morbidades, a medida precisa da atividade física (AF) é um pré-requisito essencial a fim de explorar sua associação com o estado de saúde ou doença do indivíduo (CHEN e BASSETT, 2005). No entanto, segundo Brage et al. (2003) a AF é um comportamento complexo de se caracterizar, pois envolve várias dimensões importantes, tais como intensidade, frequência e duração, bem como o gasto energético oriundo dessas diferentes combinações.

A mensuração da AF em nível populacional torna-se difícil devido à variabilidade de definições e métodos existentes (HAGSTROMER et al., 2007). Com esse propósito, as técnicas que se dedicam a avaliação da AF se agrupam em três grupos: métodos padrões de critérios, que incluem observação direta, água duplamente marcada e calorimetria indireta; técnicas objetivas, que abrangem frequência cardíaca e sensores de movimentos; e técnicas subjetivas, composta por questionários e diários (SIRARD e PATE, 2001).

Na tentativa de proporcionar resultados precisos, os sensores de movimento, incluindo acelerômetros e pedômetros, receberam recentemente maior atenção devido ao seu potencial como ferramenta de medida adequada da AF (BEHRENS e DINGER, 2011; TUDOR-LOCKE et al., 2005). Pedômetros são equipamentos especializados na contagem de passos (DWYER et al., 2007; SCHNEIDER et al., 2003), sendo considerado atualmente os mais úteis para uso em campo, devido em grande parte ao estabelecimento de sua validade (LE MASURIER e TUDOR-LOCKE, 2003), custo relativamente baixo (DE COCKER et al., 2012; RYAN et al., 2006; SCHNEIDER et al., 2004; SCHNEIDER et al., 2003) e facilidade no gerenciamento dos dados (CORDER et al., 2007; RYAN et al., 2006; TUDOR-LOCKE e MYERS, 2001a).

Estudos recentes aconselham um aumento do número diário de passos como meio eficaz de promoção da saúde (BASSETT et al., 2008; TUDOR-LOCKE et al., 2008). Nessa perspectiva, a utilização de pedômetros têm se tornado prática comum

para ajudar pessoas no estabelecimento de metas de caminhada e na avaliação de programas de intervenção que preconizam promover maiores níveis de AF (FITZSIMONS et al., 2012; HASSON et al., 2009; MEROM et al., 2007; HEESCH et al., 2005). Entretanto, esses equipamentos não são apropriados para atividades não ambulatoriais (CORDER et al., 2007) tais como natação, ciclismo e ergômetro de braço (CORDER et al., 2007; SCHNEIDER et al., 2004), mas se destacam na avaliação de AF's baseadas em caminhadas, que consistem em um dos tipos mais comuns e preferidos de lazer e transporte (KARABULUT et al., 2005; TUDOR-LOCKE e MYERS, 2001b).

A disseminação desse tipo de medida resultou em diversos modelos e marcas de pedômetros, que se diferem em relação ao custo, limiar de sensibilidade e tipo de mecanismo interno de contagem de passos, sendo o último um dos responsáveis pelas grandes diferenças na contagem entre as variedades de marcas de pedômetros existentes (TUDOR-LOCKE et al., 2006; SCHNEIDER et al., 2003).

Com relação ao custo, existe ampla margem de variação, que pode atingir entre US\$10 a US\$200, dependendo do mecanismo interno e das funções desempenhadas pelo aparelho (SCHNEIDER et al., 2004; SCHNEIDER et al., 2003). Quanto ao limiar de sensibilidade do pedômetro refere-se à aceleração vertical mínima necessária a ser atingida para que ocorra o registro do passo (SCHNEIDER et al., 2003). Tal parâmetro afeta diretamente a precisão do aparelho, à medida que o maior ou menor limiar de sensibilidade pode subestimar ou superestimar a contagem final de passos, respectivamente. Dessa forma, torna-se de extrema importância o estabelecimento da validade, variabilidade, precisão e reprodutibilidade desses monitores, a fim de auxiliar a avaliação do nível de AF, bem como na prescrição de exercícios.

No que se refere ao mecanismo interno, alguns pedômetros utilizam mecanismo de mola suspensa por um braço de alavanca horizontal que se move para cima e para baixo em resposta a aceleração vertical do quadril, tendo ao final do circuito o passo registrado (HASSON et al., 2009; SCHNEIDER et al., 2003). Um exemplo de dispositivo que utiliza esse mecanismo é o pedômetro Digi-Walker[®] SW-200 (*Yamax Corporation, Tokyo, Japão*) (DW), amplamente validado e reconhecido como equipamento adequado para contagem de passos (TUDOR-LOCKE et al., 2006; SCHNEIDER et al., 2004; LE MASURIER e TUDOR-LOCKE, 2003; SCHNEIDER et al., 2003) e largamente utilizado em estudos epidemiológicos de levantamento dos níveis de AF e promoção do estilo de vida ativo (STOVITZ et al., 2005; SWARTZ et al., 2003b; TUDOR-LOCKE et al., 2002). Outros pedômetros recentemente

introduzidos no mercado utilizam mecanismo interno tipo acelerômetro, com uso de elemento piezoelétrico para detectar a aceleração vertical e registrar o passo (HASSON et al., 2009; SCHNEIDER et al., 2004). Alguns estudos têm demonstrado a melhor acurácia deste tipo de pedômetro em relação a outros com mecanismo interno tipo mola, principalmente durante baixas velocidades de caminhada, nas quais os pedômetros com mecanismo tipo mola normalmente subestimam a contagem real de passos (CROUTER et al., 2005; MELANSON et al., 2004; SWARTZ et al., 2003a). O pedômetro Power Walker[®] - 610 (*Yamax Corporation, Tokyo, Japão*) (PW), sucessor do DW, utiliza tal mecanismo tipo acelerômetro, entretanto requer ainda validação por critério científico.

Alguns estudos tem avaliado a precisão dos pedômetros para contagem de passos durante a caminhada em esteira e pista de adultos, tendo como medida critério a observação direta (OD) (CROUTER et al., 2003; SCHNEIDER et al., 2003), bem como em situação de cotidiano tendo como comparação dados provenientes de acelerômetros, ou do próprio pedômetro DW, devido a sua elevada acurácia (BEHRENS e DINGER, 2011; LE MASURIER et al., 2004; BASSETT et al., 2000). Em geral os estudos concluíram que a validade destes pedômetros na detecção de passos varia entre os fabricantes e é menor em lentas velocidades de caminhada (HASSON et al., 2009; MITRE et al., 2009; NAKAE et al., 2008; DUNCAN et al., 2007; BEETS et al., 2005). No entanto, em situações de cotidiano, uma das dificuldades de avaliar a precisão do pedômetro é a falta de um “padrão ouro” de análise da AF ao longo de 24 horas (KARABULUT et al., 2006; SCHNEIDER et al., 2004).

Dessa forma, de acordo com a utilização em estudos na literatura, tanto pedômetros quanto acelerômetros, dependendo de sua validade, podem ser utilizados como medida critério em protocolos desenvolvidos em situações do cotidiano do indivíduo, bem como a OD da contagem de passos em ambientes laboratoriais para a validação de outros equipamentos que objetivam a mesma medida e que ainda necessitam de validação por critério científico.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Verificar a validade, variabilidade, reprodutibilidade e precisão do pedômetro PW na contagem do número de passos em ampla faixa etária.

Objetivos Específicos

Artigo 1:

Verificar a validade do pedômetro PW na contagem do número de passos envolvendo ampla amostra durante caminhada em velocidade autosselecionada compatível com o ritmo habitual.

Artigo 2:

Avaliar a acurácia do pedômetro PW na contagem do número de passos de adultos jovens durante protocolo realizado em esteira rolante, envolvendo 4 distintas velocidades de caminhada.

Artigo 3:

Investigar a acurácia do pedômetro PW na contagem do número de passos de adultos durante situações de cotidiano, envolvendo a utilização de oito dias consecutivos do dispositivo.

Artigo 4:

Verificar a validade do pedômetro PW na contagem do número de passos de crianças submetidas a protocolos de pista em velocidade autosselecionada e esteira rolante em 3 diferentes velocidades de caminhada, bem como comparar a performance de pedômetros com diferentes mecanismos internos.

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação foi organizada em quatro artigos originais, cujo principal foco foi a validação do pedômetro PW na contagem do número de passos por critério científico.

O Artigo 1 propôs-se a validar o pedômetro PW na contagem do número de passos mediante teste de caminhada de 200 m em velocidade autosselecionada envolvendo indivíduos adultos, de meia-idade e idosos, tendo como medida critério a OD do número de passos. A validação desse dispositivo aumentará o corpo de conhecimento a respeito das ferramentas adequadas de mensuração da AF atualmente disponível no mercado, o qual em última instância pode servir como equipamento de avaliação e promoção dos níveis de AF's, haja vista a existência de recomendações que

sugerem o aumento do número de passos diários como meio para se obter benefícios a saúde (TUDOR-LOCKE et al., 2011a; TUDOR-LOCKE et al., 2011b).

No Artigo 2 objetivou-se a validação da contagem de passos produzida pelo pedômetro PW durante teste em adultos nas velocidades de 33, 50, 67 e 83 m.min⁻¹ em esteira rolante. Atualmente, é aceito na literatura a diminuição da acurácia de pedômetros mediante a diminuição da velocidade de caminhada (FEITO et al., 2012; RYAN et al., 2006; CROUTER et al., 2005). Entretanto, estudos tem indicado performance adequada de pedômetros piezoelétricos em distintas velocidades de caminhada em esteira quando comparados a OD (MITRE et al., 2009; DUNCAN et al., 2007; CROUTER et al., 2005; MELANSON et al., 2004).

O terceiro artigo teve como principal proposta à validação do pedômetro PW em condições de cotidiano, com sua utilização durante oito dias consecutivos, compreendendo uma semana habitual do indivíduo. Utilizou-se o pedômetro DW como método critério para a contagem de passos, tendo em vista a elevada precisão desse dispositivo e sua utilização como critério em estudos prévios (TUDOR-LOCKE et al., 2006, SCHNEIDER et al., 2004; LE MASURIER e TUDOR-LOCKE, 2003; SCHNEIDER et al., 2003).

Por fim, no Artigo 4 foi proposto a validação do pedômetro PW para utilização na população infantil. Para tal, realizou-se teste de 400 m em pista em velocidade autosselecionada e protocolo em esteira nas velocidades de 50, 67 e 83 m.min⁻¹. Estudos em crianças tem permitido a verificação de queda acentuada dos hábitos de AF desse grupo populacional, expondo-as precocemente aos riscos de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis. Recomendações do número de passos para crianças já existem (TUDOR-LOCKE et al., 2011a), contudo a validade desse instrumento em crianças ainda não foi realizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSETT, D. R., JR.; AINSWORTH, B. E.; SWARTZ, A. M.; STRATH, S. J.; O'BRIEN, W. L.; KING, G. A. Validity of four motion sensors in measuring moderate intensity physical activity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 9 Suppl, p. S471-480, 2000.

BASSETT, D. R., JR.; MAHAR, M. T.; ROWE, D. A.; MORROW, J. R., JR. Walking and measurement. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 7, p. 529-536, 2008.

BEETS, M. W.; PATTON, M. M.; EDWARDS, S. The accuracy of pedometer steps and time during walking in children. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 3, p. 513-520, 2005.

BEHRENS, T. K.; DINGER, M. K. Comparisons of accelerometer and pedometer determined steps in free living samples. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 8, n. 3, p. 390-397, 2011.

BRAGE, S.; WEDDERKOPP, N.; FRANKS, P. W.; ANDERSEN, L. B.; FROBERG, K. Reexamination of validity and reliability of the CSA monitor in walking and running. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1447-1454, 2003.

CHEN, K. Y.; BASSETT, D. R., JR. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 11 Suppl, p. S490-500, 2005.

CORDER, K.; BRAGE, S.; EKELEND, U. Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 10, n. 5, p. 597-603, 2007.

CROUTER, S. E.; SCHNEIDER, P. L.; BASSETT, D. R., JR. Spring-levered versus piezo-electric pedometer accuracy in overweight and obese adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 10, p. 1673-1679, 2005.

CROUTER, S. E.; SCHNEIDER, P. L.; KARABULUT, M.; BASSETT, D. R., JR. Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1455-1460, 2003.

DAS, P.; HORTON, R. Rethinking our approach to physical activity. **Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 189-190, 2012.

DE COCKER, K. A.; DE MEYER, J.; DE BOURDEAUDHUIJ, I. M.; CARDON, G. M. Non-traditional wearing positions of pedometers: Validity and reliability of the Omron HJ-203-ED pedometer under controlled and free-living conditions. **Journal of Science & Medicine in Sport**, v. 15, n. 5, p. 418-424, 2012.

DUNCAN, J. S.; SCHOFIELD, G.; DUNCAN, E. K.; HINCKSON, E. A. Effects of age, walking speed, and body composition on pedometer accuracy in children. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 78, n. 5, p. 420-428, 2007.

DWYER, T.; HOSMER, D.; HOSMER, T.; VENN, A. J.; BLIZZARD, C. L.; GRANGER, R. H.; COCHRANE, J. A.; BLAIR, S. N.; SHAW, J. E.; ZIMMET, P. Z.; DUNSTAN, D. The inverse relationship between number of steps per day and obesity in a population-based sample: the AusDiab study. **International Journal of Obesity**, v. 31, n. 5, p. 797-804, 2007.

FEITO, Y.; BASSETT, D. R.; THOMPSON, D. L.; TYO, B. M. Effects of body mass index on step count accuracy of physical activity monitors. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 9, n. 4, p. 594-600, 2012.

FITZSIMONS, C. F.; BAKER, G.; GRAY, S. R.; NIMMO, M. A.; MUTRIE, N. Does physical activity counselling enhance the effects of a pedometer-based intervention over the long-term: 12-month findings from the Walking for Wellbeing in the west study. **BMC Public Health**, v. 12, n. 1, p. 206, 2012.

HAGSTROMER, M.; OJA, P.; SJOSTROM, M. Physical activity and inactivity in an adult population assessed by accelerometry. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 39, n. 9, p. 1502-1508, 2007.

HALLAL, P. C.; BAUMAN, A. E.; HEATH, G. W.; KOHL, H. W., 3RD; LEE, I. M.; PRATT, M. Physical activity: more of the same is not enough. **Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 190-191, 2012.

HASSON, R. E.; HALLER, J.; POBER, D. M.; STAUDENMAYER, J.; FREEDSON, P. S. Validity of the Omron HJ-112 pedometer during treadmill walking. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 4, p. 805-809, 2009.

HEESCH, K. C.; DINGER, M. K.; MCCLARY, K. R.; RICE, K. R. Experiences of women in a minimal contact pedometer-based intervention: a qualitative study. **Women Health**, v. 41, n. 2, p. 97-116, 2005.

JONES, K. L. Role of obesity in complicating and confusing the diagnosis and treatment of diabetes in children. **Pediatrics**, v. 121, n. 2, p. 361-368, 2008.

KARABULUT, M.; CROUTER, S. E.; BASSETT, D. R., JR. Comparison of two waist-mounted and two ankle-mounted electronic pedometers. **European Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 4, p. 335-343, 2005.

LE MASURIER, G. C.; LEE, S. M.; TUDOR-LOCKE, C. Motion sensor accuracy under controlled and free-living conditions. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 5, p. 905-910, 2004.

LE MASURIER, G. C.; TUDOR-LOCKE, C. Comparison of pedometer and accelerometer accuracy under controlled conditions. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 5, p. 867-871, 2003.

LEE, I. M.; SHIROMA, E. J.; LOBELO, F.; PUSKA, P.; BLAIR, S. N.; KATZMARZYK, P. T. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. **Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 219-229, 2012.

MCNAMARA, E.; HUDSON, Z.; TAYLOR, S. J. Measuring activity levels of young people: the validity of pedometers. **British Medical Bulletin**, v. 95, p. 121-137, 2010.

MELANSON, E. L.; KNOLL, J. R.; BELL, M. L.; DONAHOO, W. T.; HILL, J. O.; NYSSE, L. J.; LANNINGHAM-FOSTER, L.; PETERS, J. C.; LEVINE, J. A. Commercially available pedometers: considerations for accurate step counting. **Preventive Medicine**, v. 39, n. 2, p. 361-368, 2004.

MEROM, D.; RISSEL, C.; PHONGSAVAN, P.; SMITH, B. J.; VAN KEMENADE, C.; BROWN, W. J.; BAUMAN, A. E. Promoting walking with pedometers in the

community: the step-by-step trial. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 32, n. 4, p. 290-297, 2007.

MITRE, N.; LANNINGHAM-FOSTER, L.; FOSTER, R.; LEVINE, J. A. Pedometer accuracy for children: can we recommend them for our obese population? **Pediatrics**, v. 123, n. 1, p. e127-131, 2009.

NAKAE, S.; OSHIMA, Y.; ISHII, K. Accuracy of spring-levered and piezo-electric pedometers in primary school Japanese children. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 27, n. 5, p. 233-239, 2008.

PEDERSEN, B. K.; SALTIN, B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 16 Suppl 1, p. 3-63, 2006.

RYAN, C. G.; GRANT, P. M.; TIGBE, W. W.; GRANAT, M. H. The validity and reliability of a novel activity monitor as a measure of walking. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 9, p. 779-784, 2006.

SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; BASSETT, D. R. Pedometer measures of free-living physical activity: comparison of 13 models. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 2, p. 331-335, 2004.

SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; LUKAJIC, O.; BASSETT, D. R., JR. Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 10, p. 1779-1784, 2003.

SIRARD, J. R.; PATE, R. R. Physical activity assessment in children and adolescents. **Sports Medicine**, v. 31, n. 6, p. 439-454, 2001.

STOVITZ, S. D.; VANWORMER, J. J.; CENTER, B. A.; BREMER, K. L. Pedometers as a means to increase ambulatory activity for patients seen at a family medicine clinic. **Journal of the American Board of Family Medicine**, v. 18, n. 5, p. 335-343, 2005.

SWARTZ, A. M.; BASSETT, D. R., JR.; MOORE, J. B.; THOMPSON, D. L.; STRATH, S. J. Effects of body mass index on the accuracy of an electronic pedometer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 8, p. 588-592, 2003a.

SWARTZ, A. M.; STRATH, S. J.; BASSETT, D. R.; MOORE, J. B.; REDWINE, B. A.; GROER, M.; THOMPSON, D. L. Increasing daily walking improves glucose tolerance in overweight women. **Preventive Medicine**, v. 37, n. 4, p. 356-362, 2003b.

TUDOR-LOCKE, C.; CRAIG, C. L.; BEETS, M. W.; BELTON, S.; CARDON, G. M.; DUNCAN, S.; HATANO, Y.; LUBANS, D. R.; OLDS, T. S.; RAUSTORP, A.; ROWE, D. A.; SPENCE, J. C.; TANAKA, S.; BLAIR, S. N. How many steps/day are enough? for children and adolescents. **International Journal of Behaviour Nutrition & Physical Activity**, v. 8, p. 78, 2011a.

TUDOR-LOCKE, C.; CRAIG, C. L.; BROWN, W. J.; CLEMES, S. A.; DE COCKER, K.; GILES-CORTI, B.; HATANO, Y.; INOUE, S.; MATSUDO, S. M.; MUTRIE, N.; OPPERT, J. M.; ROWE, D. A.; SCHMIDT, M. D.; SCHOFIELD, G. M.; SPENCE, J. C.; TEIXEIRA, P. J.; TULLY, M. A.; BLAIR, S. N. How many steps/day are enough? For adults. **International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity**, v. 8, p. 79, 2011b.

TUDOR-LOCKE, C.; HATANO, Y.; PANGRAZI, R. P.; KANG, M. Revisiting "how many steps are enough?". **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 7 Suppl, p. S537-543, 2008.

TUDOR-LOCKE, C.; SISSON, S. B.; COLLOVA, T.; LEE, S. M.; SWAN, P. D. Pedometer-determined step count guidelines for classifying walking intensity in a young ostensibly healthy population. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 30, n. 6, p. 666-676, 2005.

TUDOR-LOCKE, C.; SISSON, S. B.; LEE, S. M.; CRAIG, C. L.; PLOTNIKOFF, R. C.; BAUMAN, A. Evaluation of quality of commercial pedometers. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 97 Suppl 1, p. S10-16, 2006.

TUDOR-LOCKE, C.; WILLIAMS, J. E.; REIS, J. P.; PLUTO, D. Utility of pedometers for assessing physical activity: convergent validity. **Sports Medicine**, v. 32, n. 12, p. 795-808, 2002.

TUDOR-LOCKE, C. E.; MYERS, A. M. Challenges and opportunities for measuring physical activity in sedentary adults. **Sports Medicine**, v. 31, n. 2, p. 91-100, 2001a.

TUDOR-LOCKE, C. E.; MYERS, A. M. Methodological considerations for researchers and practitioners using pedometers to measure physical (ambulatory) activity. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 72, n. 1, p. 1-12, 2001b.

CAPÍTULO 1

VALIDADE, VARIABILIDADE E REPRODUTIBILIDADE DO PEDÔMETRO POWER WALKER®

Capítulo 1: Validade, variabilidade e reprodutibilidade do Pedômetro Power Walker®

RESUMO

Introdução: Pedômetros são sensores de movimento que realizam a contagem de passos. Existe uma diversidade de marcas e modelos com diferentes níveis de precisão, fator que pode afetar a interpretação dos dados. Observa-se a necessidade de se avaliar por critério científico a precisão dos registros desses dispositivos. **Objetivos:** Verificar a validade, variabilidade, reprodutibilidade e precisão do pedômetro Power Walker® – 610 (Yamax, Japão) (PW) na detecção da contagem de passos em amplo espectro etário. **Métodos:** Foram selecionados 150 voluntários ($47,5 \pm 20,4$ anos), divididos em três grupos: Grupo 1 (G1) constituído por 50 indivíduos, sendo 25 homens e 25 mulheres, na faixa etária entre 18 e 30 anos; Grupo 2 (G2) composto por 50 mulheres com idade entre 50 a 64 anos; e Grupo 3 (G3) formado por 50 integrantes (30 mulheres e 20 homens) na faixa etária entre 65 e 70 anos. Os participantes foram equipados com o PW, colocado ao lado direito do corpo, e realizaram caminhada de 200 m em linha reta em velocidade autosseleccionada. Observação direta (OD) do número de passos foi realizada por dois observadores e utilizada como medida critério. Verificou-se normalidade mediante teste de Kolmogorov-Smirnov, validade pelo teste Bland-Altman, precisão pelo escore de diferenças, reprodutibilidade pelo coeficiente de correlação intra-classe (CCI) e variabilidade pelo coeficiente de variabilidade (CV). **Resultados:** Não foram identificadas diferenças significativas entre a contagem de passos inter-observadores, apresentando valores de CCI = 0,98 para G3 e 0,99 para o restante da amostra. O PW superestimou aproximadamente 3 passos na amostra total e 2, 3 e 4 para G1, G2 e G3, respectivamente. Os valores do CCI para G1, G2 e G3, foram ,96; ,95 e ,96, respectivamente. O CV apresentou valores de 10,9; 7,1 e 12,2% nos grupos G1, G2 e G3, respectivamente. **Conclusão:** A variabilidade intra-grupo foi aceitável nos três grupos e os valores do CCI apresentaram-se elevados, demonstrando ótima reprodutibilidade nas faixas etárias analisadas. O escore de diferenças do PW apresentou variação entre 2 e 5 passos, tendo em G1 seu menor valor. Conclui-se que PW apresenta-se como equipamento válido para contagem de passos nos grupos analisados.

Palavras-chave: Atividade física, validação, pedômetro, caminhada.

Chapter 1: Validity, variability and reproducibility of Power Walker® Pedometer

ABSTRACT

Introduction: Pedometers are motion sensors that perform the step count, now present with different brands and models. There are a variety of brands and models with different levels of quality, factor that may affect the interpretation of data. Thus, there is a need for scientific criteria for evaluating the accuracy of the records of these devices.

Objectives: To determine the validity, variability and reproducibility of Power Walker® - 610 pedometer (Yamax, Japan) (PW) to detect the step count in a broad age spectrum.

Methods: We selected 150 volunteers (47.5 ± 20.4), divided into three groups: Group 1 (G1) consisting of 50 individuals aged between 18 and 30 years, 25 men and 25 women; Group 2 (G2) consists of 50 women aged 50-64 years; and Group 3 (G3) consists of 50 members (30 women and 20 men) aged between 65 and 70 years. Participants were equipped with PW placed on the right side of the body and carried 200 m walk straight into self-selected speed. Direct observation (DO) of the number of steps were performed by two observers and utilized as measuring criterion. There was normality by Kolmogorov-Smirnov test, validity by Bland-Altman, accuracy by scores of differences, reproducibility by Intra-class Correlation Coefficient (ICC) and variability by the coefficient of variability (CV). **Results:** No significant differences were identified between the step count inter-observer, with values of ICC = 0.98 for group G3 and 0.99 for the rest of the sample. The PW overestimated 2.9 steps in the total sample and 1.6, 2.8 and 4.5 for G1, G2 and G3, respectively. The ICC values for G1, G2 and G3, were .96, .95 and .96, respectively. The CV showed values of 10.9, 7.1 and 12.2% in groups G1, G2 and G3, respectively. **Conclusion:** The intra-group variability was acceptable in all groups and the ICC values were high, showing excellent reproducibility in the age groups analyzed. The score of differences showed by PW had a variation between 2 and 5 steps, taking the group G1 its lowest value. It is concluded that PW appears as valid device to count steps in the groups studied.

Key – words: Physical activity, validation, pedometer, walk.

INTRODUÇÃO

A literatura tem fornecido evidências suportando a relação entre a inatividade física e todas as causas de mortalidade e doenças crônicas na vida adulta, como doenças cardiovasculares (HALLAL et al., 2012, LEE et al., 2012), diabetes Tipo 2 (HALLAL et al., 2012, LEE et al., 2012), obesidade (DAS e HORTON, 2012), câncer de cólon (HALLAL et al., 2012, LEE et al., 2012), doenças mentais (HALLAL et al., 2012) e osteoporose (HALLAL et al., 2012), bem como baixa qualidade de vida (HALLAL et al., 2012).

Devido à esta associação com tais doenças e co-morbidades, a medida precisa do nível de prática de atividade física (AF) torna-se um pré-requisito essencial a fim de estabelecer sua relação com o estado de saúde e aparecimento de doenças no indivíduo (CHEN e BASSETT, 2005). No entanto, AF é um comportamento complexo de se caracterizar, considerando que envolve algumas variáveis importantes, como intensidade, frequência e duração, com diferentes combinações dessas dimensões gerando distinto gasto energético (BRAGE et al., 2003). Por consequência, não existe método consensualmente aceito como padrão ouro para avaliação da AF (TUDOR-LOCKE et al., 2004).

Dentre os inúmeros métodos desenvolvidos para caracterizar a AF, os pedômetros, são usualmente utilizados fixados junto ao quadril permitindo a contagem de passos (SCHNEIDER et al., 2003), são de fácil manuseio e economicamente viáveis para estudos populacionais (CORDER et al., 2007), têm se tornado popular em estudos epidemiológicos e de intervenção (FITZSIMONS et al., 2012; MEROM et al., 2007; HEESCH et al., 2005). Consiste em um método de medida objetiva da AF ambulatorial e de muitos tipos de atividades estruturadas (TUDOR-LOCKE e MYERS, 2001). Entretanto, não são capazes de registrar com precisão movimentos em atividades não ambulatoriais (CORDER et al., 2007), como ciclismo, natação e atividades com mobilização de cargas extras, como exercícios de musculação, ou mesmo transporte de objetos pesados (SCHNEIDER et al., 2004).

Os três principais parâmetros que podem diferenciar as várias marcas e modelos de pedômetros disponíveis no mercado são custo, sensibilidade e tipo de mecanismo interno (SCHNEIDER et al., 2003). Com relação ao seu custo, existe ampla margem de variação, que pode atingir entre US\$10 a US\$200, dependendo do mecanismo e das funções desempenhadas pelo aparelho (SCHNEIDER et al., 2004; SCHNEIDER et al., 2003). Quanto à sensibilidade, cada pedômetro possui aceleração vertical mínima a ser

atingida para que ocorra o registro do passo (SCHNEIDER et al., 2003). Tal parâmetro afeta diretamente a precisão do aparelho, podendo subestimar ou superestimar a contagem final de passos em decorrência de seu maior ou menor limiar de sensibilidade, respectivamente.

No que se refere ao mecanismo interno, alguns pedômetros utilizam mola suspensa por um braço de alavanca horizontal que se move para cima e para baixo em resposta a aceleração vertical do quadril, tendo ao final do circuito o passo registrado (HASSON et al., 2009; SCHNEIDER et al., 2003). Um dos pedômetros que utilizam esse mecanismo é o modelo Digi-Walker[®] SW-200 (*Yamax Corporation, Tokyo, Japão*) (DW), amplamente utilizado em pesquisas (STOVITZ et al., 2005; SWARTZ et al., 2003; TUDOR-LOCKE et al., 2002), validado como ferramenta adequada para monitoração de passos e reconhecido por sua elevada precisão (TUDOR-LOCKE et al., 2006; SCHNEIDER et al., 2004; LE MASURIER e TUDOR-LOCKE, 2003; SCHNEIDER et al., 2003).

Entretanto, com os recentes avanços tecnológicos, novos pedômetros foram desenvolvidos com mecanismo interno tipo acelerômetro, que utilizam elemento piezoelétrico para detectar a aceleração e registrar o passo (HASSON et al., 2009). Tal alteração no mecanismo interno do aparelho poderia resultar em contagem mais precisa dos passos devido a melhor sensibilidade do método (CROUTER et al., 2005). Um modelo de pedômetro que utiliza tal mecanismo é o Power Walker[®] - 610 (*Yamax Corporation, Tokyo, Japão*) (PW), sucessor do modelo DW, o qual possui acelerômetros em três direções e precisão de $\pm 5\%$, de acordo com o fabricante. Entretanto, para o nosso conhecimento, não se encontram na literatura estudos de validação por critério científico desse modelo de aparelho. Portanto, o objetivo do estudo foi verificar a validade, variabilidade, reprodutibilidade e precisão do pedômetro PW na detecção da contagem de passos durante caminhada em velocidade autosselecionada de adultos.

MÉTODOS

Participantes

Realizou-se um estudo de caráter transversal, em amostra composta por três grupos distintos: Grupo 1 (G1) constituído por 50 indivíduos, 25 mulheres e 25 homens, na faixa etária entre 18 e 30 anos; Grupo 2 (G2) composto por 50 mulheres com idade entre 50 a 64 anos; e Grupo 3 (G3) formado por 50 integrantes na faixa etária

entre 65 e 70 anos, sendo 30 mulheres e 20 homens. Para participação no estudo os indivíduos deveriam ser praticantes regulares de atividades físicas e estar dentro da faixa etária proposta para cada grupo. Foram excluídos da amostra indivíduos que apresentaram dificuldades na marcha e/ou não se encontravam vestidos e calçados adequadamente para a atividade.

O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Federal de Viçosa sob o protocolo de número 042/2011. Os indivíduos foram recrutados a partir de programas de promoção da atividade física, desenvolvidos no Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa e convidados a participar da pesquisa mediante termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice 1). Todos os participantes foram voluntários, mantendo preservadas suas informações de caráter pessoal.

Para caracterização da amostra registrou-se a idade dos participantes, massa corporal, utilizando-se balança portátil da marca *Plenna*[®], modelo Sport (precisão de 100 g), e estatura por intermédio de antropômetro *Sanny*[®] (precisão de 1 mm), de acordo com protocolo descrito por Lohman et al. (1988). Posteriormente realizou-se cálculo do índice de massa corporal (IMC) em kg/m². As medidas antropométricas foram coletadas imediatamente antes do início dos testes, estando os participantes com roupas leves e descalços.

Protocolo do estudo

Durante o desenvolvimento do protocolo, todos participantes utilizaram vestimentas e calçados apropriados para a prática de atividades, tais como a caminhada inserida neste protocolo. Os testes foram realizados durante o período matutino e utilizaram o mesmo pedômetro PW, que teve sua acurácia previamente avaliada a partir do teste de 50 passos em velocidade compatível com o ritmo de caminhada em atividades do cotidiano (MELANSON et al., 2004).

Todos os participantes foram equipados com pedômetro PW e realizaram uma caminhada em linha reta por 200 m em uma pista de atletismo. Os indivíduos foram orientados a caminhar em velocidade autosselecionada, compatível com seu ritmo habitual de caminhada em atividades cotidianas.

Estudos prévios utilizando pedômetros dessa mesma marca não têm mostrado diferenças significativas entre utilização desses equipamentos do lado direito ou esquerdo do corpo (CROUTER et al., 2003; SCHNEIDER et al., 2003). Assim, a utilização do pedômetro PW foi padronizada na linha média da coxa direita, colocado

no cós da calça ou no bolso, evitando que o equipamento se posicionasse a um ângulo de 45°, de acordo com as instruções do fabricante.

Como medida critério para avaliação do desempenho do PW, utilizou-se observação direta (OD) (CROUTER et al., 2003; LEENDERS et al., 2003; SCHNEIDER et al., 2003) da contagem de passos, realizada por dois observadores posicionados atrás do participante a fim de evitar qualquer influência na velocidade de caminhada selecionada. Durante a contagem de passos do teste, cada observador utilizou uma ficha de coleta para o registro manual passo a passo. Ao final de cada caminhada, a contagem de passos do PW foi armazenada em planilha computadorizada, juntamente com registros de cada observador. Os observadores foram previamente treinados mediante a realização de um estudo piloto, o qual envolveu 30 sujeitos não participantes do protocolo. Ambos os observadores foram considerados aptos para a contagem quando não foram encontradas diferenças significativas entre suas contagens de passos, com valores de Coeficiente de Correlação Intraclass superior a 0,80, constatando elevada concordância entre as contagens.

Análise Estatística

Utilizou-se teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar normalidade da distribuição e estatística descritiva para análise dos dados. Em todas as análises, o valor da OD considerou a média de passos entre os dois observadores. Teste t de Student pareado foi usado para detectar diferenças estatísticas entre as contagens de passos apontadas pelo PW e pela OD, e para comparar a contagem de passos entre os dois observadores. Validade foi determinada através de metodologia proposta por Bland-Altman (1986), reprodutibilidade pelo coeficiente de correlação intraclass (CCI) e variabilidade pelo coeficiente de variabilidade (CV). Para determinar a precisão do PW, escore de diferença para cada par de dados (subtração entre contagem de passos do PW e contagem de passos da OD) foi calculado e comparado à zero. Escores de diferenças iguais a zero indicam ausência de diferença entre PW e OD, enquanto escores negativos ou positivos indicam subestimação ou superestimação do PW, respectivamente (SCHNEIDER et al., 2003). Para todas as análises adotou-se um nível de significância de até 5%. Os procedimentos estatísticos foram realizados com utilização dos programas SPSS para Windows (versão 17.0, Chicago, IL - USA) e MedCalc Statistical Software (versão 9.3).

RESULTADOS

O teste t pareado não apontou diferenças estatisticamente significativas entre contagem de passos inter-observadores na amostra total e em nenhum estrato etário. Os valores do CCI entre as medidas inter-observadores foram de 0,98 para o Grupo 3 e 0,99 para o restante da amostra.

Resultados descritivos referentes às idades e às características antropométricas da amostra são apresentados na Tabela 1. De acordo com os resultados alcançados a partir do teste t, conforme apresentado na Tabela 1, não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as contagens de passos do pedômetro PW e do método critério de OD na amostra total, bem como nos grupos selecionados.

Tabela 1 - Caracterização da amostra e contagem de passos por intermédio do pedômetro Power Walker® (PW) e da observação direta (OD) (média $\pm$ desvio padrão).

	Idade (Anos)	Peso Corporal (kg)	Estatura (m)	IMC (kg/m ²)	PW	OD	<i>p</i>
G1	20,8 $\pm$ 2,5	58,6 $\pm$ 3,7	1,69 $\pm$ 0,04	22,3 $\pm$ 2,9	249 $\pm$ 27	247 $\pm$ 30	0,279
G2	55,7 $\pm$ 7,2	65,6 $\pm$ 8,4	1,56 $\pm$ 0,05	27,1 $\pm$ 3,5	271 $\pm$ 19	268 $\pm$ 19	0,130
G3	66,0 $\pm$ 7,3	68,1 $\pm$ 5,4	1,55 $\pm$ 0,02	28,5 $\pm$ 4,6	285 $\pm$ 35	280 $\pm$ 35	0,111
Total	47,5 $\pm$ 20,4	64,5 $\pm$ 5,9	1,60 $\pm$ 0,03	25,9 $\pm$ 3,6	268 $\pm$ 31	265 $\pm$ 32	0,119

Legenda: G1= Grupo 1, G2= Grupo 2, G3= Grupo 3, IMC = Índice de Massa Corporal.

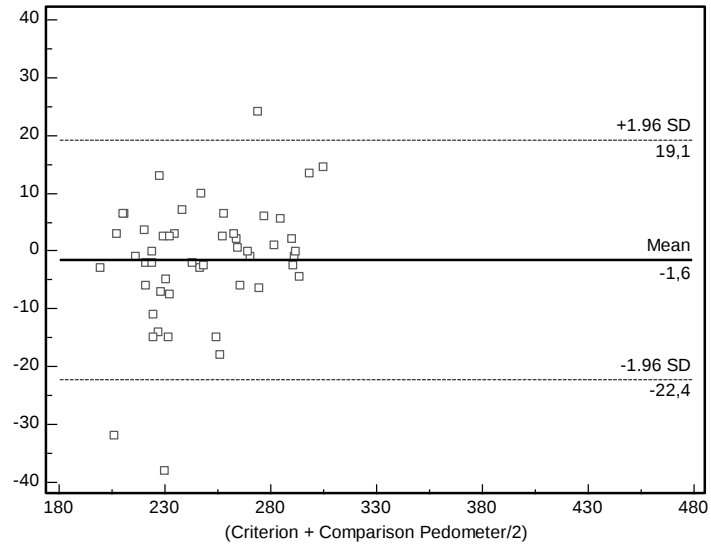
Tabela 2 apresenta média, desvio-padrão e intervalo de confiança a 95% dos escores de diferenças entre PW e OD para cada grupo. Não foram encontradas superestimativas ou subestimativas significativas quanto à contagem de passos registradas pelo pedômetro PW em relação ao método critério.

Tabela 2 – Média $\pm$ desvio-padrão dos escores de diferenças associados à contagem de passos entre pedômetro Power Walker® e observação direta em 200 m de caminhada.

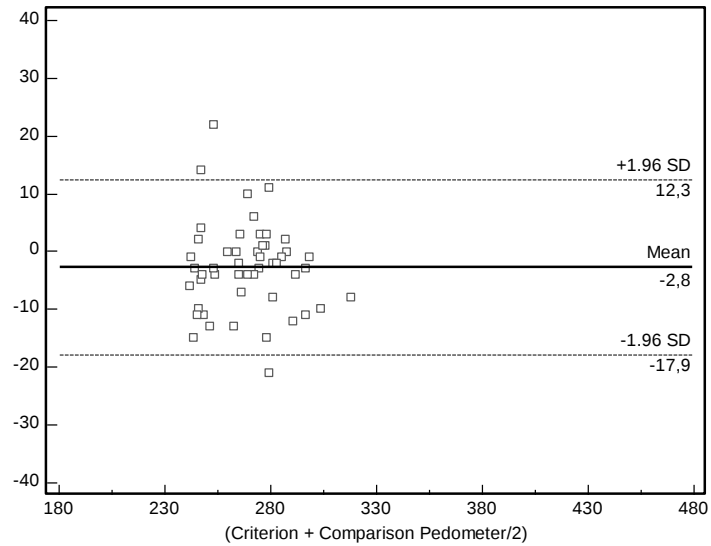
	Diferença Média	Intervalo de Confiança 95%	Diferença Proporcional (%)
Grupo 1	+1,64 $\pm$ 10,60	-1,37 – 4,65	0,66
Grupo 2	+2,80 $\pm$ 7,71	0,60 – 4,99	1,04
Grupo 3	+4,54 $\pm$ 12,14	1,08 – 7,99	1,62
Total	+2,90 $\pm$ 10,30	1,32 – 4,65	1,09

Figura 1 apresenta gráficos de Bland-Altman confrontando a contagem de passos registrados pelo pedômetro PW e OD separadamente por grupo e amostra total.

A)



B)



C)

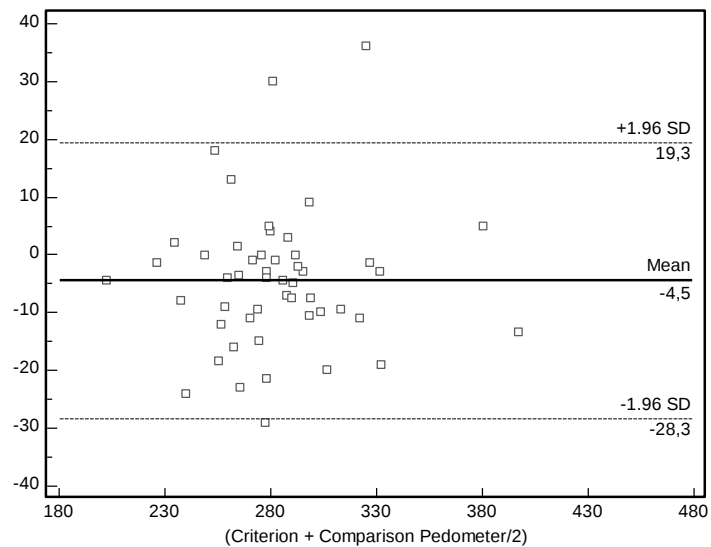


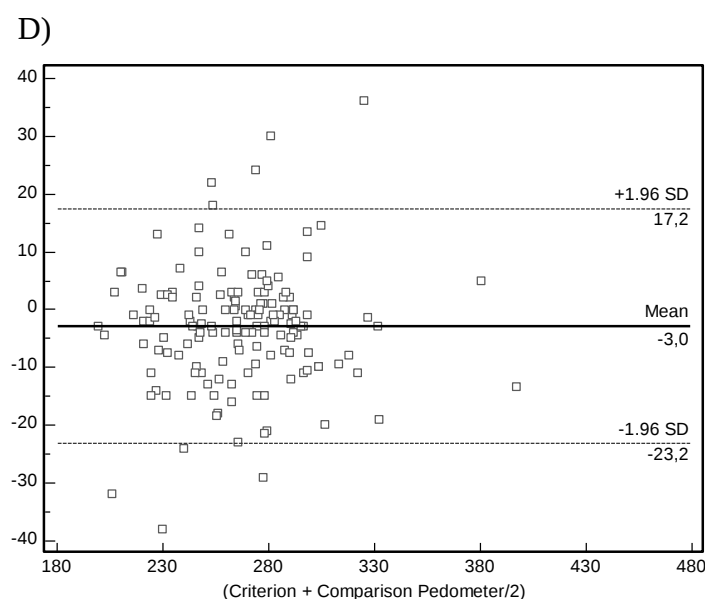
Figura 1. Continuação.

Figura 1 - Plotagem de Bland-Altman para Grupo 1 (A), Grupo 2 (B), Grupo 3 (C) e amostra total (D). *Linha contínua*: Diferença média; *Linha tracejada*: Intervalo de confiança a 95%.

O CV apresentou baixa dispersão dos dados em torno da média, com variação máxima de 12,2% identificada no Grupo 3. CCI foi $\geq 0,95$ nos três grupos etários – Tabela 4.

Tabela 4 - Coeficiente de variabilidade (CV), Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI) e Intervalo de Confiança (IC_{95%}) do pedômetro Power Walker[®] de acordo com o grupo.

Grupo Etário	CV(%)	CCI	IC _{95%}
Grupo 1	10,9	0,96	0,93 – 0,98
Grupo 2	7,1	0,95	0,92 – 0,97
Grupo 3	12,2	0,96	0,94 – 0,98
Total	11,1	0,96	0,96 – 0,98

DISCUSSÃO

Intervenções de saúde baseadas na prática de caminhada tornaram-se um meio popular para melhorar o bem-estar geral e a qualidade de vida. Devido à facilidade e ao baixo custo inerentes à monitoração da AF habitual mediante o pedômetro, o uso dessa ferramenta tem sido cada vez mais difundido entre pesquisadores, profissionais de saúde e indivíduos com objetivo de incrementar a prática de AF (HOLBROOK et al., 2009).

No presente estudo a estimativa da contagem de passos produzida pelo pedômetro PW não foi significativamente diferente da medida critério utilizada nos três grupos analisados (Tabela 1). Em média, o pedômetro PW superestimou em aproximadamente 2 a 5 passos a contagem real, com variação dependente do grupo relacionado. De acordo com o fabricante, o pedômetro PW possui acurácia na contagem de passos de $\pm 5\%$ (± 5 passos em cada 100 passos realizados). Melhores resultados foram alcançados no presente estudo, em que o erro máximo de aproximadamente 5 passos foi observada em um total de 280 passos. Esse resultado permite considerar que o uso desse equipamento possa ser feito de forma confiável tanto para a avaliação quanto para a prescrição de exercícios.

Alguns estudos têm relatado precisão comprometida de pedômetros durante baixas velocidades de caminhada (TUDOR-LOCKE et al., 2006; CROUTER et al., 2003), característica da população idosa. Corroborando com esta tendência, maiores proporções de erros na contagem de passos do PW foram encontradas no Grupo 3, com maior média de idade entre os participantes, apresentando superestimativa de 1.62% em relação aos passos reais (Tabela 2). Entretanto, esta tendência não foi estatisticamente significativa e ausência de diferenças entre contagem de passos do pedômetro PW e método critério nos três grupos considerados consiste em evidência importante que suporta a utilização desse aparelho na monitoração da prática habitual de AF. Resultados apontam melhor disposição dos dados para o Grupo 2, com intervalo de confiança de 95% entre -18 e +12 passos. Pior disposição é observada no Grupo 3, com variações de passos entre -28 e +19.

Alguns estudos na literatura tem descrito aumento na sensibilidade de pedômetros piezoelétricos em baixas velocidades de caminhada quando comparados com pedômetros envolvendo mecanismo de mola (CROUTER et al., 2005; CROUTER et al., 2003). No entanto, aumento na sensibilidade do pedômetro em baixas velocidades de caminhada, como consequência de diminuição no limiar de contagem de passos, não significa necessariamente melhor desempenho. Tal condição aumenta a capacidade de contagem de passos em baixas velocidades em detrimento da especificidade, o que implica em contagem significativamente maior de falsos negativos (LE MASURIER, 2004). Este fato não foi verificado no presente estudo, em que o limiar de contagem de passos do pedômetro PW se mostrou adequadamente sensível, independentemente da velocidade de caminhada selecionada.

Conforme ilustra a Tabela 3, os valores equivalentes aos CCI's foram elevados ($CCI \geq 0,95$) nos três estratos, o que sugere adequado controle de qualidade do

fabricante e apresenta elevado grau de confiabilidade e reprodutibilidade relacionado à contagem de passos produzida pelo pedômetro PW. Os baixos CV's encontrados, variando entre 7,1 e 12,2% dependendo do grupo envolvido, demonstram baixa dispersão da contagem de passos produzida pelo PW em relação ao valor médio, o que confirma a homogeneidade e a estabilidade dos resultados obtidos.

Além desses achados, a elevada concordância encontrada entre os observadores reforça a utilização da OD como uma técnica com elevado grau de precisão, prática e viável para estudos de validação de pedômetros e de outros instrumentos objetivos que procuram quantificar o nível de prática habitual de AF.

Além da contagem de passos, com base na inserção de informações relativas ao peso corporal e à amplitude das passadas, o pedômetro PW calcula a distância percorrida e o dispêndio calórico equivalente. Importante vantagem do pedômetro PW é dispor de memória de até sete dias, armazenando a contagem de passos diários, distância percorrida, dispêndio calórico e tempo de caminhada. O aparelho também possui relógio 24h que orienta o visor a zerar e a armazenar todos os dados às 2:00am. Esse recurso de zeragem e armazenamento automático torna-se interessante em estudos longitudinais relacionados à monitoração da prática habitual de AF, por impedir que o avaliado possa acumular passos durante vários dias consecutivamente, ou o incômodo de anotações diárias que, eventualmente, pode induzir a perda de dados. Outra característica do pedômetro PW reside na função *Power Walker*, que se refere à capacidade do aparelho em realizar contagem de passos durante caminhadas em velocidades maiores que as habituais, descrita como exercício aeróbico, definida como andar em ritmo acelerado, acima de 110 passos por minuto, de acordo com o fabricante. Ainda, o visor do pedômetro PW exibe a contagem de passos realizados, o que pode interferir positivamente no comportamento do indivíduo e atuar como ferramenta de motivação para promoção da AF diária.

Recentes atualizações sobre as recomendações de AF têm encorajado as pessoas a se engajarem em 300 minutos semanais de AF aeróbica de intensidade moderada a vigorosa (LEE, 2010). Como meio alternativo a fim de atender as recomendações de AF, vem sendo proposto que o acúmulo diário de 10.000 passos possa se definir como meta razoável para adultos saudáveis (TUDOR-LOCKE et al., 2011), e tem sido relacionado à minimização de fatores de risco cardiovasculares em populações sedentárias (MOREAU et al., 2001). Com a popularização da meta diária de passos e a utilização de pedômetros para promoção de AF (MEROM et al., 2007; CRAIG et al., 2006), é essencial que os equipamentos utilizados disponibilizem informações seguras e

confiáveis. Os achados alcançados no presente estudo sugerem que o pedômetro PW pode oferecer informações precisas e confiáveis associadas à mensuração de atividades ambulatoriais em velocidade autosselecionada de amplo espectro etário, oferecendo funções interessantes até mesmo para inquéritos científicos.

Inúmeros estudos utilizando diversos tipos de protocolos, envolvendo caminhada em velocidade autosselecionada, deslocamentos em esteiras e vida cotidiana, tem sido desenvolvidos a fim de se obter resultados consistentes com relação à precisão, à confiabilidade e à reprodutibilidade de várias marcas e modelos de pedômetros (HASSON et al., 2009; TUDOR-LOCKE et al., 2006; KARABULUT et al., 2005; SCHNEIDER et al., 2004). Contudo, este estudo é pioneiro na análise desses parâmetros no pedômetro PW, o qual reforça sua aplicabilidade em estudos epidemiológicos. Estudos de validação em diferentes velocidades, condições de vida cotidiana e envolvimento de população infantil estão sendo conduzidos por nosso grupo, a fim de se obter maior conhecimento do grau de precisão deste equipamento em condições variadas. Além disso, sugere-se a realização de outros estudos relacionados à validação, à confiabilidade e à reprodutibilidade de outros parâmetros estimados pelo pedômetro PW, como a distância percorrida e o dispêndio calórico.

CONCLUSÕES

A variação existente entre pedômetros com relação às orientações do fabricante, mecanismos internos e sensibilidade de cada aparelho acarreta a diferença de precisão na contagem de passos entre as diversas marcas e modelos. A limitação do estudo reside na ausência de manuscritos com o mesmo aparelho, fator que limita a extrapolação de nossos achados, considerando que não permite comparações com outros protocolos e amostras.

Apesar disso, os achados do presente estudo permitem concluir que o pedômetro PW registra com precisão e confiabilidade a contagem de passos em velocidade autosselecionada, com superestimativa máxima de aproximadamente 5 passos em relação à OD dos passos durante caminhada de 200 m, consistindo, portanto, em ferramenta exequível direcionada à contagem de passos e aplicável em pesquisas de quantificação e promoção da prática habitual de AF.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307-310, 1986.

BRAGE, S.; WEDDERKOPP, N.; FRANKS, P. W.; ANDERSEN, L. B.; FROBERG, K. Reexamination of validity and reliability of the CSA monitor in walking and running. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1447-1454, 2003.

CHEN, K. Y.; BASSETT, D. R., JR. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 11 Suppl, p. S490-500, 2005.

CORDER, K.; BRAGE, S.; EKELUND, U. Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 10, n. 5, p. 597-603, 2007.

CRAIG, C. L.; CRAGG, S. E.; TUDOR-LOCKE, C.; BAUMAN, A. Proximal impact of Canada on the Move: the relationship of campaign awareness to pedometer ownership and use. **Canadian Journal of Public Health**, v. 97 Suppl 1, p. S21-27, S22-29, 2006.

CROUTER, S. E.; SCHNEIDER, P. L.; BASSETT, D. R., JR. Spring-levered versus piezo-electric pedometer accuracy in overweight and obese adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 10, p. 1673-1679, 2005.

CROUTER, S. E.; SCHNEIDER, P. L.; KARABULUT, M.; BASSETT, D. R., JR. Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1455-1460, 2003.

DAS, P.; HORTON, R. Rethinking our approach to physical activity. **Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 189-190, 2012.

FITZSIMONS, C. F.; BAKER, G.; GRAY, S. R.; NIMMO, M. A.; MUTRIE, N. Does physical activity counselling enhance the effects of a pedometer-based intervention over

the long-term: 12-month findings from the Walking for Wellbeing in the west study. **BMC Public Health**, v. 12, n. 1, p. 206, 2012.

HALLAL, P. C.; BAUMAN, A. E.; HEATH, G. W.; KOHL, H. W., 3RD; LEE, I. M.; PRATT, M. Physical activity: more of the same is not enough. **Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 190-191, 2012.

HASSON, R. E.; HALLER, J.; POBER, D. M.; STAUDENMAYER, J.; FREEDSON, P. S. Validity of the Omron HJ-112 pedometer during treadmill walking. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 4, p. 805-809, 2009.

HEESCH, K. C.; DINGER, M. K.; MCCLARY, K. R.; RICE, K. R. Experiences of women in a minimal contact pedometer-based intervention: a qualitative study. **Women Health**, v. 41, n. 2, p. 97-116, 2005.

HOLBROOK, E. A.; BARREIRA, T. V.; KANG, M. Validity and reliability of Omron pedometers for prescribed and self-paced walking. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 670-674, 2009.

KARABULUT, M.; CROUTER, S. E.; BASSETT, D. R., JR. Comparison of two waist-mounted and two ankle-mounted electronic pedometers. **European Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 4, p. 335-343, 2005.

LE MASURIER, G. Pedometer sensitivity and specificity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 2, p. 346; author reply 347, 2004.

LE MASURIER, G. C.; TUDOR-LOCKE, C. Comparison of pedometer and accelerometer accuracy under controlled conditions. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 5, p. 867-871, 2003.

LEE, I. M.; SHIROMA, E. J.; LOBELO, F.; PUSKA, P.; BLAIR, S. N.; KATZMARZYK, P. T. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. **Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 219-229, 2012.

LEE, I. M. Physical activity and cardiac protection. **Current Sports Medicine Reports**, v. 9, n. 4, p. 214-219, 2010.

LEENDERS, N. Y.; NELSON, T. E.; SHERMAN, W. M. Ability of different physical activity monitors to detect movement during treadmill walking. **International Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 1, p. 43-50, 2003.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign, Human Kinetics Books, 1988.

MEROM, D.; RISSEL, C.; PHONGSAVAN, P.; SMITH, B. J.; VAN KEMENADE, C.; BROWN, W. J.; BAUMAN, A. E. Promoting walking with pedometers in the community: the step-by-step trial. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 32, n. 4, p. 290-297, 2007.

MELANSON, E. L.; KNOLL, J. R.; BELL, M. L.; DONAHOO, W. T.; HILL, J. O.; NYSSE, L. J.; LANNINGHAM-FOSTER, L.; PETERS, J. C.; LEVINE, J. A. Commercially available pedometers: considerations for accurate step counting. **Preventive Medicine**, v. 39, n. 2, p. 361-368, 2004.

MOREAU, K. L.; DEGARMO, R.; LANGLEY, J.; MCMAHON, C.; HOWLEY, E. T.; BASSETT, D. R., JR.; THOMPSON, D. L. Increasing daily walking lowers blood pressure in postmenopausal women. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 33, n. 11, p. 1825-1831, 2001.

SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; BASSETT, D. R. Pedometer measures of free-living physical activity: comparison of 13 models. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 2, p. 331-335, 2004.

SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; LUKAJIC, O.; BASSETT, D. R., JR. Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 10, p. 1779-1784, 2003.

STOVITZ, S. D.; VANWORMER, J. J.; CENTER, B. A.; BREMER, K. L. Pedometers as a means to increase ambulatory activity for patients seen at a family medicine clinic. **Journal of the American Board of Family Medicine**, v. 18, n. 5, p. 335-343, 2005.

SWARTZ, A. M.; STRATH, S. J.; BASSETT, D. R.; MOORE, J. B.; REDWINE, B. A.; GROER, M.; THOMPSON, D. L. Increasing daily walking improves glucose tolerance in overweight women. **Preventive Medicine**, v. 37, n. 4, p. 356-362, 2003.

TUDOR-LOCKE, C.; CRAIG, C. L.; BROWN, W. J.; CLEMES, S. A.; DE COCKER, K.; GILES-CORTI, B.; HATANO, Y.; INOUE, S.; MATSUDO, S. M.; MUTRIE, N.; OPPERT, J. M.; ROWE, D. A.; SCHMIDT, M. D.; SCHOFIELD, G. M.; SPENCE, J. C.; TEIXEIRA, P. J.; TULLY, M. A.; BLAIR, S. N. How many steps/day are enough? For adults. **International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity**, v. 8, p. 79, 2011.

TUDOR-LOCKE, C.; SISSON, S. B.; LEE, S. M.; CRAIG, C. L.; PLOTNIKOFF, R. C.; BAUMAN, A. Evaluation of quality of commercial pedometers. **Canadian Journal of Public Health**, v. 97 Suppl 1, p. S10-15, S10-16, 2006.

TUDOR-LOCKE, C.; WILLIAMS, J. E.; REIS, J. P.; PLUTO, D. Utility of pedometers for assessing physical activity: convergent validity. **Sports Medicine**, v. 32, n. 12, p. 795-808, 2002.

TUDOR-LOCKE, C.; WILLIAMS, J. E.; REIS, J. P.; PLUTO, D. Utility of pedometers for assessing physical activity: construct validity. **Sports Medicine**, v. 34, n. 5, p. 281-291, 2004.

TUDOR-LOCKE, C. E.; MYERS, A. M. Challenges and opportunities for measuring physical activity in sedentary adults. **Sports Medicine**, v. 31, n. 2, p. 91-100, 2001.

CAPÍTULO 2

VALIDADE E CONFIABILIDADE DO PEDÔMETRO POWER WALKER® NA DETECÇÃO DA CONTAGEM DE PASSOS EM DIFERENTES VELOCIDADES DE CAMINHADA

Capítulo 2: Validade e confiabilidade do pedômetro Power Walker® na detecção da contagem de passos em diferentes velocidades de caminhada

RESUMO

Introdução: Pedômetros são dispositivos especializados na contagem de passos diários e consiste em um método atrativo por fornecer medida objetiva da atividade física com baixo custo e fácil manuseio. Contudo, é fundamental que esses equipamentos disponibilizem informações confiáveis para uma adequada avaliação. **Objetivos:** Verificar a validade, variabilidade e reprodutibilidade do pedômetro Power Walker® - 610 (Yamax, Japão) (PW) na detecção da contagem de passos de adultos em quatro diferentes velocidades de caminhada em esteira. **Métodos:** Foram avaliados 50 adultos jovens ($21,6 \pm 2,1$ anos), 25 homens e 25 mulheres, durante caminhada em esteira. Protocolo consistiu de quatro estágios com velocidades de 33, 50, 67 e 83 m.min⁻¹ respectivamente, e duração de 2 minutos cada. Os participantes foram equipados com um pedômetro PW ao lado direito do corpo. Observação direta (OD) foi utilizada como medida critério, realizada por dois observadores. Verificou-se normalidade dos dados mediante teste de Kolmogorov-Smirnov, validade pelo teste Bland-Altman, precisão pelo escore de diferenças, reprodutibilidade pelo coeficiente de correlação intraclass (CCI) e variabilidade pelo coeficiente de variabilidade (CV). **Resultados:** Não foram encontradas diferenças significativas entre a contagem de passos inter-observadores, apresentando elevados valores de CCI nas quatro velocidades de caminhada consideradas. Encontrou-se diferenças significativas entre contagens de passos realizadas pelo pedômetro PW e pela OD nas velocidades 33 e 83 m.min⁻¹ ($p \leq 0,05$), em que o pedômetro subestimou em 23 passos e superestimou em 13 passos a contagem real, respectivamente. Melhor resultado foi encontrado para velocidade de 67 m.min⁻¹, com superestimação média de 2 passos e variação entre + 19 e - 23 passos. CCI apresentou valores de baixa magnitude nas velocidades equivalentes a 33, 50 e 83 m.min⁻¹ (0,35; 0,35 e 0,48, respectivamente). Valor mais elevado de CCI foi registrado na velocidade de 67 m.min⁻¹ (0,83) e CV alcançou menor valor a 67 m.min⁻¹ (0,06). **Conclusão:** O PW apresentou-se como ferramenta válida e confiável para análise da contagem de passos em ritmo de caminhada equivalente a 67 m.min⁻¹. Entretanto sua eficácia é comprometida em velocidades de caminhada a 33, 50 e 83 m.min⁻¹.

Palavras-chave: Validação, pedômetro, esteira, caminhada.

Chapter 2: Validity and reliability of Power-Walker[®] Pedometer in detecting step count at different walking speeds

ABSTRACT

Introduction: Pedometers are specialized devices in daily step count and consists of an attractive method for providing objective measure of physical activity with low cost and easy handling. However, it is critical that these devices make available reliable information for proper evaluation. **Objectives:** To determine the validity, variability and reproducibility of Power Walker[®] - 610 pedometer (Yamax, Japan) (PW) in the detection of adults step count in four different walking speeds on a treadmill. **Methods:** We evaluated 50 young adults (21.6 ± 2.1 years), 25 men and 25 women, during walking on a treadmill without inclination. Protocol consisted of four stages at speeds 33, 50, 67 e 83 m.min⁻¹ respectively and lasting 2 minutes each. Participants were equipped with a PW pedometer on the right side of the body. Direct observation (DO) was used as a measurement criterion, performed by two observers. Regarding the treatment of the data, it was found normality by Kolmogorov-Smirnov test, validity by Bland-Altman, accuracy by scores of differences, reproducibility by the intra-class correlation coefficient (ICC) and variability by the coefficient of variability (CV). **Results:** No significant differences were found between observers step counts, with higher ICC values in the four walking speeds considered. We found significant differences between step counts performed by the PW pedometer and the DO at speeds 33 and 83 m.min⁻¹ ($p \leq 0,05$), where in the pedometer underestimated in 23 steps and overestimate in 13 steps the actual count, respectively. Best results were found for speed 67 m.min⁻¹, with an average overestimation of 2 steps and variation between + 19 and - 23 steps. ICC values were low magnitude at speeds 33, 50 and 83 m.min⁻¹ (0.35, 0.35 and 0.48, respectively). Highest ICC was recorded at 67 m.min⁻¹ (0.83). CV has reached the lowest value at 67 m.min⁻¹ (0.06). **Conclusion:** PW pedometer showed as valid and reliable tool for steps count analysis at a walking speed of 67 m.min⁻¹. However its effectiveness is compromised in walking speeds of 33, 50 and 83 m.min⁻¹.

Key – words: Validation, pedometer, treadmill, walk.

INTRODUÇÃO

A atividade física (AF) tem sido amplamente relacionada a diversos benefícios à saúde (DAS e HORTON, 2012; HALLAL et al., 2012; LEE et al., 2012; PEDERSEN e SALTIN, 2006); sobretudo, na prevenção e redução dos sintomas de algumas doenças crônico-degenerativas, como diabetes mellitus Tipo 2 (LEE et al., 2012; HALLAL et al., 2012), distúrbios cardiovasculares (LEE et al., 2012; HALLAL et al., 2012), obesidade (DAS e HORTON, 2012) e certos tipos de cânceres (LEE et al., 2012; HALLAL et al., 2012).

Tradicionalmente atividade e inatividade física têm sido mensuradas por intermédio de questionários, demonstrando aceitável validade para recordar AF estruturada e realizada em intensidades vigorosas. Porém, sua precisão diminui na monitoração de períodos sedentários e AF de intensidade baixa a moderada (KARABULUT et al., 2005), apresentando subestimativas quando comparados com informações produzidas por métodos objetivos (SIEBELING et al., 2012; AFFUSO et al., 2011; BAKER et al., 2008). Assim, obter informações precisas e confiáveis quanto à prática de AF se torna necessário para melhor entender sua relação com a saúde (CHEN e BASSETT, 2005).

A caminhada é frequentemente relatada como AF preferida no tempo de lazer (TUDOR-LOCKE e MYERS, 2001) e consiste em uma atividade de promoção de saúde que pode ser realizada pela maioria das pessoas, sem maior exigência física ou risco (FEITO et al., 2012b). Devido a isso, a caminhada contribui substancialmente para o dispêndio energético associado à prática habitual de AF de indivíduos sedentários (HATANO, 1993).

Vários dispositivos têm sido desenvolvidos e utilizados a fim de proporcionar medida precisa dessa atividade (RYAN et al., 2006). Dentre estes, os pedômetros estão em crescente popularidade entre pesquisadores, sendo ferramentas valiosas na quantificação do nível de AF ambulatorial (CROUTER et al., 2005; DE COCKER et al., 2012; FEITO et al., 2012a; FITZSIMONS et al., 2012).

Pedômetros são equipamentos especializados na contagem de passos diários, normalmente utilizados na cintura (SCHNEIDER et al., 2003). Consiste em método atrativo por fornecer medida direta da AF com baixo custo e fácil manuseio (RYAN et al., 2006). Na última década têm sido frequentemente empregados em estudos epidemiológicos e de intervenção (FITZSIMONS et al., 2012; MEROM et al., 2007; HEESCH et al., 2005), com elevado potencial no combate a obesidade e no aumento do

número de passos diários para o alcance das atuais recomendações de 10.000 passos por dia (TUDOR-LOCKE et al., 2011).

Entre suas limitações, pedômetros não são projetados para distinguir intensidades ou tipos de atividades (TUDOR-LOCKE et al., 2002), e não identificam com precisão atividades não ambulatoriais, como natação ou ciclismo (CORDER et al., 2007).

Tem sido sugerido na literatura que a velocidade de aproximadamente 83 m.min⁻¹ talvez seja a que melhor se identifica com o ritmo habitual de caminhada (MELANSON et al., 2004; BASSETT et al., 1996). Além disso, a literatura indica diminuição da acurácia de pedômetros utilizados na cintura em baixas velocidades de caminhada (FEITO et al., 2012b; RYAN et al., 2006; CROUTER et al., 2005), em decorrência da menor aceleração vertical (KARABULUT et al., 2005). Baixa precisão dos pedômetros nestas circunstâncias tende a subestimar a contagem de passos, o que pode se definir como importante limitação quando utilizados na monitoração de pessoas com predomínio de caminhada em baixas velocidades durante as atividades do cotidiano, como é o caso de idosos (RYAN et al., 2006) e obesos (MELANSON et al., 2004; MCCLUNG et al., 2000).

Sendo assim, novas marcas e modelos de pedômetros têm sido introduzidos no mercado, com diferentes mecanismos internos e limiares de sensibilidade a fim de aumentar sua precisão em baixas velocidades (SCHNEIDER et al., 2003). Pedômetros com mecanismo interno tipo acelerômetro, que utilizam elemento piezoelétrico para detectar a aceleração e registrar o passo (HASSON et al., 2009), têm demonstrado melhores resultados em baixas velocidades de caminhada quando comparados a pedômetros com outros tipos de mecanismos (CROUTER et al., 2005; MELANSON et al., 2004; SWARTZ et al., 2003). O pedômetro Power Walker[®] - 610 (*Yamax Corporation, Tokyo, Japão*) (PW), sucessor do modelo Digi-Walker[®] SW-200 (*Yamax Corporation, Tokyo, Japão*), utiliza esse mecanismo interno, com acelerômetros em três direções e precisão de $\pm 5\%$ de acordo com o fabricante. Contudo, sua validade e confiabilidade necessitam ser avaliados por critérios científicos a fim de embasar seu uso diário.

Durante a última década têm crescido o interesse por investigações que analisam a validade e a confiabilidade de pedômetros na mensuração da atividade ambulatorial (FEITO et al., 2012a; HASSON et al., 2009; FOSTER et al., 2005; CROUTER et al., 2005; SCHNEIDER et al., 2004; CROUTER et al., 2003). Entretanto, até onde foi possível verificar, não se encontra na literatura estudos dedicados à validação do

pedômetro PW em diferentes velocidades de caminhada. Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar validade, variabilidade e reprodutibilidade do pedômetro PW na detecção da contagem de passos de adultos em quatro diferentes velocidades de caminhada em esteira rolante.

MÉTODOS

Participantes

Participaram da amostra 50 adultos jovens aparentemente saudáveis, sendo 25 homens e 25 mulheres, compreendendo a faixa etária entre 19 e 28 anos de idade. A amostra foi composta por estudantes do curso de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa e convidados a participar do estudo mediante termo de consentimento livre e esclarecido contendo informações detalhadas da pesquisa (Apêndice 1).

Para participar do protocolo de estudo, os participantes deveriam possuir experiência prévia na prática de caminhada em esteira. Foram excluídos da amostra indivíduos que apresentaram dificuldades na marcha, e/ou não completaram o tempo estipulado para cada estágio, e/ou não se encontravam vestidos e calçados adequadamente para a atividade.

Todos os participantes foram voluntários, mantendo preservadas suas informações de caráter pessoal. O estudo teve seu projeto de pesquisa submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Federal de Viçosa sob o protocolo de número 042/2011.

Protocolo de Estudo

Para caracterização antropométrica da amostra registrou-se massa corporal, utilizando-se balança portátil da marca Plenna[®], modelo Sport (com precisão de 100 g), e estatura por intermédio de antropômetro Sanny[®] (com precisão de 1 mm), de acordo com recomendações estabelecidas por Lohman et al. (1988). Posteriormente calculou-se o Índice de Massa Corporal a partir da fórmula: peso corporal (kg) dividido pela estatura ao quadrado (m^2). As medidas antropométricas foram coletadas imediatamente antes do início dos testes, estando os participantes com roupas leves e descalços.

Os participantes foram instruídos a utilizarem vestimentas e calçados apropriados para a prática de atividades físicas durante a realização dos testes, que ocorreram no período matutino do dia. Foi utilizado o mesmo pedômetro PW no decorrer do estudo, o qual teve sua acurácia previamente avaliada a partir do teste de 50

passos em velocidade compatível com o ritmo de caminhada em atividades do cotidiano (MELANSON et al., 2004).

Os participantes foram equipados com o pedômetro PW, fixado no cós ou no bolso da calça, em posição padronizada na linha média da coxa, no lado direito do corpo, próximo à crista ilíaca. A utilização do equipamento esteve de acordo com as instruções do fabricante, a fim de potencializar seu desempenho. Posteriormente os participantes caminharam em esteira rolante (Embree, 565 TX-1, Embree, Brasil) sem inclinação, nas velocidades 33, 50, 67 e 83 m.min⁻¹, durante 2 minutos em cada estágio.

Previamente a realização da coleta de dados, foi disponibilizado um período de 5 minutos para adaptação de cada participante com a caminhada na esteira rolante nas velocidades selecionadas (AMORIM et al., 2009). Os participantes foram instruídos a se posicionarem imóveis fora do tapete da esteira rolante antes de iniciar cada estágio até ser atingida a velocidade prevista. Ao ser atingida a velocidade desejada, os participantes iniciaram a caminhada, tendo seus passos registrados pelo pedômetro PW e pelo método critério de observação direta (OD). Ao final de cada estágio, foram realizados os procedimentos de saída da esteira rolante mediante suspensão do corpo utilizando-se o corrimão, seguido do posicionamento imóvel dos participantes para registro da contagem de passos produzida pelo pedômetro PW e pela OD. Imediatamente antes de iniciar um novo estágio, o visor do pedômetro PW foi zerado manualmente a fim de iniciar nova contagem no próximo estágio.

Como medida critério da contagem de passos utilizou-se a OD (FEITO et al., 2012a; FEITO et al., 2012b), realizada por dois observadores. Durante a contagem de passos do teste, cada observador utilizou uma ficha de coleta para o registro manual passo a passo. Ao final de cada estágio os participantes tiveram um minuto de intervalo, tempo utilizado para registro das contagens de passos do PW e dos observadores.

Realizou-se um estudo piloto para o treinamento dos observadores na contagem de passos, o qual envolveu 20 indivíduos não participantes da amostra do protocolo. Ambos os observadores foram considerados aptos para a contagem quando não foram encontradas diferenças significativas entre suas contagens de passos, com valores de Coeficiente de Correlação Intraclassa superior a 0,80, constatando elevada concordância entre as contagens.

Análise Estatística

As análises estatísticas foram realizadas com utilização dos programas SPSS para Windows (versão 17.0, Chicago, IL - USA) e MedCalc Statistical Software (versão 9.3). Para todas as análises adotou-se um nível de significância de até 5%. Utilizou-se teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar normalidade da distribuição e estatística descritiva para análise dos dados. Em todas as análises, o valor da OD considerou a média de passos entre os dois observadores. Teste t de Student pareado foi usado para detectar diferenças estatísticas entre as contagens de passos registradas pelo PW e pela OD em cada velocidade selecionada, e para comparar contagens de passos entre os dois observadores. Validade foi determinada através de metodologia proposta por Bland-Altman (1986), reprodutibilidade pelo coeficiente de correlação intraclass (CCI) e variabilidade pelo coeficiente de variabilidade (CV). Para determinar precisão do PW, escore de diferenças para cada par de dados (subtração entre contagem de passos do PW e contagem de passos da OD) foi calculado e comparado à zero. Escores de diferenças iguais a zero indicam ausência de diferença entre PW e OD, enquanto escores negativos ou positivos indicam subestimação ou superestimação do PW, respectivamente.

RESULTADOS

Características antropométricas e idade da amostra selecionada são apresentadas na Tabela 1. Análise comparativa entre as contagens de passos realizadas pelos dois observadores mediante OD não encontrou diferenças estatisticamente significativas nas quatro velocidades de caminhada selecionada na esteira rolante. Os valores do CCI entre as medidas interavaliadores foram 0,99; 0,99; 0,92 e 0,96 para as velocidades de 33, 50, 67 e 83 m.min⁻¹, respectivamente.

Tabela 1 - Característica da amostra (média ± desvio padrão).

	Homens	Mulheres	Amostra total
Idade (anos)	21,6±2,1	21,9±1,8	21,7±2,0
Peso Corporal (kg)	68,1±3,7	59,4±2,2	63,7±2,9
Estatura (m)	1,74±0,07	1,67±0,05	1,70±0,06
IMC (kg/m²)	22,5±2,5	21,3±2,1	22,0±2,8

Legenda: IMC = Índice de Massa Corporal.

Na tabela 2 encontram-se as contagens de passos obtidas por intermédio do pedômetro PW e da OD. Foram encontradas diferenças significativas nas velocidades equivalentes a 33 e 83 m.min⁻¹. Observam-se ainda os escores das diferenças associados

aos erros do pedômetro PW em relação ao método critério de OD. Contagem de passos do pedômetro nas velocidades 33 e 83 m.min⁻¹ resultou em subestimativa média de 23 passos da contagem realizada por OD na menor velocidade, e superestimativa de 13 passos na maior velocidade de caminhada.

Tabela 2 - Contagem média de passos registrada pelo pedômetro *Power Walker*[®] (PW) e pela observação direta (OD) de acordo com as velocidades selecionadas.

	33 m.min ⁻¹	50 m.min ⁻¹	67 m.min ⁻¹	83 m.min ⁻¹
PW	139±58 [†]	183±36	217±15	243±17 [†]
OD	163±2	196±7	215±10	230±9
E.D.	-23±30 [†]	-13±22	2±12	+13±12 [†]

Legenda: E.D.= Escore de diferenças.

[†]Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à OD de acordo com a velocidade.

Figura 1 apresenta as plotagens de Bland-Altman de acordo com cada velocidade selecionada. O erro padrão da medida e Intervalo de Confiança de 95% para as velocidades 33, 50, 67 e 83 m.min⁻¹ foram de aproximadamente 23 (IC_{95%}: 4- 40), 14 (IC_{95%}: 2- 25), -2 (IC_{95%}: - 5- 1), -12 (IC_{95%}: - 12- (-20)), respectivamente. Destaca-se que em todos os gráficos praticamente todas as plotagens estiveram dispersas no intervalo de um desvio-padrão.

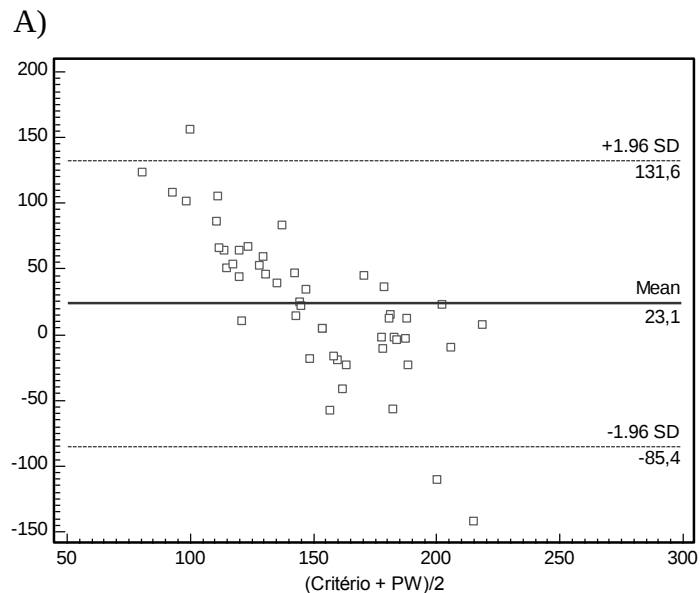


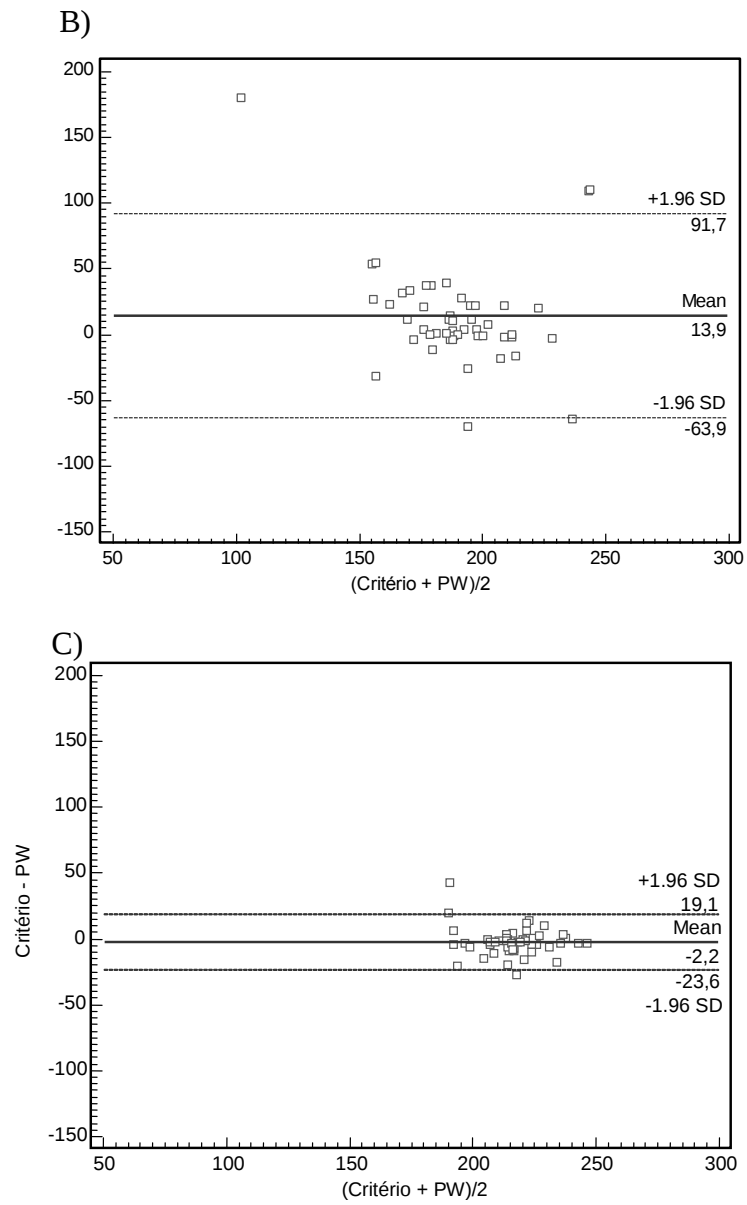
Figura 1. Continuação.

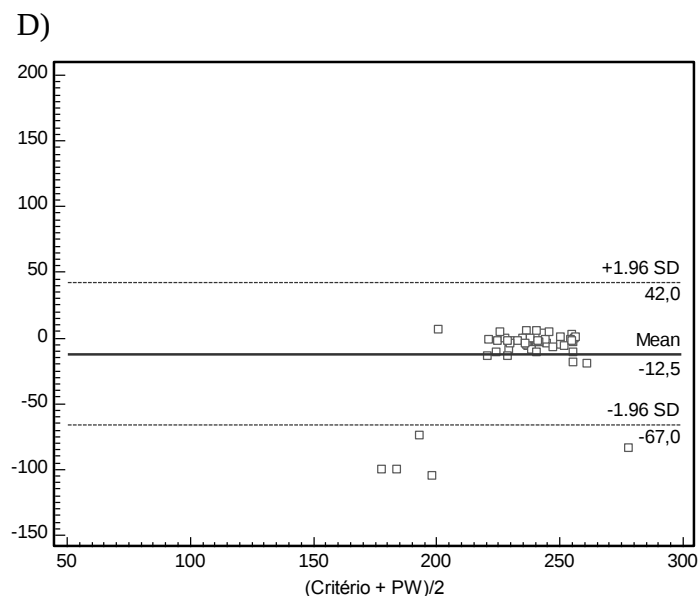
Figura 1. Continuação.

Figura 1 - Dispersão dos dados a partir da Plotagem de Bland-Altman para velocidade de 33 m.min⁻¹ (A), 50 m.min⁻¹ (B), 67 m.min⁻¹ (C) e 83 m.min⁻¹ (D). *Linha contínua*: Diferença média; *Linha tracejada*: Intervalo de confiança a 95%.

Na tabela 3 são apresentados valores equivalentes ao CV e ao CCI com Intervalo de Confiança do pedômetro PW.

Tabela 3 - Coeficiente de Variabilidade (CV) e Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI) e Intervalo de Confiança (IC_{95%}) do *Power Walker*[®] (PW) de acordo com velocidades selecionadas.

Velocidades	CV(%)	CCI	IC _{95%}
33 m.min ⁻¹	0,41	0,35	0,14 – 0,63
50 m.min ⁻¹	0,19	0,35	0,14 – 0,64
67 m.min ⁻¹	0,06	0,83	0,70 – 0,90
83 m.min ⁻¹	0,07	0,48	0,08 – 0,70

DISCUSSÃO

Estudos na literatura têm indicado o comprometimento da acurácia de pedômetros durante baixas velocidades de caminhada (FEITO et al., 2012; RAYN et al., 2006; CROUTER et al., 2005). O presente estudo caracteriza-se pelo pioneirismo na validação do pedômetro PW em diferentes velocidades de caminhada. A partir do proposto, o pedômetro PW apresentou-se como uma ferramenta válida na contagem de passos, sobretudo em caminhadas na velocidade de 67 m.min⁻¹. Por outro lado, as baixas velocidades de caminhada apresentaram comprometimento quanto à validade e à precisão na contagem de passos.

No presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas entre a contagem de passos produzida pelo pedômetro PW e pela OD nas velocidades de 50 e 67 m.min⁻¹. Entretanto, nas velocidades de 33 e 83 m.min⁻¹ a contagem registrada pelo pedômetro se diferenciou significativamente do método critério (Tabela 2). Este achado corrobora em parte com diversos estudos que encontraram menor habilidade de outros pedômetros piezoelétricos na contagem de passos em velocidades de caminhada próximas a 33 m.min⁻¹ (FEITO et al., 2012b; FOSTER et al., 2005; MELANSON et al., 2004). Contudo, a diferença significativa encontrada entre o pedômetro PW e a OD à 83 m.min⁻¹ difere dos resultados encontrados na literatura, que constataam aumento de acurácia do pedômetro em maiores velocidades de caminhada (FEITO et al., 2012b; FOSTER et al., 2005; KARABULUT et al., 2005; MELANSON et al., 2004; CROUTER et al., 2003).

Em conformidade com estudos disponíveis na literatura (FEITO et al., 2012b; FOSTER et al., 2005; MELANSON et al., 2004), o maior escore de diferenças encontrado na contagem de passos produzida pelo pedômetro foi na menor velocidade de caminhada selecionada (33 m.min⁻¹) e repercutiu em subestimativa de -23 passos em relação ao método critério (Tabela 2). A velocidade de 67 m.min⁻¹ produziu o menor escore de diferenças, com superestimativa média de +2 passos em 215 passos registrados pela OD (Tabela 2).

Nossos achados indicam que a acurácia do pedômetro PW é diretamente relacionada à velocidade de caminhada selecionada. À velocidade de 33 m.min⁻¹ o pedômetro PW registrou apenas 86% dos passos contados mediante OD e, dessa forma, seu desempenho parece ser afetado pela baixa aceleração corporal, característica das baixas velocidades de caminhada, situação semelhante a observada por FEITO et al., 2012; KARABULUT et al., 2005; RAYN et al., 2006; CROUTER et al., 2005. O progressivo aumento na velocidade de caminhada elevou simultaneamente a proporção de passos registrados pelo pedômetro PW até atingir a velocidade ideal de caminhada, a 67 m.min⁻¹. A partir disso, o acréscimo na velocidade de caminhada, a 83 m.min⁻¹, acarreta superestimação de 8% (13 passos) na contagem de passos produzida pela OD. Esses resultados reforçam a necessidade de se considerar o público alvo em que o monitor de movimento será utilizado. Indivíduos que habitualmente caminham em baixas velocidades, equivalente a 33 m.min⁻¹, devido à idade ou alguma dificuldade na marcha, deveriam fazer uso de equipamentos de maior sensibilidade aos ritmos mais lentos de caminhada.

A caminhada constitui-se um importante componente de prática de AF, bem como forma de deslocamento do cotidiano. Portanto, torna-se de relevância fundamental que estudos direcionados a dimensionar o nível de AF habitual por intermédio de contagem dos passos diários utilizem ferramentas válidas e confiáveis (RYAN et al., 2006).

Apesar da literatura descrever maior sensibilidade de pedômetros piezoelétricos em baixas velocidades de caminhada quando comparados com pedômetros envolvendo mecanismo de mola (CROUTER et al., 2005; CROUTER et al., 2003), os resultados do presente estudo não suportam esses achados para utilização do pedômetro PW, que apresentou baixa acurácia e elevada dispersão de dados em baixa velocidade de caminhada. Entretanto, os resultados apresentam tendência a menor dispersão dos dados de acordo com aumento da velocidade. Aumentos na sensibilidade do pedômetro PW alcançados pela diminuição do limiar de contagem de passos do aparelho poderiam resultar em dados mais precisos; entretanto, esta condição poderia exercer efeitos deletérios para a especificidade do equipamento, implicando em contagem significativamente maior de falsos negativos (LE MASURIER, 2004).

A elevada dispersão dos dados associada ao também elevado CV para a contagem de passos durante a caminhada a 33 m.min^{-1} , confirmam a irregular contagem de passos produzida pelo pedômetro PW neste ritmo de caminhada (Figura 1, Tabela 3). Simultaneamente ao aumento da velocidade de caminhada, o CV diminuiu progressivamente, atingindo seu menor valor a 67 m.min^{-1} (0,06), reafirmando, desse modo, a estabilidade dos dados obtidos a essa velocidade. Foram encontrados baixos CCI's para as duas menores velocidades (CCI= 0,35), com melhor resultado para a velocidade de caminhada de 67 m.min^{-1} , o que sugere aceitável confiabilidade e reprodutibilidade para a contagem de passos produzida pelo pedômetro PW a 67 m.min^{-1} .

Confirmando os presentes achados, encontrou-se elevado grau de concordância na contagem de passos entre os observadores, o que reforça o método de OD como uma técnica prática, viável e precisa na validação de monitores de movimentos em ambientes controlados.

Numerosos estudos que analisam a validade e a precisão de diferentes marcas e modelos de pedômetros piezoelétrico, utilizando-se de distintos protocolos em ambiente controlado, têm sido desenvolvidos (CROUTER et al., 2005; LE MASURIER, 2004; MELANSON et al., 2004; SCHNEIDER et al., 2004; CROUTER et al., 2003). Entretanto, não foi encontrado nenhum estudo de validação do pedômetro PW.

Estudo anterior, também realizado pelo nosso grupo, analisou a precisão do pedômetro PW em caminhada de 200 m envolvendo amostra de adultos jovens, meia idade e idosos (dados não publicados). Neste estudo, o PW demonstrou ótima reprodutibilidade para os três grupos etários considerados, com escores de diferenças variando entre 2 e 5 passos.

Em conjunto, os resultados de ambos os estudos se mostram divergentes quanto à validade do pedômetro PW. No presente estudo, houve comprometimento quanto à precisão do pedômetro PW na caminhada de jovens em baixas velocidades, que pode ser predominantemente usual em idosos. Em contrapartida, no estudo anterior, o PW apresentou elevada reprodutibilidade em idosos em velocidade de caminhada autosselecionada. Possível explicação para o fato reside em provável alteração no padrão biomecânico de caminhada de jovens em baixa velocidade, o que poderia afetar a eficácia da contagem de passos. Outra explicação plausível, é que os idosos participantes do primeiro estudo, por serem fisicamente ativos e saudáveis, mantiveram um ritmo de caminhada habitual em velocidades superiores a 33 m.min^{-1} , o que justificaria a eficiência da contagem do pedômetro PW nesse estudo.

Uma questão que permanece nesse tipo de estudo se refere ao quanto à caminhada em esteira, em ambiente controlado, reflete uma caminhada em condições de cotidiano. Melanson et al. (2004) analisaram a velocidade média de caminhada de indivíduos em ritmo habitual e rápido de caminhada. Os resultados obtidos por este estudo indicaram que adultos jovens com idades entre 18 a 30 anos, submetidos à caminhada em ritmo auto-selecionado, tem velocidade média de $76,6$ e $101,6 \text{ m.min}^{-1}$ para a caminhada habitual e rápida, respectivamente. Apesar desse achado, os autores acreditam que a velocidade da atividade ambulatorial é substancialmente menor do que a encontrada em condições laboratoriais. Este fato também se confirma nos estudos de Murtagh et al. (2002), o qual relatou uma velocidade de caminhada rápida cotidiana substancialmente menor do que a encontrada em laboratório ($93,3 \pm 10$ versus $106,6 \pm 10 \text{ m.min}^{-1}$). De acordo com a velocidade média habitual de caminhada de $76,6 \text{ m.min}^{-1}$ encontrada por Melanson et al. (2004), o pedômetro PW apresentou precisão e confiabilidade adequadas para esta velocidade, apresentando-se, portanto, como ferramenta adequada para identificar a contagem de passos nesse grupo etário.

A ausência de outros estudos de validação por critério científico desse equipamento limita a extrapolação de nossos resultados, já que não permite comparação entre diferentes protocolos e amostras. Novos estudos de validação do pedômetro PW encontram-se em desenvolvimento, envolvendo condições de vida cotidiana e

população infantil. São sugeridos novos estudos de validação do pedômetro PW, em diferentes amostras, idades e velocidades, a fim de se obter indicadores de sua utilidade como sensor de movimento eficaz na contagem de passo em distintas populações.

CONCLUSÕES

Pesquisadores, epidemiologistas e praticantes de caminhada, que utilizam de pedômetros para quantificar o nível de AF habitual, devem estar cientes dos diferentes graus de precisão encontrados nas inúmeras marcas e modelos de pedômetros atualmente disponíveis no mercado.

Os resultados do presente estudo sugerem que a validade e a precisão do pedômetro PW são diretamente afetados pela velocidade de caminhada selecionada. Sua precisão e reprodutibilidade em baixa velocidade de caminhada, que pode ser característica da população idosa ou indivíduos com alguma limitação, devem ser consideradas cuidadosamente. No entanto, para indivíduos sem limitações, que caminham em velocidade próxima a 67 m.min^{-1} , este dispositivo se apresenta como instrumento adequadamente válido e confiável para a contagem de passos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFUSO, O.; STEVENS, J.; CATELLIER, D.; MCMURRAY, R. G.; WARD, D. S.; LYTLE, L.; SOTHERN, M. S.; YOUNG, D. R. Validity of self-reported leisure-time sedentary behavior in adolescents. **Journal of Negative Results in BioMedicine**, v. 10, p. 2, 2011.

AMORIM, P. R. S.; HILLS, A. P.; BYRNE, N. M. Treadmill adaptation and verification of self-selected walking speed: A protocol for children. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 80, n. 2, p. 380-385, 2009.

BAKER, G.; GRAY, S. R.; WRIGHT, A.; FITZSIMONS, C.; NIMMO, M.; LOWRY, R.; MUTRIE, N. The effect of a pedometer-based community walking intervention "Walking for Wellbeing in the West" on physical activity levels and health outcomes: a 12-week randomized controlled trial. **International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity**, v. 5, p. 44, 2008.

BASSETT, D. R., JR.; AINSWORTH, B. E.; LEGGETT, S. R.; MATHIEN, C. A.; MAIN, J. A.; HUNTER, D. C.; DUNCAN, G. E. Accuracy of five electronic pedometers for measuring distance walked. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 28, n. 8, p. 1071-1077, 1996.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307-310, 1986.

CHEN, K. Y.; BASSETT, D. R., JR. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 11 Suppl, p. S490-500, 2005.

CORDER, K.; BRAGE, S.; EKELUND, U. Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 10, n. 5, p. 597-603, 2007.

CROUTER, S. E.; SCHNEIDER, P. L.; BASSETT, D. R., JR. Spring-levered versus piezo-electric pedometer accuracy in overweight and obese adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 10, p. 1673-1679, 2005.

CROUTER, S. E.; SCHNEIDER, P. L.; KARABULUT, M.; BASSETT, D. R., JR. Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1455-1460, 2003.

DAS, P.; HORTON, R. Rethinking our approach to physical activity. **Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 189-190, 2012.

DE COCKER, K. A.; DE MEYER, J.; DE BOURDEAUDHUIJ, I. M.; CARDON, G. M. Non-traditional wearing positions of pedometers: Validity and reliability of the Omron HJ-203-ED pedometer under controlled and free-living conditions. **Journal of Science & Medicine in Sport**, v. 15, n. 5, p. 418-424, 2012.

FEITO, Y.; BASSETT, D. R.; THOMPSON, D. L. Evaluation of activity monitors in controlled and free-living environments. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 44, n. 4, p. 733-741, 2012a.

FEITO, Y.; BASSETT, D. R.; THOMPSON, D. L.; TYO, B. M. Effects of body mass index on step count accuracy of physical activity monitors. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 9, n. 4, p. 594-600, 2012b.

FITZSIMONS, C. F.; BAKER, G.; GRAY, S. R.; NIMMO, M. A.; MUTRIE, N. Does physical activity counselling enhance the effects of a pedometer-based intervention over the long-term: 12-month findings from the Walking for Wellbeing in the west study. **BMC Public Health**, v. 12, n. 1, p. 206, 2012.

FOSTER, R. C.; LANNINGHAM-FOSTER, L. M.; MANOHAR, C.; MCCRADY, S. K.; NYSSE, L. J.; KAUFMAN, K. R.; PADGETT, D. J.; LEVINE, J. A. Precision and accuracy of an ankle-worn accelerometer-based pedometer in step counting and energy expenditure. **Preventive Medicine**, v. 41, n. 3-4, p. 778-783, 2005.

HALLAL, P. C.; BAUMAN, A. E.; HEATH, G. W.; KOHL, H. W., 3RD; LEE, I. M.; PRATT, M. Physical activity: more of the same is not enough. **Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 190-191, 2012.

HASSON, R. E.; HALLER, J.; POBER, D. M.; STAUDENMAYER, J.; FREEDSON, P. S. Validity of the Omron HJ-112 pedometer during treadmill walking. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 4, p. 805-809, 2009.

HATANO, Y. Use of the pedometer for promoting daily walking exercise. **Journal of the International Council for Health, Physical Education, & Recreation**, v. 29, n. 4, p. 4-8, 1993.

HEESCH, K. C.; DINGER, M. K.; MCCLARY, K. R.; RICE, K. R. Experiences of women in a minimal contact pedometer-based intervention: a qualitative study. **Women Health**, v. 41, n. 2, p. 97-116, 2005.

KARABULUT, M.; CROUTER, S. E.; BASSETT, D. R., JR. Comparison of two waist-mounted and two ankle-mounted electronic pedometers. **European Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 4, p. 335-343, 2005.

LE MASURIER, G. Pedometer sensitivity and specificity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 2, p. 346; author reply 347, 2004.

LEE, I. M.; SHIROMA, E. J.; LOBELO, F.; PUSKA, P.; BLAIR, S. N.; KATZMARZYK, P. T. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. **Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 219-229, 2012.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign, Human Kinetics Books, 1988.

MCCLUNG, C. D.; ZAHIRI, C. A.; HIGA, J. K.; AMSTUTZ, H. C.; SCHMALZRIED, T. P. Relationship between body mass index and activity in hip or knee arthroplasty patients. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 18, n. 1, p. 35-39, 2000.

MELANSON, E. L.; KNOLL, J. R.; BELL, M. L.; DONAHOO, W. T.; HILL, J. O.; NYSSE, L. J.; LANNINGHAM-FOSTER, L.; PETERS, J. C.; LEVINE, J. A. Commercially available pedometers: considerations for accurate step counting. **Preventive Medicine**, v. 39, n. 2, p. 361-368, 2004.

MEROM, D.; RISSEL, C.; PHONGSAVAN, P.; SMITH, B. J.; VAN KEMENADE, C.; BROWN, W. J.; BAUMAN, A. E. Promoting walking with pedometers in the community: the step-by-step trial. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 32, n. 4, p. 290-297, 2007.

MURTAGH, E. M.; BOREHAM, C. A.; MURPHY, M. H. Speed and exercise intensity of recreational walkers. **Preventive Medicine**, v. 35, n. 4, p. 397-400, 2002.

PEDERSEN, B. K.; SALTIN, B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 16 Suppl 1, p. 3-63, 2006.

RYAN, C. G.; GRANT, P. M.; TIGBE, W. W.; GRANAT, M. H. The validity and reliability of a novel activity monitor as a measure of walking. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 9, p. 779-784, 2006.

SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; BASSETT, D. R. Pedometer measures of free-living physical activity: comparison of 13 models. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 2, p. 331-335, 2004.

SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; LUKAJIC, O.; BASSETT, D. R., JR. Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 10, p. 1779-1784, 2003.

SIEBELING, L.; WIEBERS, S.; BEEM, L.; PUHAN, M. A.; TER RIET, G. Validity and reproducibility of a physical activity questionnaire for older adults: questionnaire versus accelerometer for assessing physical activity in older adults. **Clinical Epidemiology**, v. 4, p. 171-180, 2012.

SWARTZ, A. M.; BASSETT, D. R., JR.; MOORE, J. B.; THOMPSON, D. L.; STRATH, S. J. Effects of body mass index on the accuracy of an electronic pedometer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 8, p. 588-592, 2003.

TUDOR-LOCKE, C.; CRAIG, C. L.; BROWN, W. J.; CLEMES, S. A.; DE COCKER, K.; GILES-CORTI, B.; HATANO, Y.; INOUE, S.; MATSUDO, S. M.; MUTRIE, N.; OPPERT, J. M.; ROWE, D. A.; SCHMIDT, M. D.; SCHOFIELD, G. M.; SPENCE, J. C.; TEIXEIRA, P. J.; TULLY, M. A.; BLAIR, S. N. How many steps/day are enough? For adults. **International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity**, v. 8, p. 79, 2011.

TUDOR-LOCKE, C.; WILLIAMS, J. E.; REIS, J. P.; PLUTO, D. Utility of pedometers for assessing physical activity: convergent validity. **Sports Medicine**, v. 32, n. 12, p. 795-808, 2002.

TUDOR-LOCKE, C. E.; MYERS, A. M. Methodological considerations for researchers and practitioners using pedometers to measure physical (ambulatory) activity. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 72, n. 1, p. 1-12, 2001.

CAPÍTULO 3

VALIDADE E CONFIABILIDADE DO PEDÔMETRO POWER WALKER® EM CONDIÇÕES DE COTIDIANO

Capítulo 3: Validade e confiabilidade do pedômetro Power Walker® em condições de cotidiano

RESUMO

Introdução: Pedômetros são sensores de movimentos que realizam a contagem de passos, sendo instrumentos usualmente empregados para a avaliação do nível de atividade física habitual. **Objetivos:** Avaliar a validade, variabilidade, precisão e reprodutibilidade do pedômetro *Power Walker*® – 610 (Yamax, Japão) (PW) na contagem do número de passos em situações de cotidiano, tendo como critério a utilização do pedômetro *Digi-Walker*® SW-200 (Yamax, Japão) (DW). **Métodos:** Foram avaliados 40 voluntários com idades entre 40 e 59 anos ($49,9 \pm 5,5$ anos), sendo 32 homens e 8 mulheres. Os sujeitos utilizaram os pedômetros por oito dias consecutivos, mantendo sua rotina de atividades diária inalterada. Cada sujeito deveria colocar ambos os pedômetros ao despertar e utilizar a maior quantidade de tempo possível. A retirada dos pedômetros foi orientada para atividades aquáticas, ciclismo e durante o sono. Ao final de cada dia os participantes retiravam os pedômetros e inseriam os dados em uma ficha. Foi excluído das análises o primeiro dia de coleta, utilizou-se teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a distribuição dos dados, teste t pareado, coeficiente de correlação intraclassa (CCI), coeficiente de variabilidade (CV), diagrama de Bland-Altman e escore de diferenças. Anova One Way foi utilizada para analisar o Efeito Hawthorne e CCI de todas possíveis combinações de dias da semana para estimar a quantidade mínima de dias necessária para obter medida confiável do nível de AF. **Resultados:** Foram encontradas diferenças significativas entre as contagens de passos registradas por ambos os pedômetros na maioria dos dias. A média da contagem de passos semanal produzida pelo PW (11.554 ± 6.839 passos) foi estatisticamente maior em comparação com o DW (9.881 ± 5.585 passos). Considerando a média de sete dias, o PW superestimou em 1.673 passos a contagem do DW. Foram encontrados elevados valores de CCI para todos os dias de coleta, com variação entre 0,778 (IC_{95%}: 0,568 – 0,886) e 0,919 (IC_{95%}: 0,840 – 0,958). Ambos os pedômetros apresentaram elevados valores de CV, provavelmente devido à variabilidade das atividades individuais. **Conclusão:** Os resultados do estudo indicam elevada concordância entre o PW e o método critério.

Palavras – chave: Validação, pedômetro, cotidiano, caminhada.

Chapter 3: Validity and reliability of the Power Walker[®] pedometer in free-living conditions

ABSTRACT

Introduction: Pedometers are motion sensors that perform the daily step count, being instruments usually used to assess the level of habitual physical activity. **Objectives:** To evaluate the validity, the variability, the precision and the reproducibility of the *Power Walker[®] – 610* pedometer (Yamax, Japan) (PW) in the count of the number of steps in daily situations, having as criterion measure the utilization of the pedometer *Digi-Walker[®] SW-200* pedometer (Yamax, Japan) (DW). **Methods:** Were evaluated 40 volunteers ageing between 40 and 59 ($49,9 \pm 5,5$ years), being 32 men and 8 women. The subjects were instructed to use the pedometers during eight consecutive days, keeping their daily routine unchanged. Each subject should put on both pedometers, in its pre-established position, when awakening, and utilize for the longest time possible throughout the day. The removal of the pedometers was oriented for aquatic and cycling physical activity, and during sleep. In the end of each day the participants removed the pedometers and inserted the data in a registry file. The first day of collection was excluded from analysis, the Kolmogorov-Smirnov test was used to verify the distribution of the data, Test T paired, Coefficient of Correlation Interclass (CCI), Coefficient of Variability (CV), diagram of Bland-Altman and score of differences. Anova One Way was used to analyze the Hawthorne Effect and CCI of all possible combinations of week days to estimate the minimum quantity of days necessary to obtain a reliable level of PA. **Results:** Significant differences were found between the counts of the steps recorded by both pedometers in most days of the week. The count of the steps produced by the PW pedometer (11.554 ± 6.839 steps) was statistically bigger in comparison to the DW (9.881 ± 5.585 steps). Considering the average of seven days, the PW overestimated in 1.673 steps the count of the DW. High levels of CCI were found in every day of data collection, with variations between 0.778 (IC_{95%}: 0.568 – 0.886) and 0.919 (IC_{95%}: 0.840 – 0.958). Both pedometers showed high levels of CV, fact that is probably associated to a considerable variability of the daily individual activities. **Conclusion:** The results of the study indicate a high agreement between the PW pedometer and the criterion method used.

Key –words: Validation, pedometer, free-living, walk.

INTRODUÇÃO

A prática habitual de atividade física (AF) é reconhecida como importante componente relacionado ao estilo de vida saudável (WHO, 2005). Estudos têm confirmado que os benefícios da AF em morbidades como a obesidade podem ser alcançados independentemente da intensidade do esforço físico. Assim, a manutenção de um estilo de vida ativo, por intermédio da prática regular de qualquer tipo de AF, pode prevenir o desenvolvimento de algumas doenças (THOMPSON et al., 2004; LAKKA et al., 2003).

Devido à associação entre AF e prevenção de morbidades, a mensuração adequada da AF torna-se uma condição indispensável para estabelecer sua relação de dose-resposta com o estado de saúde do indivíduo (CHEN e BASSETT, 2005). Com esse propósito, as técnicas que se dedicam a avaliação da AF se agrupam em três grupos: métodos padrões de critérios, que incluem observação direta, água duplamente marcada e calorimetria indireta; técnicas objetivas, que abrangem frequência cardíaca e sensores de movimentos; e técnicas subjetivas, composta por questionários e diários (SIRARD e PATE, 2001).

Dentre esses métodos, sensores de movimentos são aparelhos especializados na identificação de movimentos do corpo com estimativas do gasto energético associado à AF. Recentes avanços tecnológicos na fabricação desses sensores de movimento têm garantido a capacidade de reduzir potenciais viés associados a outras técnicas de mensuração, o que possibilita uma medida mais precisa e confiável dos padrões de AF (BEHRENS e DINGER, 2011).

Entre os sensores de movimentos, pedômetros tornaram-se ferramentas adequadas para monitoração da AF ambulatorial em diferentes populações (TUDOR-LOCKE et al., 2011a). Consistem em método atrativo por prover uma mensuração objetiva de baixo custo, precisa e confiável de atividades ambulatoriais, mediante a contagem do número de passos diários, incluindo atividades ocupacionais, recreativas e habituais, bem como atividades ambulatoriais cotidianas (HORNBUCKLE et al., 2005).

Pedômetros são equipamentos de pequeno porte, de baixo peso, não obstrutivos, tipicamente utilizados no quadril (DE COCKER et al., 2012) e de fácil manuseio (RYAN et al., 2006), os quais têm sido amplamente utilizados em estudos populacionais e de intervenção (FITZSIMONS et al., 2012; MEROM et al., 2007; HEESCH et al., 2005), que objetivam promover e monitorar o alcance das atuais recomendações de 10.000 passos diários (TUDOR-LOCKE et al., 2011b).

Devido aos seus atributos, o uso do pedômetro como dispositivo para promoção da prática de AF tem extrapolado o domínio acadêmico e alcançando a literatura popular. Concomitantemente com a popularização dos pedômetros, uma explosão de novas marcas e modelos tem sido introduzidos no mercado (TUDOR-LOCKE et al., 2006), com diferentes mecanismos internos e parâmetros de sensibilidade (SCHNEIDER et al., 2003).

A sensibilidade do pedômetro refere-se à aceleração vertical mínima necessária a ser atingida para a contagem de passos (SCHNEIDER et al., 2003). Esse parâmetro reflete diretamente na precisão do equipamento, podendo subestimar ou superestimar a contagem final de passos em função de um maior ou menor limiar de sensibilidade, respectivamente. Tal viés pode influenciar a avaliação e prescrição quanto o volume de caminhada de uma determinada população.

Quanto ao mecanismo interno utilizado, alguns dispositivos, como o pedômetro Digi-Walker® SW-200 (*Yamax Corporation, Tokyo, Japão*) (DW), amplamente validado como ferramenta adequada para contagem de passos (TUDOR-LOCKE et al., 2006; SCHNEIDER et al., 2004; LE MASURIER e TUDOR-LOCKE, 2003; SCHNEIDER et al., 2003) e frequentemente utilizado em estudos de avaliação do nível de AF (STOVITZ et al., 2005; SWARTZ et al., 2003; TUDOR-LOCKE et al., 2002b), utiliza mecanismo interno de mola suspensa por braço de alavanca que se move horizontalmente em resposta a aceleração vertical do quadril, tendo ao final do sistema o passo registrado (HASSON et al., 2009; SCHNEIDER et al., 2003).

Outros pedômetros, recentemente introduzidos no mercado utilizam mecanismo tipo acelerômetro, com uso de elemento piezoelétrico para detectar a aceleração vertical e registrar o passo (HASSON et al., 2009; SCHNEIDER et al., 2004). Um modelo de pedômetro que utiliza esse mecanismo é o Power Walker® - 610 (*Yamax Corporation, Tokyo, Japão*) (PW), sucessor do pedômetro DW, o qual possui acelerômetro em três direções, e precisão de $\pm 5\%$ de acordo com o fabricante. Entretanto, até onde se pode verificar, existe uma lacuna na validação do pedômetro PW por critério científico. Assim, o presente trabalho permitirá a avaliação científica sobre a qualidade desse pedômetro de forma que seu uso possa ou não ser recomendado.

Durante a última década, têm crescido na literatura científica estudos que avaliam a acurácia e a confiabilidade desses novos dispositivos de mensuração da atividade ambulatorial (FEITO et al., 2012a; FEITO et al., 2012b; BEHRENS e DINGER, 2011; HASSON et al., 2009). Assim, é evidente a importância da análise do desempenho desses aparelhos em condições de cotidiano, a fim de identificar sua

precisão e confiabilidade na contagem de passos diários da população (FEITO et al., 2012a).

Portanto, o principal objetivo do estudo foi determinar a validade, a variabilidade, a precisão e a reprodutibilidade do pedômetro PW na contagem do número de passos em condições de cotidiano. Dentre os objetivos secundários encontram-se a análise do Efeito Hawthorne, fato em que o processo de observação altera o fenômeno observado, e consiste na maior dificuldade na mensuração da AF por meio de métodos objetivos (CORDER et al., 2008). Além disso, buscou-se identificar diferenças entre o nível de AF semanal e de final de semana, e a quantidade mínima de dias semanais suficiente para se obter uma estimativa confiável do nível de AF semanal da amostra.

MÉTODOS

Participantes

Foram convidados a participar do estudo 55 servidores públicos da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. O convite foi realizado mediante a entrega de termo de consentimento livre e esclarecido contendo todas as informações relevantes ao estudo (Apêndice 1).

Confirmaram participação no estudo 40 indivíduos, sendo 32 homens e 8 mulheres, na faixa etária compreendida entre 40 e 59 anos. Adotou-se os seguintes critérios de inclusão: ser servidor de uma instituição pública de ensino e se comprometer em seguir as recomendações de utilização dos equipamentos. Foram excluídos da amostra os indivíduos que não apresentaram as contagens de passos de ambos os pedômetros durante o período de estudo. Todos os participantes foram voluntários e suas informações de caráter pessoal foram preservadas. O protocolo de estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, sob o protocolo de número 042/2011.

Procedimentos Experimentais

Antes da entrega dos pedômetros, peso corporal e estatura foram mensurados mediante utilização de balança digital e estadiômetro (2096PP, Toledo, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil), de acordo com protocolo descrito por Lohman et al. (1988). Posteriormente, calculou-se o Índice de Massa Corporal (IMC), razão entre as medidas de peso corporal expresso em quilogramas e estatura expressa em metros ao

quadrado. Para estimativa da proporção de gordura corporal utilizou-se escaneamento de corpo inteiro por meio da absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA) (LUNAR, GE, software Encore versão 13.31, Madison, WI, EUA).

Previamente ao início do experimento, os participantes receberam instruções de uso de ambos os pedômetros e foram submetidos a um período de familiarização com os equipamentos. Em seguida, os participantes receberam uma unidade do pedômetro PW e outra do pedômetro DW, sendo o último utilizado como método critério para a contagem do número de passos (Schneider et al., 2004), devido sua elevada validade e confiabilidade registradas em outros estudos quando comparado a acelerômetros (BEHRENS e DINGER, 2011; LE MASURIER et al., 2004; BASSETT et al., 2000).

Os participantes receberam uma ficha explicativa de utilização de ambos os equipamentos (Apêndice 2) e foram orientados a utilizar ambos os pedômetros durante um período de oito dias ininterruptos, incluindo final de semana e compreendendo uma semana habitual, mantendo sua rotina de atividades inalterada. Mesmo considerando não haver diferenças na quantidade de passos registrada em decorrência do lado de fixação do equipamento (CROUTER et al., 2003; SCHNEIDER et al., 2003), foi padronizada a utilização dos pedômetros PW e DW do lado direito do corpo. Ambos os aparelhos foram fixados no cós ou no bolso da calça, em posição padronizada na linha média da coxa, próximo à crista ilíaca, evitando que os aparelhos se posicionassem a um ângulo de 45°, de acordo com as instruções de uso do fabricante.

Os participantes foram instruídos a colocar ambos os pedômetros simultaneamente ao despertar e utiliza-los o maior tempo possível durante o dia. A remoção de ambos os equipamentos foi orientada em circunstâncias em que sua utilização não fosse viável, como em atividades aquáticas, durante o banho ou sono; e em atividades que envolvessem deslocamento por meio de motos e bicicletas, situação em que a validade dos pedômetros DW e PW pode ser comprometida pela vibração e aceleração vertical característica dessas atividades (FEITO et al., 2012a).

Ao final de cada dia de coleta, antes de se recolher para dormir, os participantes foram orientados a remover simultaneamente os pedômetros, armazenar a contagem final de passos registrada por cada aparelho em uma ficha de registros (Apêndice 3) e, em seguida, zerar manualmente o visor dos pedômetros. Além disso, ao amanhecer, prévio a sua fixação, os indivíduos deveriam confirmar se o visor de cada pedômetro estava zerado, evitando acúmulo de passos de um dia para o outro. Apesar de o pedômetro PW dispor de função de memória com capacidade para armazenar informações de até sete dias e zeragem automática às 2:00am, adotou-se a metodologia

de armazenamento manual de dados devido a duração de oito dias do estudo, considerando que os dados armazenados no pedômetro são sucessivamente substituídos após sete dias de coleta, e a fim de evitar eventual perda de dados em casos de perda do pedômetro ou demora na entrega do dispositivo. Durante a coleta, um pesquisador foi responsável em contatar os participantes, por meio de telefonemas, e-mails e mensagens via celular, a fim de instruí-los quanto ao uso dos aparelhos e minimizar possível esquecimento.

Tratamento Estatístico

Em todas as análises o primeiro dia de coleta foi excluído e utilizou-se teste de Kolmogorov-Smirnov para confirmar a normalidade de distribuição e estatística descritiva para os dados em geral. Análise do Efeito Hawthorne foi realizada considerando a ordem de dias de uso dos pedômetros, do primeiro ao sétimo dia, independentemente dos tipos de dias da semana (ex. domingo, segunda-feira, terça-feira). Utilizou-se Anova One-Way a fim de determinar diferenças entre o primeiro e os demais seis dias de uso do dispositivo. Após a análise, os dados foram organizados de acordo com a sequência de dias da semana (ex., domingo, segunda-feira, terça-feira, etc.) para as demais avaliações. Anova One Way foi utilizada para verificar diferenças entre o nível de AF semanal e de final de semana. Teste t de Student pareado foi utilizado para detectar diferenças estatísticas na contagem de passos registrada entre os pedômetros PW e DW. O teste de Bland-Altman (1986) foi empregada para verificar a validade e coeficiente de variabilidade (CV) para verificar a variabilidade dos dados. A precisão do PW foi estimada mediante o cálculo do escore de diferença para cada par de dados (contagem de passos PW – contagem de passos DW) e comparado à zero. Escore de diferenças igual à zero aponta similaridade entre PW e DW, enquanto escores negativos ou positivos indicam subestimativa ou superestimativa do PW, respectivamente. Para análise de reprodutibilidade do pedômetro PW utilizou-se o coeficiente de correlação intraclass (CCI) entre os pedômetros PW e DW de acordo com os tipos dias da semana. Para análise da quantidade mínima de dias suficientes para monitorar o nível de AF da população do estudo utilizou-se do CCI para combinação de dias (ex., 2 dias combinados, 3 dias combinados, etc.). Assim, foram realizadas 120 análises para cada um dos pedômetros PW e DW, contendo 21 combinações para 2 dias, 35 combinações para 3 e 4 dias, 21 combinações para 5 dias, 7 combinações para 6 dias e, finalmente uma combinação critério para o total de 7 dias avaliados. Como valor usual desejado para múltiplos dias de monitoração foi aceito $CCI = 0,80$, considerando

que valores superiores contribuem pouco para estabelecer a verdadeira relação entre as variáveis (BARANOWSKI e DE MOOR, 2000). Adotou-se nível de significância de até 5% e todas as análises foram realizadas nos programas SPSS para Windows (versão 17.0, Chicago, IL - USA) e MedCalc Statistical Software (versão 9.3).

RESULTADOS

Características gerais dos participantes são exibidas na Tabela 1.

Tabela 1 - Característica dos participantes (média $\pm$ desvio-padrão).

	Homens	Mulheres	Total
Idade (anos)	50,0 $\pm$ 5,5	48,0 $\pm$ 5,2	49,9 $\pm$ 5,5
Peso Corporal (kg)	71,9 $\pm$ 10,7	66,8 $\pm$ 12,1	71,4 $\pm$ 10,8
Estatura (m)	1,7 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	1,7 $\pm$ 0,1
IMC (kg/m²)	25,0 $\pm$ 2,5	25,5 $\pm$ 3,8	25,1 $\pm$ 3,3
Gordura (%)	20,9 $\pm$ 6,9	38,9 $\pm$ 11,7	22,4 $\pm$ 8,6

Na Tabela 2 observam-se dados descritivos relativos aos sete dias da semana quanto à contagem de passos mediante os pedômetros PW e DW para análise do Efeito Hawthorne. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre a contagem de passos observada no primeiro dia e nos demais dias de análise, para ambos os pedômetros PW ($p = 0,783$) e DW ($p = 0,830$).

Tabela 2 - Análise do Efeito Hawthorne com utilização de média $\pm$ desvio-padrão da contagem de passos de acordo com sete dias de uso dos pedômetros PW e DW, independente dos dias da semana.

Dias	PW (passos)	p	DW (passos)	p
1º	11.998 $\pm$ 7.661	-	9.882 $\pm$ 5.223	-
2º	11.558 $\pm$ 6.661	0,191	9.656 $\pm$ 5.814	0,781
3º	11.470 $\pm$ 6.449	0,634	9.901 $\pm$ 5.403	0,982
4º	11.085 $\pm$ 7.846	0,394	9.833 $\pm$ 4.914	0,950
5º	11.531 $\pm$ 6.750	0,724	10.104 $\pm$ 6.646	0,416
6º	10.719 $\pm$ 5.942	0,354	9.043 $\pm$ 4.885	0,409
7º	12.520 $\pm$ 6.563	0,737	10.748 $\pm$ 6.208	0,475

Legenda: PW = Power Walker[®]; DW = Digi-Walker[®]

Da mesma forma, a Tabela 3 apresenta o registro da contagem de passos referente aos dias de semana os quais não foram estatisticamente diferentes da contagem de passos durante o final de semana. Foram encontradas diferenças significativas entre a contagem de passos registrada pelos pedômetros PW e DW para todos os dias da semana, exceto na quarta e quinta-feira. Ainda na Tabela 3 encontram-se os valores de

CV com variação entre 0,50 a 0,63 e 0,49 a 0,61 para os pedômetros PW e DW, respectivamente, e os valores de CCI entre os pedômetros PW e DW de acordo com os dias da semana.

Tabela 3 - Média $\pm$ desvio-padrão da contagem de passos de acordo com os tipos de dias da semana, Coeficiente de Variabilidade (CV) e Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI) para os pedômetros PW e DW.

Dias	PW (passos)	DW (passos)	CV PW	CV DW	CCI(IC _{95%})
Segunda-feira	11.924 $\pm$ 7.548	9.950 $\pm$ 5.978 [†]	0,63	0,60	0,884(0,775-0,887)
Terça-feira	12.349 $\pm$ 6.185	10.541 $\pm$ 5.184 [†]	0,50	0,49	0,825(0,661-0,910)
Quarta-feira	10.077 $\pm$ 6.339	9.537 $\pm$ 5.650	0,62	0,59	0,919(0,840-0,958)
Quinta-feira	12.219 $\pm$ 6.891	10.399 $\pm$ 6.187	0,56	0,59	0,778(0,568-0,886)
Sexta-feira	13.045 $\pm$ 7.863	11.098 $\pm$ 5.471 [†]	0,60	0,49	0,800(0,611-0,897)
Sábado	11.184 $\pm$ 6.824	8.774 $\pm$ 5.189 [†]	0,61	0,59	0,839(0,687-0,917)
Domingo	10.083 $\pm$ 6.222	8.868 $\pm$ 5.434 [†]	0,61	0,61	0,915(0,834-0,956)
Média Semanal	11.554 $\pm$ 6.839	9.881 $\pm$ 5.585 [†]	0,59	0,56	0,851(0,625-0,879)

Legenda: PW = Power Walker[®]; DW = Digi-Walker[®].

[†] Significativamente diferente de PW.

Ao se avaliar a combinação mínima de dias necessários para se obter uma estimativa confiável do nível de AF da população do presente estudo, não foram encontradas combinações de dois dias em que ambos os pedômetros PW e DW apresentaram simultaneamente $CCI \geq 0,80$. Foram necessários o mínimo de três dias para se alcançar o valor mínimo de coeficiente para ambos os pedômetros.

De acordo com a Figura 1, o pedômetro PW superestimou a contagem de passos durante todo o período de análise. Em média, considerando todos os dias de coleta, o pedômetro PW superestimou em 1.673 passos a contagem registrada pelo pedômetro DW.

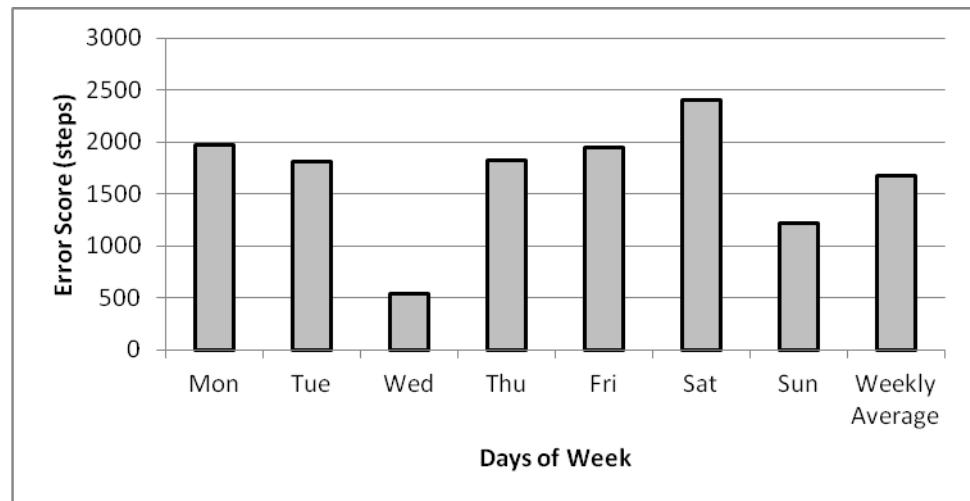


Figura 1 - Escore de diferenças equivalente à contagem de passos registrada pelo pedômetro *Power Walker*® em relação à contagem de passos produzida pelo método critério, de acordo com os dias da semana.

Legenda: Mon = Segunda-Feira; Tue = Terça-Feira; Wed = Quarta-Feira; Thu = Quinta-Feira; Fri = Sexta-Feira; Sat = Sábado; Sun = Domingo.

A Figura 2 apresenta os gráficos de Bland-Altman para cada dia da semana, bem como a média dos dias de coleta. A maior e menor dispersão na plotagem dos dados foi encontrada no sábado e na quarta-feira, tendo como erro padrão da média 2.409 passos ($IC_{95\%}$: -11,262 – 6,443) e 540 passos ($IC_{95\%}$: -6,996 – 5,916).

A)

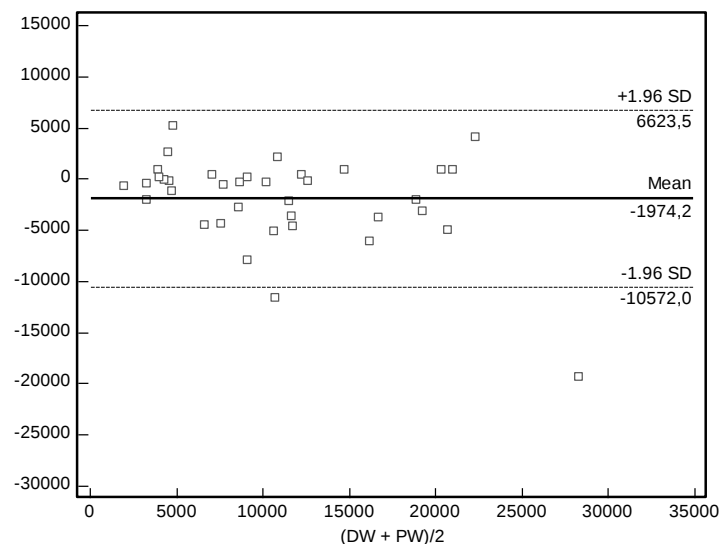
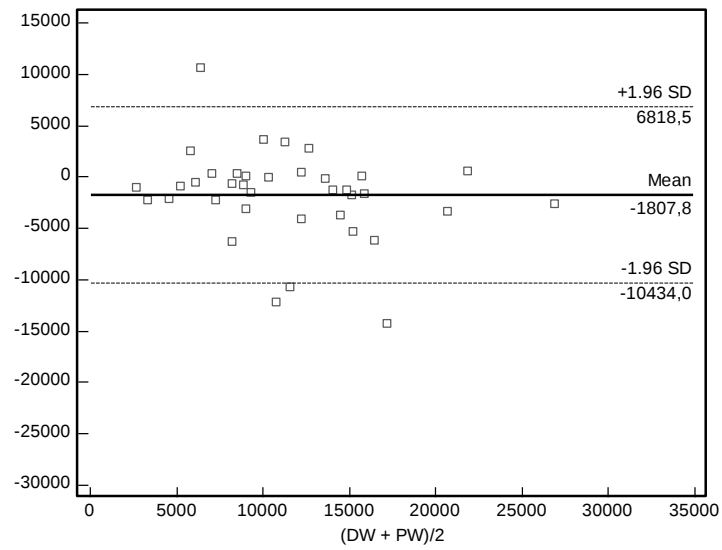
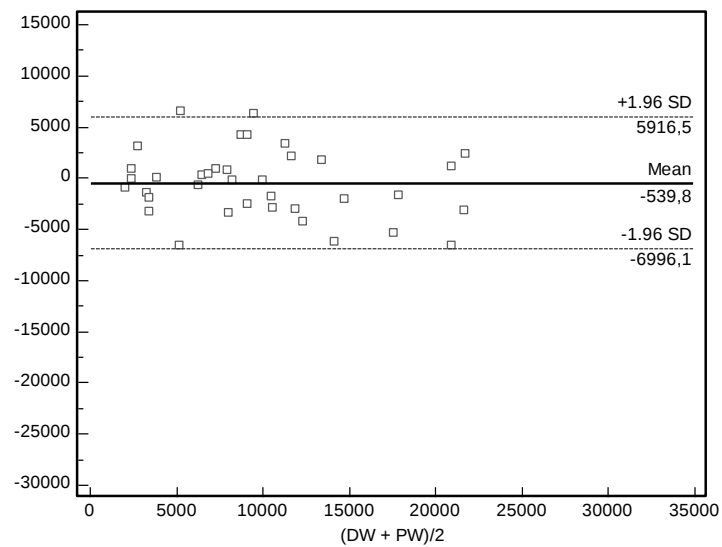


Figura 2. Continuação.

B)



C)



D)

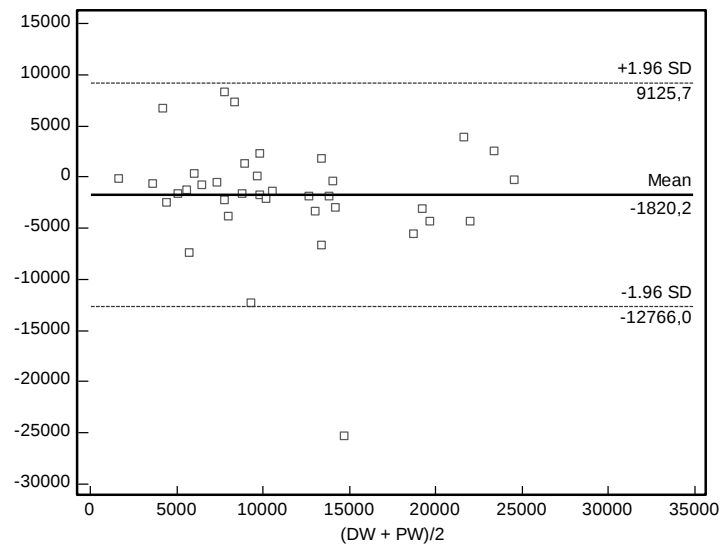
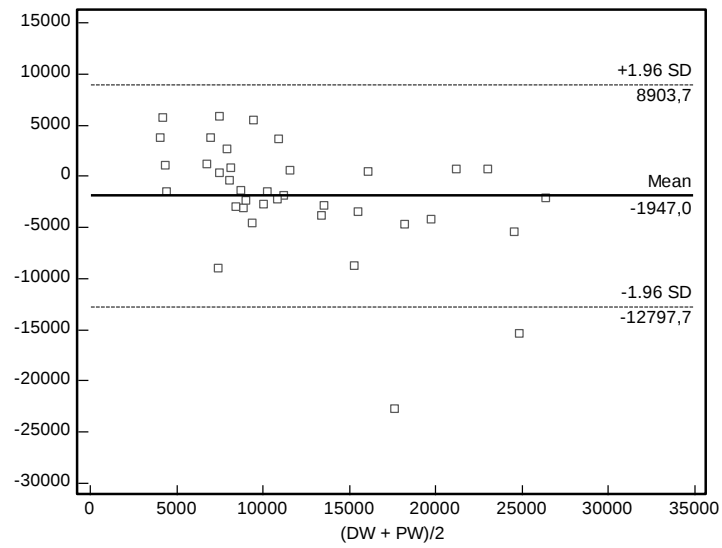
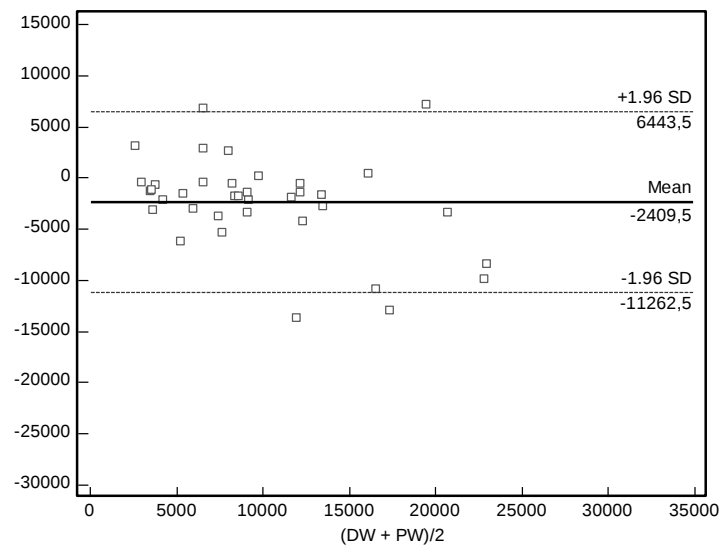


Figura 2. Continuação.

E)



F)



G)

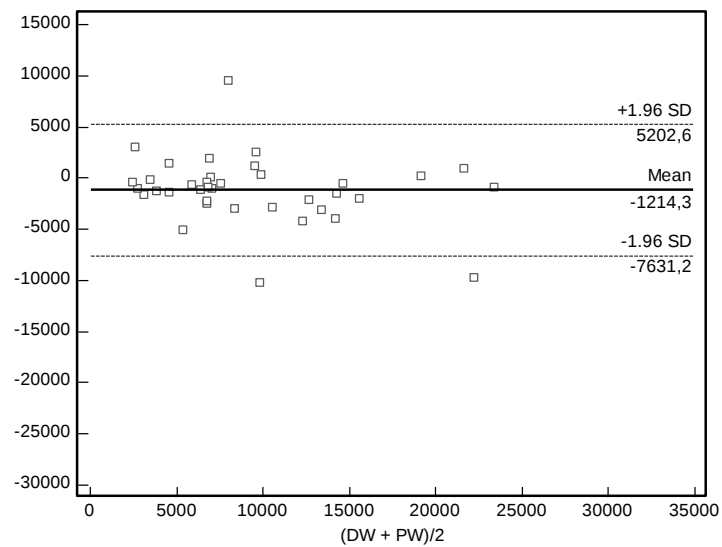


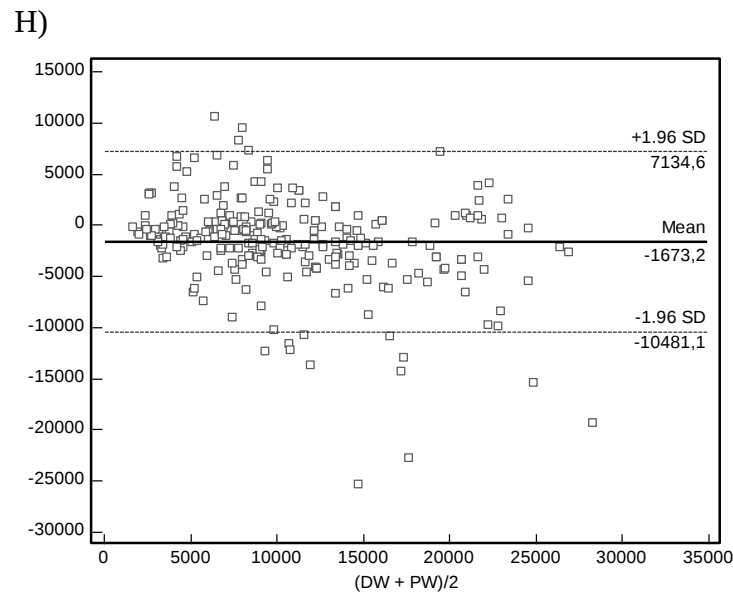
Figura 2. Continuação.

Figura 2 - Plotagem de Bland-Altman de acordo com média semanal. A) Segunda-Feira; B) Terça-Feira; C) Quarta-Feira; D) Quinta-Feira; E) Sexta-Feira; F) Sábado; G) Domingo; H) Média Semanal. *Linha contínua*: Diferença média; *Linha tracejada*: Intervalo de confiança a 95%.

DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo principal analisar a validade, a variabilidade, a precisão e a reprodutibilidade do pedômetro PW em condições de cotidiano durante período de uma semana habitual. Os resultados do estudo confirmam a utilização do PW como instrumento válido para monitoração da AF habitual durante o cotidiano de indivíduos na faixa etária entre 40 e 59 anos. Os achados indicam potencial legitimidade do PW, sugerindo que este pode ser utilizado em protocolos de pesquisa relacionados aos níveis de AF da população, bem como fornecer acompanhamento personalizado ao praticante de AF que deseja monitorar seu volume de AF diária.

Em média, durante uma semana habitual, os participantes caminharam 11.554 ± 6.839 e 9.881 ± 5.585 passos de acordo com os pedômetros PW e DW, respectivamente. Os resultados apontaram diferença significativa entre a contagem de passos registrada pelo pedômetro PW e pelo método critério quando analisados a média semanal e os dias da semana, com exceção de quarta e quinta-feira, em que não foram encontradas diferenças significativas (Tabela 3). Esses resultados devem ser analisados com cautela devido ao elevado grau de reprodutibilidade do pedômetro PW encontrado a partir da análise do CCI entre os dispositivos. Durante os dias da semana, os valores do CCI

variaram entre 0,778 (IC_{95%}: 0,568 – 0,886) e 0,919 (IC_{95%}: 0,840 – 0,958), com média semanal de 0,851 (IC_{95%}: 0,625 – 0,879). Esses valores confirmam o elevado grau de concordância encontrado entre os aparelhos, e indica boa confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados obtidos entre os sensores de movimentos utilizados (Tabela 3). Valores maiores de CCI foram encontrados no estudo de Faria et al. (2011) utilizando o pedômetro PW em condições laboratoriais, em que o CCI alcançou 0,97. Entretanto, a avaliação do CCI do PW em esteira (CANABRAVA et al., 2011), indicaram baixos valores (CCI = 0,35 (IC_{95%}: 0,14 – 0,63)) durante caminhada a 33 e 50 m.min⁻¹. É provável que velocidades de caminhada abaixo do ritmo habitual possam produzir alterações biomecânicas durante a marcha que, em última instância, afeta a acurácia do pedômetro. Dessa forma, uma das possíveis explicações para a diferença estatística registrada na contagem de passos entre ambos os pedômetros pode ser o menor tamanho da amostra do estudo, e não pela ineficiência do pedômetro PW para registro da contagem de passos.

Foram observados elevados valores de CV para ambos os pedômetros, variando entre 0,50 a 0,63 e 0,49 a 0,61% para PW e DW, respectivamente. Provavelmente esses valores de CV foram determinados pelas condições de cotidiano em que a AF foi monitorada, situações passíveis de extrema mudança (TRYON et al., 1991), e não pela variabilidade intrínseca aos equipamentos. Variação no cotidiano é casual e esperada; logo, esses valores não devem ser atribuídos ao desempenho inadequado dos instrumentos, mas consistentes com alterações na rotina das atividades humanas, que acontecem durante o cotidiano do trabalho, finais de semana e envolvimento em atividades variadas ao longo do dia. Estudo de validação do pedômetro PW, sob condições controladas envolvendo caminhada de 200 m, encontrou baixo CV do aparelho, com 11,1% de variabilidade média (FARIA et al., 2011). Esse resultado reforça a hipótese de maior variabilidade intrínseca a condição do estudo, apesar do provável baixo CV do equipamento.

O maior e menor escore de diferenças registrados foram encontrados durante o sábado e a quarta-feira, com escores de +2.409 e +540 passos, respectivamente (Figura 1). A adaptação ao novo instrumento no cotidiano dos indivíduos pode ter sido fator determinante no escore de diferenças, com média semanal de +1.673 passos. Apesar do período de familiarização de um dia descrito no protocolo de estudo, alguns participantes relataram dificuldades em se familiarizar com as instruções do instrumento durante alguns dias de uso. Esse período de adequação aos pedômetros pode ter ocasionado determinados erros de utilização, como o uso durante atividades que

envolvem deslocamento por meio de moto e bicicleta, o que pode ter comprometido o desempenho dos sensores. É válido ressaltar que o pedômetro PW superestimou a contagem de passos durante todos os dias de coleta, o que pode sugerir maior sensibilidade (menor limiar de força necessário para registrar um passo) do PW comparado ao DW. Os fabricantes do pedômetro DW relatam que seu limiar de sensibilidade é equivalente a 0,35-g, forças inferiores a este limiar não deverão registrar a contagem de passos (TUDOR-LOCKE et al., 2002a). Informações a respeito do limiar do PW não são disponíveis, entretanto, a superestimativa da contagem de passos durante o período de coleta sugere que o PW possui maior sensibilidade, alcançada a partir da redução do limite para contagem de passos. Menor limiar de contagem de passos poderia aumentar a precisão dos resultados em situações que possa existir comprometimento no desempenho de pedômetros com elevado limiar de sensibilidade, como uma caminhada em ritmo lento. Entretanto, essa melhor capacidade de registrar passos em baixas velocidades de caminhada afetaria a especificidade do pedômetro em condições de cotidiano, com aumento significativo no registro de falsos negativos (LE MASURIER, 2004).

Atualmente, pesquisadores têm buscado maximizar o potencial de confiabilidade de seus resultados mediante menor esforço dos participantes. Assim, determinar a quantidade mínima de dias necessários para monitoração da AF que possa representar a rotina habitual de atividades do indivíduo tem se tornado foco de pesquisas (BARANOWSKI et al., 2008). Nessa perspectiva e em concordância com Tudor-Locke (2005), nosso estudo sugere que três dias de avaliação mediante a utilização de pedômetros são suficientes para se obter uma medida confiável do nível de AF da população em estudo. No presente estudo foram consideradas adequadas às combinações de dias da semana em que ambos os pedômetros apresentaram, simultaneamente, valores de CCI $\geq 0,80$. É reconhecida a premissa de que a variabilidade diminua com o aumento do intervalo de dias analisados, entretanto, a fim de reduzir o incomodo do participante e os custos da pesquisa (TUDOR-LOCKE et al., 2005), e assumindo que valores de CCI acima de 0,80 acrescentam pouco na relação entre as variáveis (BARANOWSKI e DE MOOR, 2000), torna-se viável a utilização da combinação mínima de três dias específicos necessários para monitoração do nível de AF. Esses achados devem ser generalizados para populações com características similares as do presente estudo, devendo ser considerados com cautela em outras populações, sendo necessários estudos de reprodutibilidade em amostras com características distintas.

Quando analisado a possível existência do Efeito Hawthorne, considerando sete dias de avaliação independente dos dias da semana, não foram encontradas diferenças entre o primeiro e os demais dias de coleta, resultado confirmado por ambos os pedômetros (Tabela 2). Dessa forma, descarta-se a presença do Efeito Hawthorne na amostra envolvida no estudo. Provavelmente, a rígida rotina de trabalho e o pouco tempo dedicado às atividades extra-laborais diminuíam a possibilidade de alteração do cotidiano, como pode acontecer em outras amostras com rotinas cotidianas mais flexíveis, como estudantes e aposentados. Também não foram encontradas diferenças significativas na contagem de passos registrada entre os dias de semana e dias de final de semana por ambos os pedômetros (Tabela 3). Possivelmente, este fato também foi influenciado pela faixa etária abordada no estudo que mantém preservado o cotidiano de atividades.

Na última década, inúmeros pesquisadores têm destinado grande atenção à validação de pedômetros como instrumentos de avaliação da AF de fácil manuseio e baixo custo em situações de cotidiano, envolvendo vários estratos etários e dias de acompanhamento (FEITO et al., 2012a; BEHRENS e DINGER, 2011; CUBEREK et al., 2010; TUDOR-LOCKE et al., 2006; LE MASURIER et al., 2004; SCHNEIDER et al., 2004). Entretanto, nenhum estudo antecessor analisou esses parâmetros no pedômetro PW. De maneira geral, os resultados do presente estudo indicam que o PW constitui-se em valiosa ferramenta de monitoração da AF cotidiana da população. Os elevados valores de concordância encontrados entre os métodos confirmam a satisfatória confiabilidade e reprodutibilidade da contagem do número de passos registrada pelo PW.

A ausência de estudos a respeito do pedômetro PW limitam as comparações dos resultados encontrados no presente estudo. São sugeridos novos estudos de validação do PW, envolvendo outros estratos etários em atividades de cotidiano, bem como estudos controlados que reforcem nossos achados. A principal limitação do estudo incide na utilização de um modelo de pedômetro específico como método critério da contagem de passos. É provável que a utilização de um acelerômetro como padrão de critério fornecesse dados mais fidedignos sobre a medida da AF. Contudo a escolha do pedômetro DW como critério foi intencional em função de sua grande aceitabilidade (TUDOR-LOCKE et al., 2006; STOVITZ et al., 2005; SCHNEIDER et al., 2004; LE MASURIER e TUDOR-LOCKE, 2003; SWARTZ et al., 2003; SCHNEIDER et al., 2003; TUDOR-LOCKE et al., 2002b), pelos resultados produzidos por esse instrumento quando comparado a acelerômetros (BEHRENS e DINGER, 2011; LE MASURIER et

al., 2004; BASSETT et al., 2000) e pelo interesse na medida das atividades ambulatoriais, característica principal do instrumento utilizado como critério.

CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo indicam elevada concordância entre o pedômetro PW e o método critério utilizado, fato que confirma a validade e precisão deste equipamento na monitoração do número de passos diários. Além disso, foi constatado que, para a amostra do presente estudo, um mínimo de três dias específicos de acompanhamento são necessários para se estimar o nível de AF habitual. Conclui-se que o pedômetro PW apresenta-se como instrumento adequado para contagem do número de passos em condições de cotidiano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARANOWSKI, T.; DE MOOR, C. How many days was that? Intra-individual variability and physical activity assessment. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 71, n. 2 Suppl, p. S74-78, 2000.

BARANOWSKI, T.; MASSE, L. C.; RAGAN, B.; WELK, G. How many days was that? We're still not sure, but we're asking the question better! **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 7 Suppl, p. S544-549, 2008.

BASSETT, D. R., JR.; AINSWORTH, B. E.; SWARTZ, A. M.; STRATH, S. J.; O'BRIEN, W. L.; KING, G. A. Validity of four motion sensors in measuring moderate intensity physical activity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 9 Suppl, p. S471-480, 2000.

BEHRENS, T. K.; DINGER, M. K. Comparisons of accelerometer and pedometer determined steps in free living samples. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 8, n. 3, p. 390-397, 2011.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307-310, 1986.

CANABRAVA, K. L. R.; FARIA, F. R.; MOURA, B. P.; CAETANO, I. T.; ANDRADE, F.; AMORIM, P. R. S. Análise do pedômetro POWER WALKER® na detecção do número de passos em diferentes velocidades de caminhada em esteira. In: Congresso Brasileiro de Atividade Física e Saúde, 8., 2011, Gramado.

CHEN, K. Y.; BASSETT, D. R., JR. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 11 Suppl, p. S490-500, 2005.

CORDER, K.; EKElund, U.; STEELE, R. M.; WAREHAM, N. J.; BRAGE, S. Assessment of physical activity in youth. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 3, p. 977-987, 2008.

CROUTER, S. E.; SCHNEIDER, P. L.; KARABULUT, M.; BASSETT, D. R., JR. Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1455-1460, 2003.

CUBEREK, R.; EL ANSARI, W.; FROMEL, K.; SKALIK, K.; SIGMUND, E. A comparison of two motion sensors for the assessment of free-living physical activity of adolescents. **International Journal of Environmental Research & Public Health**, v. 7, n. 4, p. 1558-1576, 2010.

DE COCKER, K. A.; DE MEYER, J.; DE BOURDEAUDHUIJ, I. M.; CARDON, G. M. Non-traditional wearing positions of pedometers: Validity and reliability of the Omron HJ-203-ED pedometer under controlled and free-living conditions. **Journal of Science & Medicine in Sport**, v. 15, n. 5, p. 418-424, 2012.

FARIA, F. R.; CANABRAVA, K. L. R.; MOURA, B. P.; ANDRADE, F.; CARDOSO, F.; AMORIM, P. R. S. Validade, variabilidade e reprodutibilidade do pedômetro Power Walker®. In: Congresso Brasileiro de Atividade Física e Saúde, 8., 2011, Gramado.

FEITO, Y.; BASSETT, D. R.; THOMPSON, D. L. Evaluation of activity monitors in controlled and free-living environments. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 44, n. 4, p. 733-741, 2012.

FEITO, Y.; BASSETT, D. R.; THOMPSON, D. L.; TYO, B. M. Effects of body mass index on step count accuracy of physical activity monitors. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 9, n. 4, p. 594-600, 2012.

FITZSIMONS, C. F.; BAKER, G.; GRAY, S. R.; NIMMO, M. A.; MUTRIE, N. Does physical activity counselling enhance the effects of a pedometer-based intervention over the long-term: 12-month findings from the Walking for Wellbeing in the west study. **BMC Public Health**, v. 12, n. 1, p. 206, 2012.

HASSON, R. E.; HALLER, J.; POBER, D. M.; STAUDENMAYER, J.; FREEDSON, P. S. Validity of the Omron HJ-112 pedometer during treadmill walking. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 4, p. 805-809, 2009.

HEESCH, K. C.; DINGER, M. K.; MCCLARY, K. R.; RICE, K. R. Experiences of women in a minimal contact pedometer-based intervention: a qualitative study. **Women Health**, v. 41, n. 2, p. 97-116, 2005.

HORNBuckle, L. M.; BASSETT, D. R., JR.; THOMPSON, D. L. Pedometer-determined walking and body composition variables in African-American women. **Medicine Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 6, p. 1069-1074, 2005.

LAKKA, T. A.; LAAKSONEN, D. E.; LAKKA, H. M.; MANNIKKO, N.; NISKANEN, L. K.; RAURAMAA, R.; SALONEN, J. T. Sedentary lifestyle, poor cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome. **Medicine Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1279-1286, 2003.

LE MASURIER, G. Pedometer sensitivity and specificity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 2, p. 346; author reply 347, 2004.

LE MASURIER, G. C.; LEE, S. M.; TUDOR-LOCKE, C. Motion sensor accuracy under controlled and free-living conditions. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 5, p. 905-910, 2004.

LE MASURIER, G. C.; TUDOR-LOCKE, C. Comparison of pedometer and accelerometer accuracy under controlled conditions. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 5, p. 867-871, 2003.

LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign, Human Kinetics Books, 1988.

MEROM, D.; RISSEL, C.; PHONGSAVAN, P.; SMITH, B. J.; VAN KEMENADE, C.; BROWN, W. J.; BAUMAN, A. E. Promoting walking with pedometers in the community: the step-by-step trial. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 32, n. 4, p. 290-297, 2007.

RYAN, C. G.; GRANT, P. M.; TIGBE, W. W.; GRANAT, M. H. The validity and reliability of a novel activity monitor as a measure of walking. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 9, p. 779-784, 2006.

SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; BASSETT, D. R. Pedometer measures of free-living physical activity: comparison of 13 models. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 2, p. 331-335, 2004.

SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; LUKAJIC, O.; BASSETT, D. R., JR. Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 10, p. 1779-1784, 2003.

SIRARD, J. R.; PATE, R. R. Physical activity assessment in children and adolescents. **Sports Medicine**, v. 31, n. 6, p. 439-454, 2001.

STOVITZ, S. D.; VANWORMER, J. J.; CENTER, B. A.; BREMER, K. L. Pedometers as a means to increase ambulatory activity for patients seen at a family medicine clinic. **Journal of the American Board of Family Medicine**, v. 18, n. 5, p. 335-343, 2005.

SWARTZ, A. M.; STRATH, S. J.; BASSETT, D. R.; MOORE, J. B.; REDWINE, B. A.; GROER, M.; THOMPSON, D. L. Increasing daily walking improves glucose tolerance in overweight women. **Preventive Medicine**, v. 37, n. 4, p. 356-362, 2003.

THOMPSON, D. L.; RAKOW, J.; PERDUE, S. M. Relationship between accumulated walking and body composition in middle-aged women. **Medicine Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 5, p. 911-914, 2004.

TRYON, W. W.; PINTO, L. P.; MORRISON, D. F. Reliability assessment of pedometer activity measurements. **Journal of Psychopathol Behavioral Assessment**, v. 13, p. 27-44, 1991.

TUDOR-LOCKE, C.; AINSWORTH, B. E.; THOMPSON, R. W.; MATTHEWS, C. E. Comparison of pedometer and accelerometer measures of free-living physical activity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 12, p. 2045-2051, 2002a.

TUDOR-LOCKE, C.; BASSETT, D. R.; SHIPE, M. F.; MCCLAIN, J. J. Pedometry methods for assessing free-living adults. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 8, n. 3, p. 445-453, 2011a.

TUDOR-LOCKE, C.; BURKETT, K.; REIS, J. P.; AINSWORTH, B. E.; MACERA, C. A.; WILSON, D. K. How many days of pedometer monitoring predict weekly physical activity in adults? **Preventive Medicine**, v. 40, n. 3, p. 293-298, 2005.

TUDOR-LOCKE, C.; CRAIG, C. L.; BROWN, W. J.; CLEMES, S. A.; DE COCKER, K.; GILES-CORTI, B.; HATANO, Y.; INOUE, S.; MATSUDO, S. M.; MUTRIE, N.; OPPERT, J. M.; ROWE, D. A.; SCHMIDT, M. D.; SCHOFIELD, G. M.; SPENCE, J. C.; TEIXEIRA, P. J.; TULLY, M. A.; BLAIR, S. N. How many steps/day are enough? For adults. **International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity**, v. 8, p. 79, 2011b.

TUDOR-LOCKE, C.; SISSON, S. B.; LEE, S. M.; CRAIG, C. L.; PLOTNIKOFF, R. C.; BAUMAN, A. Evaluation of quality of commercial pedometers. **Canadian Journal of Public Health**, v. 97 Suppl 1, p. S10-15, S10-16, 2006.

TUDOR-LOCKE, C.; WILLIAMS, J. E.; REIS, J. P.; PLUTO, D. Utility of pedometers for assessing physical activity: convergent validity. **Sports Medicine**, v. 32, n. 12, p. 795-808, 2002b.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Preventing chronic diseases: A vital investment.** Geneva: World Health Organization, 2005.

CAPÍTULO 4

VALIDADE, VARIABILIDADE, REPRODUTIBILIDADE E PRECISÃO DO PEDÔMETRO POWER WALKER® EM CRIANÇAS

Capítulo 4: Validade, variabilidade, reprodutibilidade e precisão do pedômetro Power Walker® em crianças

RESUMO

Introdução: Pedômetros são sensores de movimentos de baixo custo e fácil manuseio que realizam a contagem de passos. **Objetivos:** Avaliar validade, variabilidade, reprodutibilidade e precisão do pedômetro *Power Walker*® - 610 (Yamax, Japão) (PW) na contagem de passos da população infantil durante caminhada em velocidade autosselecionada em pista e em três diferentes velocidades em esteira rolante. **Métodos:** A amostra do estudo foi composta por 52 crianças saudáveis, sendo 30 meninos e 22 meninas, compreendendo a faixa etária entre 8 e 13 anos de idade. Os participantes foram equipados com um PW e um DW, colocados ao lado direito do corpo, e realizaram caminhada de 400 m em velocidade autosselecionada em pista. Posteriormente os participantes realizaram caminhada em esteira sem inclinação em velocidades de 50, 67, e 83 m.min⁻¹, com duração de cinco minutos cada estágio. A observação direta (OD) do número de passos foi realizada por dois observadores e utilizada como medida de critério. Realizaram-se testes paramétricos e medidas de dispersão dos dados e validade de medida. **Resultados:** Não se verificou diferenças significativas entre as contagens de passos registradas pelos pedômetros PW e DW em relação ao método critério de OD durante caminhada de 400 m em velocidade autosselecionada ($p = 0,934$). Por outro lado, a análise dos testes em esteira evidenciou diferença significativa entre as contagens de passos observadas pelo DW em relação à OD e PW durante a velocidade de caminhada de 50 m.min⁻¹ ($p = 0,01$). O escore de diferenças encontrado para o pedômetro DW (- 70 passos) foi significativamente maior ($p = 0,001$) do que o observado para o pedômetro PW (- 9 passos), e diferente do critério. Os valores dos Coeficientes de Correlação Intraclasse mantiveram-se elevados para ambos os pedômetros e o Coeficiente de Variabilidade demonstrou-se estável, com exceção do elevado valor produzido pelo DW na menor velocidade. **Conclusão:** Conclui-se que o pedômetro PW constitui-se em equipamento apto à contagem de passos de crianças, apresentando melhores resultados quando comparado ao seu antecessor. Confirmam-se melhores resultados dos pedômetros piezoelétrico sobre os que utilizam mecanismo de mola, principalmente durante baixas velocidades de marcha.

Palavras – chave: Validação, pedômetro, crianças.

Chapter 4: Validity, variability, reproducibility and accuracy of the Power Walker[®] pedometer in children

ABSTRACT

Introduction: Pedometers are motion sensors of low cost and easy handling that perform the step count. **Objectives:** To evaluate validity, variability, reproducibility and accuracy of the Power Walker[®] - 610 pedometer (Yamax, Japan) (PW) in the step count of the child population during walking at self-selected speed on the track and in three different speeds on a treadmill. **Methods:** The study sample was composed of 52 healthy children, 30 boys and 22 girls, including the aged 8 to 13 years old. Participants were equipped with a PW and DW, placed on the right side of the body, and did walk 400 m at self-selected speed on the track. Later the participants were walking on a treadmill with no incline at speeds of 50, 67, and 83 m.min⁻¹, lasting five minutes each stage. Direct observation (OD) of the number of steps was performed by two observers and utilized as measuring criterion. Parametric tests were carried out and measurements of scattering of data and validity of measurement. **Results:** There was no significant differences between the step counts recorded by the PW and DW pedometers in relation to the method criterion of OD for walking 400 m in self-selected velocity ($p = 0.934$). Moreover, analysis of the treadmill tests revealed significant differences between the steps counts observed by the DW relative to OD and PW during walking in a speed of 50 m.min⁻¹ ($p = 0.01$). The score for the differences found DW pedometer (- 70 steps) was significantly higher ($p = 0.001$) than that observed for the PW pedometer (- 9 steps), and different criteria. The Intraclass Correlation Coefficient values remained high for both pedometers and Coefficient of Variability proved to be stable, with the exception of high value produced by DW at the slowest speed on the treadmill. **Conclusion:** We conclude that the PW pedometer constitutes equipment able in the step count of children, showing better results when compared to its predecessor, especially during low speed walk. Best results are confirmed on the piezoelectric pedometers on equipment using internal spring mechanism, especially during low speed running.

Key - words: Validation, pedometer, children.

INTRODUÇÃO

A obesidade infantil têm alcançado proporções epidêmicas em todo o mundo (MCNAMARA et al., 2010; JONES, 2008), sendo reconhecida como um dos principais problemas de saúde pública na atualidade (HILLS et al., 2010; EBBELING et al., 2002). Este panorama é reforçado por inúmeras pesquisas epidemiológicas em diversos países que comprovam o aumento do sobrepeso e obesidade na população infantil (IBGE, 2010; MARTIN et al., 2008; WANG et al., 2008).

A inatividade física é amplamente reconhecida como um dos principais fatores contribuintes na epidemia da obesidade infantil (MCNAMARA et al., 2010; COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS, 2006), e o aumento dos níveis de atividade física (AF) é aceito como meio potencial para reverter essa tendência (COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS, 2006), sendo que o padrão adotado na infância tem importante impacto no estilo de vida na idade adulta (HANDS e PARKER, 2006).

Os benefícios do estilo de vida fisicamente ativo são vistos em toda a população, independentemente das faixas etárias (TUDOR-LOCKE et al., 2011). Assim, a AF é um aspecto essencial no crescimento e desenvolvimento da criança, considerado como importante objetivo para o *Health People 2020* (US Department of Health and Human Services, 2010). Dessa forma, em todo o mundo, o estímulo à prática de AF abordada nas diretrizes de saúde pública apresenta ênfase sobre as crianças e adolescentes (US Department of Health and Human Services, 2008; CSEP, 2002).

Avaliação adequada da AF na infância possui fundamental importância por diversos fatores, os quais abrangem a identificação dos níveis habituais de AF e as possíveis alterações destes níveis, estabelecendo a relação dose-resposta entre AF e resultados à saúde, como meio de determinar a eficácia de programas de intervenção, além de identificar as crianças com elevados níveis de inatividade física (MCNAMARA et al., 2010; MCCLAIN e TUDOR-LOCKE, 2009; OLIVER et al., 2007), e potencial risco à saúde devido a esta condição.

A dificuldade para seleção de um instrumento adequado de monitoração da AF em crianças está relacionada ao desafio de analisar o variável padrão de comportamento ativo dessa população (HANDS e PARKER, 2006), caracterizado por atividades de natureza curta e esporádica (MCCLAIN e TUDOR-LOCKE, 2009), com breves períodos de movimentação intensa (NILSSON et al., 2002), seguidos de atividade leve ou sedentária (WELK et al., 2000).

Na tentativa de acompanhar esses variados padrões comportamentais, recentes avanços tecnológicos têm produzido novas ferramentas de monitoração objetiva da AF para condições controladas e situações de cotidiano (STONE et al., 2007). Entre os diversos métodos para avaliação desse parâmetro, os pedômetros se destacam devido à sua ampla utilização (MCNAMARA et al., 2010; GRASER et al., 2007). Esses equipamentos são sensores de movimentos tipicamente utilizados no quadril, de baixo custo, pequeno porte e peso leve, não obstrutivo a movimentação e de fácil manuseio, que avaliam o volume total de AF por meio da contagem de passos realizados (MCNAMARA et al., 2010; ABEL et al., 2009; MCCLAIN e TUDOR-LOCKE, 2009; TUDOR-LOCKE et al., 2009; NAKAE et al., 2008). A limitação do instrumento reside no fato de não ser apto para avaliação de atividades extra-ambulatoriais, como natação e ciclismo (CORDER et al., 2007; HANDS e PARKER, 2006), além de não proporcionar informações sobre a intensidade das atividades (MCCLAIN e TUDOR-LOCKE, 2009; GRASER et al., 2007; HANDS e PARKER, 2006; TUDOR-LOCKE et al., 2002).

Diversos estudos têm sido conduzidos em populações adulta (DE COCKER et al., 2012; FEITO et al., 2012a; FEITO et al., 2012b; BEHRENS e DINGER, 2011; MELANSON et al., 2004) e infantil (HART et al., 2011; MCNAMARA et al., 2010; ABEL et al., 2009; MITRE et al., 2009; TUDOR-LOCKE et al., 2009; NAKAE et al., 2008; DUNCAN et al., 2007; GRASER et al., 2007; STONE et al., 2007; HANDS e PARKER, 2006), sob condições controladas e de vida livre, a fim de verificar a validade de diferentes marcas e modelos de pedômetros disponíveis no mercado, devido à variabilidade encontrada em sua acurácia em função da velocidade de caminhada, distribuição de gordura corporal, tipo de pedômetro e local de posicionamento do mesmo (ABEL et al., 2009).

Entre os pedômetros mais utilizados em estudos científicos, encontra-se o pedômetro Digi-Walker® SW-200 (*Yamax Corporation, Tokyo, Japão*) (DW), amplamente validado e reconhecido como ferramenta adequada para contagem de passos (TUDOR-LOCKE et al., 2006; SCHNEIDER et al., 2004; LE MASURIER e TUDOR-LOCKE, 2003; SCHNEIDER et al., 2003), o qual utiliza mecanismo interno de mola suspensa por braço de alavanca que se move horizontalmente em resposta a aceleração vertical do quadril, tendo ao final do sistema o passo registrado (MCNAMARA et al., 2010; HASSON et al., 2009; SCHNEIDER et al., 2003). Por outro lado, o pedômetro Power Walker® - 610 (*Yamax Corporation, Tokyo, Japão*) (PW), sucessor do pedômetro DW, produzido pelo mesmo fabricante, apresenta mecanismo interno tipo acelerômetro, o qual utiliza elemento piezoelétrico para detectar

a aceleração e registrar o passo (HASSON et al., 2009; SCHNEIDER et al., 2004) e requer validação por critério científico.

Alguns estudos com pedômetros piezoelétricos têm demonstrado melhor precisão dos resultados quando comparados a pedômetros que utilizam mecanismos de mola (CROUTER et al., 2005; MELANSON et al., 2004; CROUTER et al., 2003; SWARTZ et al., 2003). Entretanto, após ampla revisão da literatura disponível, não foram encontrados estudos de validação do pedômetro PW. Portanto, o principal objetivo do presente estudo foi analisar a validade, variabilidade, reprodutibilidade e precisão do pedômetro PW na contagem de passos de crianças durante caminhada em velocidade autosselecionada em pista e em três diferentes velocidades em esteira rolante. Além disso, comparar o desempenho de ambos os pedômetros DW e PW produzidos pela empresa Yamax, a fim de confirmar a melhor performance de pedômetros piezoelétricos sobre pedômetros de mecanismo interno do tipo mola.

MÉTODOS

Participantes

Os participantes foram recrutados de programas de promoção de atividades físicas do Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa. A amostra do estudo foi composta por 52 crianças saudáveis, entre 8 e 13 anos, com idade média de $11,5 \pm 1,7$ anos, sendo 30 meninos ($11,2 \pm 1,9$ anos) e 22 meninas ($12,1 \pm 1,0$ anos).

Para participar do protocolo, os participantes deveriam estar dentro da faixa etária alvo do estudo. Foram excluídos da amostra indivíduos que apresentaram dificuldades na marcha durante a caminhada em esteira rolante e/ou não se encontravam vestidos e calçados adequadamente para as atividades. Prévio ao início do estudo obteve-se o termo de consentimento assinado por pais ou responsáveis pela criança, bem como a concordância desta para sua participação (Apêndice 1). O estudo obteve aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, sob o protocolo de número 042/2011.

Instrumentos

O pedômetro PW utiliza mecanismo interno composto por elemento piezoelétrico (MCNAMARA et al., 2010; HASSON et al., 2009; SCHNEIDER et al., 2003), possui acelerômetro em três direções, realiza cálculos relativos à distância

percorrida e às calorias consumidas, apresenta relógio 24h e memória de sete dias. Além dessas características, possui a função *Power Walker*, que se refere à capacidade do aparelho em identificar a contagem de passos durante caminhadas em velocidades maiores que as habituais, descrita pelo fabricante como exercício aeróbico, definida como andar em ritmo acelerado, acima de 110 passos por minuto para adultos. Apresenta dimensões equivalentes a 7,1 de largura, 4,9 de altura e 14 cm de espessura, com peso de 34g.

O outro dispositivo utilizado no estudo foi o antecessor do PW, o pedômetro DW, que possui mecanismo interno de mola suspensa por braço de alavanca, a qual se move para baixo e para cima em resposta a aceleração do quadril, tendo ao final o passo registrado (HASSON et al., 2009; SCHNEIDER et al., 2004). Esta é a única função desempenhada pelo pedômetro, que exibe 5 de largura, 3,8 de altura e 14cm de espessura, com peso de 21g.

Procedimentos

Imediatamente antes da execução dos testes, realizou-se avaliação antropométrica de peso corporal utilizando-se balança da marca Plenna[®], modelo Sport (precisão de 100 gramas), e estatura por intermédio de antropômetro Sanny[®] (precisão de 0,1cm). As medidas foram realizadas com os participantes descalços e vestindo roupas leves, e estavam de acordo com as diretrizes estabelecidas por Lohman et al. (1988). Com base nos dados obtidos, realizou-se o cálculo do Índice de Massa Corporal a partir da relação: peso corporal (kg) dividido pela estatura ao quadrado (m²).

No decorrer do protocolo, todos participantes utilizaram vestimentas e calçados apropriados para a prática de atividades, tais como a caminhada inserida neste protocolo. Os testes foram realizados durante os períodos matutino e vespertino do dia, e utilizaram o mesmo pedômetro PW, que teve sua acurácia previamente avaliada a partir do teste de 50 passos em velocidade compatível com o ritmo de caminhada em atividades do cotidiano (MELANSON et al., 2004).

Durante todos os protocolos de testes padronizou-se utilização dos pedômetros PW e DW ao lado direito do corpo, considerando a ausência de diferença na contagem de passos registrada em decorrência do lado de posicionamento do equipamento (JAGO et al., 2006b; CROUTER et al., 2003; SCHNEIDER et al., 2003). O pedômetro DW foi fixado no cós ou cinto, enquanto o PW permaneceu em posição horizontal no bolso da calça, ambos posicionados na linha média da coxa, em direção à crista ilíaca, de acordo com as recomendações do fabricante.

O método critério utilizado para avaliação do desempenho dos pedômetros foi a observação direta (OD) da quantidade de passos realizada por dois observadores. Estes foram previamente treinados mediante a realização de um estudo piloto, o qual envolveu 20 crianças não participantes do protocolo. Ambos os observadores foram considerados aptos para a contagem quando não foram encontradas diferenças significativas entre suas contagens de passos, com valores de Coeficiente de Correlação Intraclassa superior a 0,80, constatando elevada concordância entre as contagens. Durante a contagem de passos do teste, cada observador utilizou uma ficha de coleta para o registro manual passo a passo. A escolha do método ocorreu por essa técnica ser considerada o procedimento mais indicado para identificação da contagem real de passos (SIRARD e PATE, 2001), e por diversos estudos utilizarem esse método para validação de pedômetros (MITRE et al., 2009; NAKAE et al., 2008; DUNCAN et al., 2007; GRASER et al., 2007; OLIVER et al., 2007; BEETS et al., 2005).

O primeiro teste de análise da performance de ambos os dispositivos consistiu em caminhada em torno de uma pista de atletismo, perfazendo um total de 400 m (ABEL et al., 2009; BEETS et al., 2005; SCHNEIDER et al., 2003). As crianças foram orientadas a caminhar em velocidade autosselcionada, compatível com sua velocidade normal de caminhada. Durante a caminhada, ambos os observadores se posicionaram aproximadamente 10 m atrás da criança, a fim de não influenciar no ritmo de caminhada selecionado. Ao término de cada caminhada, as contagens de passos registradas pelos pedômetros PW e DW, bem como os registros de ambos os observadores foram armazenadas em uma planilha digital.

Imediatamente após o teste em pista, os participantes efetuaram o segundo teste, realizado em esteira rolante (Embreex, 565 TX-1, Embreex, Brasil), sem inclinação, em velocidades de 50, 67 e 83 $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$, com duração de cinco minutos cada estágio (MITRE et al., 2009). Essas velocidades foram selecionadas a fim de representar as velocidades baixa, moderada e elevada de caminhada de crianças respectivamente, sendo que velocidades semelhantes têm sido utilizadas em outros estudos envolvendo a população infantil (ABEL et al., 2009; DUNCAN et al., 2007; BEETS et al., 2005; RAMIREZ-MARRERO et al., 2002) e são análogas às velocidades médias de caminhada de crianças relatadas na literatura (ABEL et al., 2009; MITRE et al., 2009; BEETS et al., 2005). Prévio a realização do teste, foi disponibilizado um período de 5 minutos (AMORIM et al., 2009) para o treinamento das técnicas de entrada e saída do participantes na esteira, bem como para adaptação deste com a caminhada nas velocidades selecionadas.

Após familiarização com os equipamentos, as crianças foram orientadas a se posicionarem imóveis fora do tapete da esteira rolante antes de iniciar cada estágio, até ser atingida a velocidade prevista. Ao ser atingida a velocidade desejada, os participantes foram convidados a iniciar a caminhada e instruídos a segurar o corrimão da esteira apenas no procedimento de entrada, retirando ambas as mãos durante as caminhadas, a fim aproximar ao máximo o teste das condições reais de caminhada. Ao final de cada estágio, realizaram-se os procedimentos de saída da esteira rolante através da suspensão do corpo utilizando-se o corrimão, seguido do posicionamento imóvel dos participantes para armazenamento da contagem de passos dos pedômetros PW e DW, bem como os registros dos dois observadores. Entre a realização dos estágios foi dado um período de três minutos de descanso aos participantes, e imediatamente antes de iniciar novo estágio, o visor dos pedômetros foram zerados manualmente a fim de recomeçar a contagem no próximo estágio.

Análise Estatística

Utilizou-se teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar normalidade da distribuição dos dados e estatística descritiva para análise dos dados gerais. Em todas as análises, o valor da OD considerou a média de passos entre os dois observadores. Anova One Way foi usada para detectar diferenças estatísticas entre as contagens de passos registradas pelo PW, DW e média dos dois observadores em cada velocidade selecionada na esteira, bem como no teste de pista, com utilização do Post Hoc de Tukey. Teste T de Student pareado para comparar a contagem de passos entre ambos os observadores e Teste T de Student para amostras independentes para comparar as características antropométricas e idade entre os sexos. Validade foi determinada através de metodologia proposta por Bland-Altman (1986), reprodutibilidade pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e variabilidade pelo coeficiente de variabilidade (CV). Para determinar a precisão do PW e DW, calculou-se escore de diferenças para cada par de dados (subtração entre contagem de passos do PW ou DW e contagem de passos da OD) e posteriormente comparado à zero. Escores de diferenças iguais a zero indicam ausência de diferença entre os registros dos pedômetros PW e DW em comparação a OD, enquanto escores negativos ou positivos indicam subestimação ou superestimativa dos pedômetros, respectivamente. Para todas as análises adotou-se um nível de significância de até 5%. Os procedimentos estatísticos foram realizados com utilização dos programas SPSS para Windows (versão 17.0, Chicago, IL - USA) e MedCalc Statistical Software (versão 9.3).

RESULTADOS

Todas as variáveis analisadas apresentaram distribuição normal. As características dos participantes são apresentadas na Tabela 1. Não foram encontradas diferenças significativas entre os sexos quanto à idade, ao peso corporal, à estatura e ao IMC. Com relação ao estado nutricional, os participantes foram classificados como eutróficos de acordo com Cole et al. (2000).

Tabela 1 - Características gerais dos participantes.

	Meninos (n=30)	Meninas (n=22)	Total (N=52)
Idade (anos)	11,2±1,9	12,1±1,0	11,5±1,7
Peso Corporal (kg)	44,5±16,5	47,3±7,2	45,7±13,7
Estatura (m)	1,48±11,5	1,53±0,4	1,50±9,8
IMC (kg/m²)	19,7±4,7	20,4±2,4	20,0±3,9

Legenda: IMC = Índice de massa corporal.

Não foram encontradas diferenças significativas entre a contagem de passos realizada por ambos os observadores no teste de caminhada de 400 m em pista ($p = 0,190$) e caminhada em esteira rolante a 50 m.min⁻¹ ($p = 0,343$), 70 m.min⁻¹ ($p = 0,258$) e 80 m.min⁻¹ ($p = 0,273$) (Tabela 2). De modo semelhante, não se verificou diferenças significativas entre as contagens de passos registradas pelos pedômetros PW e DW em comparação ao método critério de OD durante caminhada de 400 m em velocidade autoselecionada ($p = 0,934$).

Tabela 2 - Contagem do número de passos produzidos a partir dos pedômetros *Power Walker*[®] (PW) e *Digi-Walker*[®] (DW), e observação direta (OD) durante os dois protocolos de testes (média ± desvio-padrão).

Teste	OD	PW	ED PW	DW	ED DW	Cadência
400 m	587±2	583±68	-4±21	587±65	0±28	-
50 m.min⁻¹	560±11	552±94	-9±59	490±118 [†]	-70±82 [†]	112±2
67 m.min⁻¹	630±11	630±80	0±28	612±93	-18±47	126±2
83 m.min⁻¹	698±13	689±92	-9±30	690±91	-9±31	140±3

Legenda: ED= Escore de diferenças.

[†]Significativamente diferente de OD e PW.

Por outro lado, a análise dos testes em esteira rolante evidenciou diferença significativa entre as contagens de passos registradas em velocidade de caminhada de 50 m.min⁻¹ ($p = 0,01$). Encontrou-se diferença significativa entre a contagem de passos do pedômetro DW (490 ± 118 passos) em relação ao critério de OD (560 ± 11 passos) ($p = 0,001$), e em comparação ao PW (552 ± 94 passos) ($p = 0,005$). No entanto, em

velocidades de caminhada de 67 e 83 m.min⁻¹ não foram identificadas diferenças significativas entre quantidades de passos registradas pelos pedômetros DW e PW em comparação com o critério de OD (Tabela 2). A Tabela 2 ainda ilustra os escores de diferenças produzidos pela contagem de passos dos pedômetros PW e DW, de acordo com o método de OD. O escore de diferenças encontrado para o pedômetro DW (-70 passos) foi significativamente maior que o observado para o pedômetro PW (-9 passos), e diferente do critério.

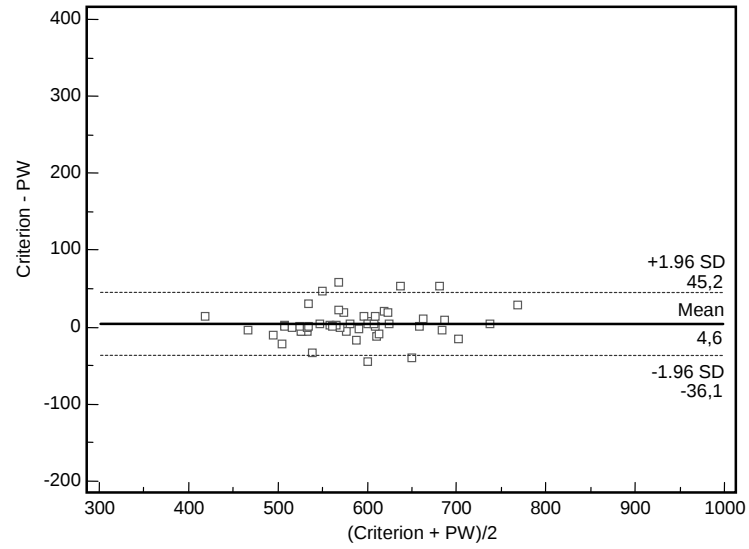
A Tabela 3 apresenta os valores do CV e CCI, juntamente com Intervalo de Confiança de 95% (IC_{95%}). O valor de CV mais discrepante encontrado, 24% de variação, foi identificado no teste de menor velocidade em esteira rolante (50 m.min⁻¹) para o pedômetro DW. O CV do PW manteve-se entre 12 e 17%, também apresentando maior valor durante caminhada em menor velocidade. O CCI manteve-se elevado para ambos os pedômetros PW e DW independentemente do protocolo de teste utilizado, sendo os valores do PW superiores aos valores encontrados do DW. Quanto aos protocolos de esteira rolante, observa-se uma tendência ao aumento dos escores em decorrência do aumento da velocidade de caminhada.

Tabela 3 - Coeficiente de Variabilidade (CV) e Coeficiente de Correlação Intraclassa (CCI) e Intervalo de Confiança (IC_{95%}) dos pedômetros *Power Walker*[®] (PW) e *Digi-Walker*[®] (DW) em relação ao método critério de observação direta (OD) de acordo com os protocolos selecionados.

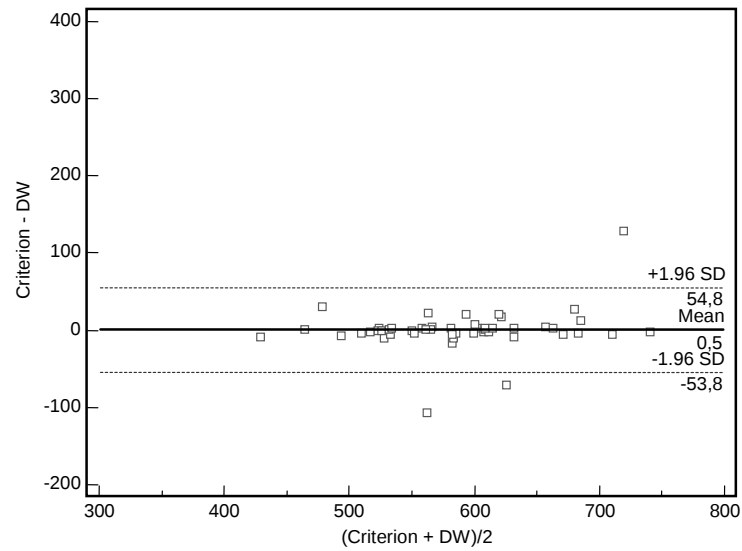
	CV(%)			CCI (IC _{95%})	
	OD	PW	DW	PW	DW
400 m	0	12	11	0,977(0,959-0,987)	0,956 (0,923-0,975)
50 m.min⁻¹	2	17	24	0,873(0,778-0,927)	0,805(0,661-0,888)
67 m.min⁻¹	1	13	15	0,967(0,942-0,981)	0,914(0,851-0,951)
83 m.min⁻¹	2	13	13	0,973(0,952-0,984)	0,970(0,948-0,983)

A Figura 1 apresenta as plotagens de Bland-Altman de acordo com cada protocolo utilizado. A maior dispersão dos dados dos pedômetros PW e DW foi encontrada no teste em esteira com velocidade de 50 m.min⁻¹, com erro padrão de aproximadamente 9 (IC_{95%}: 125 – (-107,2)) e 70 passos (IC_{95%}: 230,7 – (-90,1)), respectivamente. Quando analisado apenas os gráficos relativos aos testes em esteira, observa-se tendência a diminuição da dispersão dos dados conforme aumento da velocidade de caminhada em ambos os pedômetros DW e PW.

A)



B)



C)

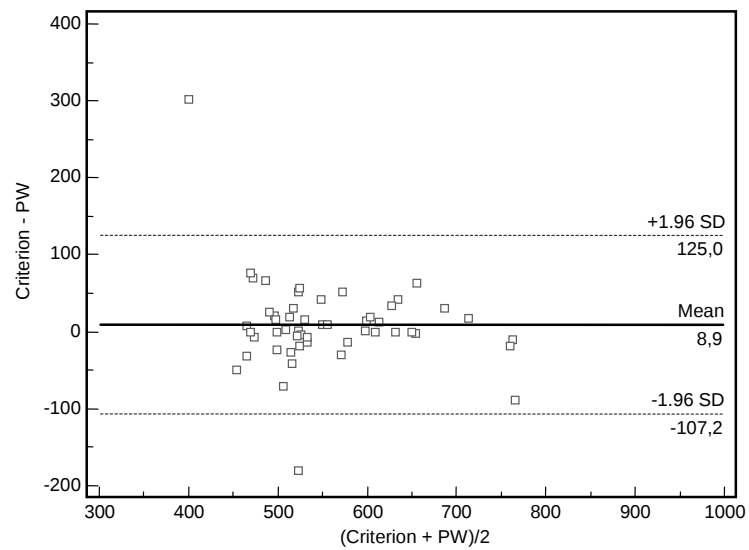


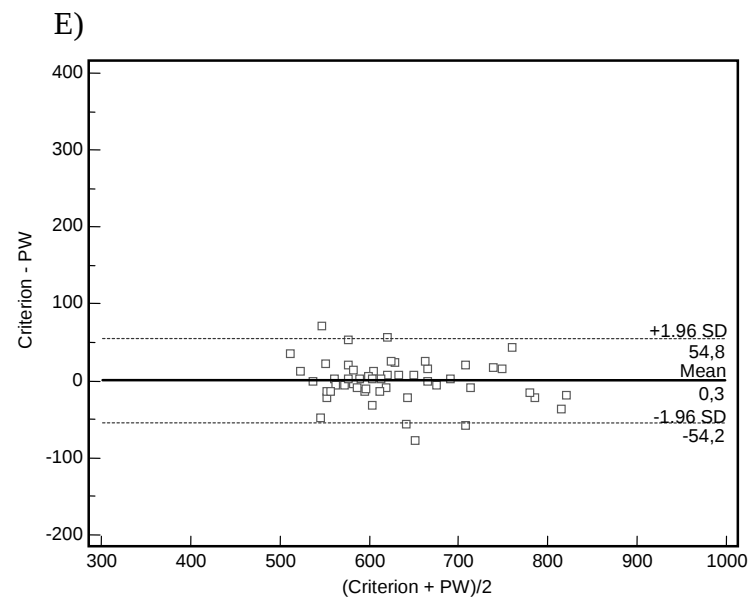
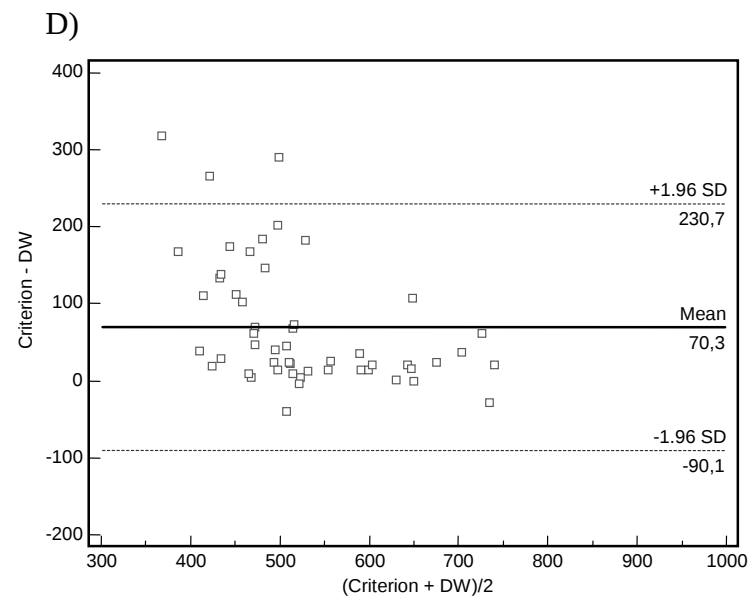
Figura 1. Continuação.

Figura 1. Continuação.

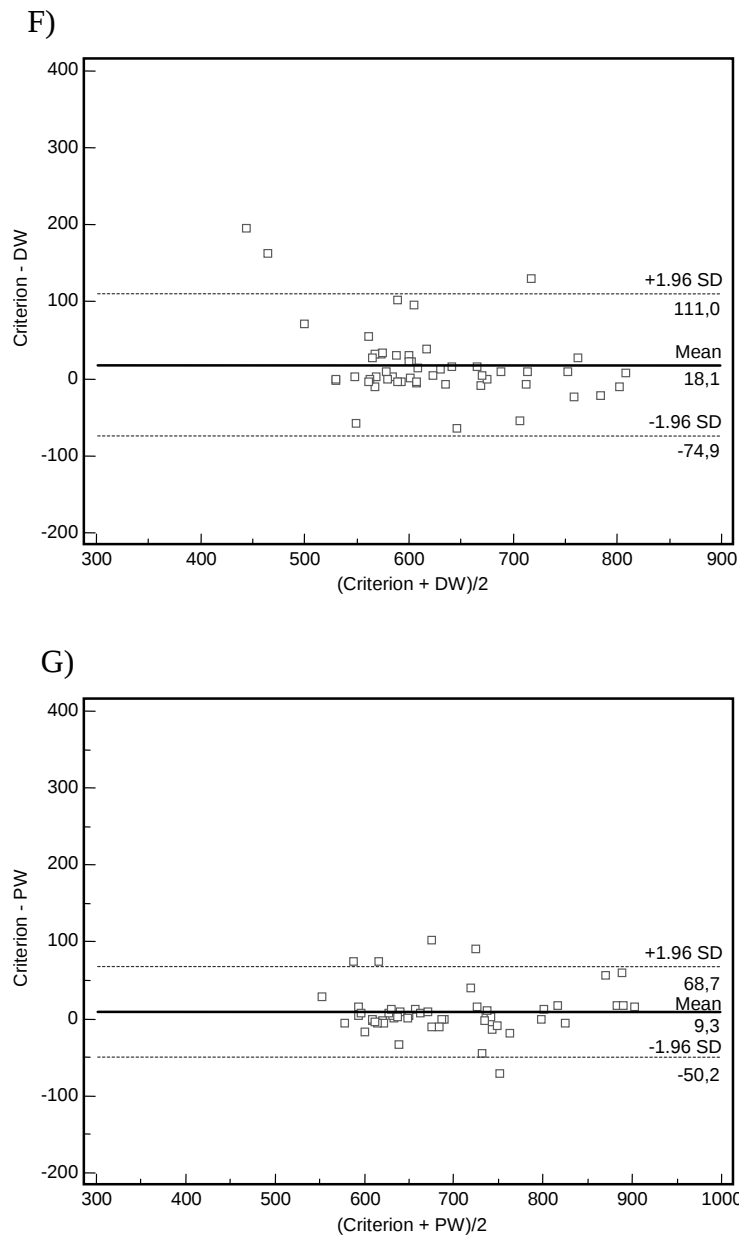


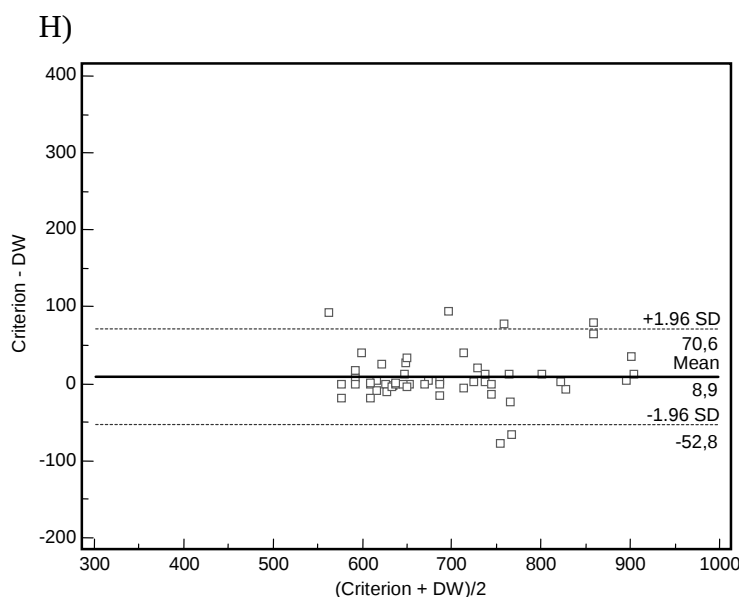
Figura 1. Continuação.

Figura 1: Dispersão dos dados a partir da Plotagem de Bland-Altman para a contagem de passos procedente dos pedômetros *Power Walker*[®] (PW) e *Digi-Walker*[®] (DW) de acordo com os protocolos, sendo: A e B, PW e DW em teste de 400 m; C e D, PW e DW na velocidade de 50 m.min⁻¹; E e F, PW e DW na velocidade de 67 m.min⁻¹; e G e H, PW e DW na velocidade de 83 m.min⁻¹, respectivamente. *Linha contínua:* Diferença média; *Linha tracejada:* Intervalo de confiança a 95%.

DISCUSSÃO

A utilização de pedômetros pode consistir em excelente escolha para monitorar a caminhada de crianças (MITRE et al., 2009), entretanto o surgimento de novas marcas e modelos (TUDOR-LOCKE et al., 2006), com diferentes mecanismos internos e graus de sensibilidade para o registro dos passos, que se relaciona com a aceleração vertical mínima necessária para o registro do passo (SCHNEIDER et al., 2003), apontam a necessidade de estudos de validação dessas ferramentas a fim de proporcionar uma medida do nível de AF compatível com a realidade.

Destaca-se a originalidade do estudo, já que não se encontram na literatura manuscritos destinados a validação deste equipamento. Assim, o presente estudo teve como objetivo principal analisar a validade, a variabilidade, a reprodutibilidade e a precisão do pedômetro piezoelétrico PW. Os resultados encontrados comprovam a validade e confiabilidade desse instrumento no registro do número de passos de crianças na faixa etária entre 8 e 13 anos de idade. Assim, o pedômetro PW configura-se em uma ferramenta com potencial utilização em estudos epidemiológicos envolvendo levantamento de dados acerca do comportamento ativo e de avaliação da eficácia de

programas de promoção de AF na população infantil, podendo também ser utilizado como meio de acompanhamento personalizado de pais e especialistas na área de saúde interessados no aumento do volume total de atividades de crianças. Os achados do estudo também proporcionam evidências que corroboram com vasta literatura envolvendo população adulta e infantil (MITRE et al., 2009; NAKAE et al., 2008; DUNCAN et al., 2007; BEETS et al., 2005; CROUTER et al., 2005; MELANSON et al., 2004; CROUTER et al., 2003; RAMIREZ-MARRERO et al., 2002), na confirmação da limitação intrínseca aos pedômetros com mecanismo interno de mola, representados no presente estudo pelo pedômetro DW e o melhor desempenho de pedômetro piezoelétricos, durante ritmo lento de caminhada ($50 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$).

O pedômetro PW apresentou excelentes resultados quando comparado ao método OD. De maneira geral, o PW apresentou menor contagem média de passos, porém não foram encontradas diferenças significativas entre os valores registrados por este e o critério, independente do protocolo realizado (Tabela 2). De acordo com o fabricante, o pedômetro PW apresenta acurácia de $\pm 5\%$ (± 5 passos em 100 realizados) na contagem dos passos. Entretanto, melhores resultados foram evidenciados no presente estudo, com acurácia de -0,68, -1,6, 0 e -1,2% para caminhada de 400 m em velocidade autosselecionada, e 50, 67 e $83 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ em esteira rolante, respectivamente.

Em contrapartida, a performance do pedômetro DW foi diretamente afetada pela velocidade de caminhada na esteira rolante. Durante a execução do estágio em velocidade de $50 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ este equipamento subestimou significativamente a contagem real de passos (490 ± 118 versus 560 ± 11 passos) (Tabela 2). Resultado semelhante foi evidenciado em outros protocolos envolvendo o mesmo instrumento na contagem de passos na população infantil em baixas velocidades de caminhada (MITRE et al., 2009; DUNCAN et al., 2007; BEETS et al., 2005; RAMIREZ-MARRERO et al., 2002) e confirma a limitada utilização desse dispositivo em indivíduos com dificuldade na marcha, como é o caso de idosos (RYAN et al., 2006) e obesos (MELANSON et al., 2004; MCCLUNG et al., 2000), que geralmente possuem ritmo menor de caminhada. Ainda com relação ao protocolo em esteira, a precisão do pedômetro DW aumentou juntamente com a velocidade de caminhada selecionada, não apontando diferenças significativas em comparação com a OD em velocidades intermediária e rápida do protocolo utilizado. Da mesma forma a contagem de passos registrada por esse pedômetro apresentou elevada precisão durante a caminhada de 400 m em velocidade autosselecionada, em média, com o mesmo número de passos observado pelo método critério (587 passos). O DW apresentou acurácia 0;12,5; 2,8 e 1,2% para os testes de

400 m, 50, 67 e 83 m.min⁻¹ respectivamente, apresentando valor acima do proposto pelo fabricante ($\pm 5\%$) durante a menor velocidade de caminhada na esteira rolante.

Em acordo com os resultados supracitados, o escore de diferenças apresentado pelo pedômetro DW (70 passos) foi significativamente maior do que o valor encontrado para o PW (9 passos), e também em relação ao método critério durante a velocidade de caminhada de 50 m.min⁻¹. Os demais escores de diferenças apresentados por ambos os pedômetros não diferiram significativamente entre si, nem em relação à OD (Tabela 2). É válido destacar a similaridade verificada entre as contagens de passos produzidas pelo PW e OD (630 passos) durante teste em esteira de 67 m.min⁻¹ devido a esta velocidade ter sido associada ao ritmo normal de caminhada de crianças no estudo de Mitre et al. (2009), fato que mais uma vez confirma o pedômetro PW como potencial método de avaliação da AF de crianças.

Outro aspecto importante a ser ressaltado é a similaridade na contagem passos registrada pelo DW e pela OD durante caminhada em velocidade autosselecionada, fato que confere a esse pedômetro validade suficiente para permanecer sendo utilizado em diversas pesquisas como ferramenta adequada para identificação da contagem de passos, considerando que a velocidade de caminhada de 50 m.min⁻¹, em que o pedômetro DW exibiu performance comprometida, pode não representar adequadamente o ritmo habitual de caminhada de crianças na faixa etária entre 8 e 13 anos. De modo semelhante ao descrito por Ramirez-Marrero et al. (2002), durante a execução dos testes, percebeu-se visualmente que as crianças apresentaram-se mais confortáveis durante caminhada na esteira em velocidades intermediária e rápida, exibindo maior dificuldade motora na menor velocidade de caminhada. Portanto, o desequilíbrio e a falta de coordenação motora das crianças observadas durante a velocidade de caminhada a 50 m.min⁻¹ são mais prováveis para ter influenciado a contagem de passos do DW. Possivelmente a baixa velocidade de caminhada induz alterações na biomecânica da marcha que, em última instância, poderiam afetar a acurácia de pedômetros com mecanismo interno do tipo mola.

Outro fator que pode explicar esta performance do pedômetro DW esta relacionado a própria limitação do mecanismo interno do equipamento, em que baixas velocidades de caminhada não produzem aceleração vertical suficiente para atingir o limiar de sensibilidade para identificar a contagem de passos desse tipo de dispositivo (MITRE et al., 2009; NAKAE et al., 2008; KARABULUT et al., 2005). Entretanto, recentes estudos que procuraram identificar o ritmo habitual de caminhada de crianças têm encontrado velocidades aproximadamente de 67 (MITRE et al., 2009), 77 (BEETS

et al., 2005) e 84 m.min^{-1} (ABEL et al., 2009), valores próximos às velocidades intermediária e rápida utilizadas no presente estudo, em que ambos os pedômetros PW e DW apresentaram adequadas contagens de passos. Contudo não pode-se deixar de considerar que atividades de caminhada em velocidades baixas, como a utilizada no estudo, fazem parte da rotina diária de crianças em suas atividades habituais.

Maiores valores de CV e menores coeficientes de CCI para PW e DW foram de 17%, 24%, $0,873(0,778 - 0,927)$ e $0,805(0,661 - 0,888)$, respectivamente, identificados durante a velocidade de caminhada de 50 m.min^{-1} , confirmam o desafio dos pedômetros na mensuração adequada da quantidade de passos nesse ritmo de caminhada (Tabela 3). Além disso, observam-se elevados CCI's para ambos os pedômetros durante caminhada em velocidade autosselecionada, e tendência ao aumento do CCI diretamente relacionado ao aumento da velocidade para ambos os dispositivos nos dados relativos ao teste em esteira, fatores que sugerem aceitável confiabilidade e reprodutibilidade para o registro da contagem de passos pelos pedômetros considerados. É reconhecida a premissa de que valores de CCI acima de 0,80 acrescentam pouca reprodutibilidade entre as variáveis analisadas (BARANOWSKI e DE MOOR, 2000), entretanto destaca-se os maiores valores de CCI do PW em comparação com o DW para todos os protocolos realizados, fator que reforça a validade dessa ferramenta como equipamento sucessor do DW, com elevada aplicabilidade na população infantil.

De modo semelhante ao comportamento dos valores observado no CCI, a dispersão dos dados em torno da média manteve-se aceitável no teste de caminhada em velocidade autosselecionada e tendeu a diminuir com aumento da velocidade de caminhada no protocolo em esteira (Figura 1). Corroborando com resultados apresentados anteriormente, ambos os equipamentos obtiveram maior dispersão dos dados durante protocolo de caminhada em velocidade de 50 m.min^{-1} , apresentando valores aproximadamente de 70 ($IC_{95\%}: 231 - (-90)$) e 9 ($IC_{95\%}: 125 - (-107)$) para DW e PW, respectivamente. Entretanto, a menor dispersão dos dados nos outros protocolos de testes confirmam a homogeneidade e a estabilidade dos resultados obtidos. Dessa forma, considerando os achados oriundos do protocolo desenvolvido em esteira rolante, as análises em conjunto corroboram com a literatura (MITRE et al., 2009; DUNCAN et al., 2007; OLIVER et al., 2007; BEETS et al., 2005; RAMIREZ-MARRERO et al., 2002) para aumentos na acurácia dos pedômetros diretamente relacionada à velocidade de caminhada, com melhor desempenho associado a ritmos intermediário e rápido de caminhada.

Inúmeros estudos têm procurado analisar pedômetros piezoelétricos na detecção do número de passos de crianças e adultos, mediante diversos protocolos envolvendo velocidade autosselecionada, teste em esteira rolante e condições de vida livre (FEITO et al., 2012a; HART et al., 2011; MITRE et al., 2009; NAKAE et al., 2008; DUNCAN et al., 2007; CROUTER et al., 2005; MELANSON et al., 2004; SCHNEIDER et al., 2004; CROUTER et al., 2003). Entretanto, nenhum desses estudos se propôs a analisar a precisão da contagem de passos registrada pelo pedômetro PW.

Esta ferramenta tem sido foco de recentes estudos realizados por nosso grupo, envolvendo adultos jovens, meia-idade e idosos em protocolo de caminhada de 200 m em velocidade autosselecionada (FARIA et al., 2011), e teste em esteira rolante com participação de adultos jovens, em velocidades de 33, 50, 67 e 83 m.min⁻¹ (CANABRAVA et al., 2011). Os artigos contendo os principais resultados desses estudos ainda não foram publicados, entretanto no protocolo realizado em pista, o pedômetro PW superestimou em aproximadamente 3 passos a contagem real, apresentando escores de diferenças entre 2 e 5 passos, dependendo da faixa etária, e elevado grau de concordância entre as contagens registradas pelo PW e OD, com CCI variando entre 0,95 a 0,97. Esses resultados corroboram com o presente estudo, e sugerem o elevado grau de confiabilidade desse equipamento, independente da faixa etária.

Em adição, estudo de validação do PW em quatro distintas velocidades de caminhada, a contagem do pedômetro PW foi significativamente diferente da contagem de passos do método critério, com escore de diferenças médio de -23 e +13 passos nas velocidades de 33 e 83 m.min⁻¹, com melhores resultados sendo observados nas velocidades intermediárias. A ausência da velocidade abaixo de 50 m.min⁻¹ no presente estudo limita as comparações, porém é provável que a baixa velocidade de caminhada, menor do que a velocidade habitual do indivíduo possa alterar a biomecânica da marcha produzindo resultados discrepantes. Diferentemente do estudo envolvendo adultos, no atual estudo o PW obteve elevada confiabilidade nos resultados obtidos na caminhada de 83 m.min⁻¹. É relatado na literatura melhor precisão de pedômetros piezoelétricos durante maiores velocidades de caminhada (MITRE et al., 2009; NAKAE et al., 2008; DUNCAN et al., 2007; CROUTER et al., 2005), e considerando que crianças possuem maior frequência de passos do que adultos durante atividade em esteira, como resultado do menor comprimento das pernas e passos (STONE et al., 2007), a velocidade de 83 m.min⁻¹ para crianças representa um ritmo maior de caminhada quando comparados à mesma velocidade para adultos, já que estes com maior estatura e consequentemente

maiores comprimento das pernas apresentam menor frequência de passos (JAGO et al., 2006b). Essa observação corrobora com estudos anteriores, em que os pedômetros piezoelétricos, no presente estudo representado pelo PW, apresentam melhores resultados com aumento da velocidade de caminhada. Provavelmente, a diferente frequência de passos entre ambos os estudos explica as disparidades encontradas na velocidade de 83 m.min⁻¹. Em conjunto, os três estudos de validação do pedômetro PW corroboram acerca de sua validade como ferramenta adequada na monitoração do volume total de atividades, independente da faixa etária, com excelentes resultados durante caminhada em velocidade compatível com o ritmo habitual do indivíduo e em diferentes velocidades de marcha na esteira rolante.

Evidências apresentadas por inúmeros estudos confirmam a associação entre AF e vários benefícios à saúde de crianças e jovens, como redução de colesterol e lipídeos sanguíneos (HEYMAN et al., 2007; MEYER et al., 2006; CARNETHON et al., 2005), pressão arterial elevada (JAGO et al., 2006a; MEYER et al., 2006), resistência insulínica (BELL et al., 2007; MEYER et al., 2006), sobrepeso e obesidade (EISENMANN et al., 2007; DENCKER et al., 2006; GUERRA et al., 2006; VEUGELERS e FITZGERALD, 2005; JANSSEN et al., 2004), densidade mineral óssea (LINDEN et al., 2006; MCKAY et al., 2005; MACKELVIE et al., 2004; MACKELVIE et al., 2003) e depressão (GOLDFIELD et al., 2007). Essa relação dose-resposta indica melhores resultados com aumento do volume de AF. Dessa forma, o uso de pedômetros na população infantil consiste em uma importante forma de avaliação objetiva para quantificar o nível de AF em direção aos padrões de atividades atualmente recomendados.

As atuais recomendações de AF para crianças sugerem que estas se envolvam em pelo menos 60 minutos diários de prática em intensidade moderada a vigorosa a fim de potencializar os benefícios à saúde (WHO, 2011; HASKELL et al., 2007). Outra recomendação acerca do volume total de atividades aconselha o acúmulo de 13.000 a 15.000 passos diários para meninos e de 11.000 a 12.000 para meninas (TUDOR-LOCKE et al., 2011).

Na tentativa de avaliar ambas recomendações, a avaliação da cadência, expressa em passos por período de tempo (por exemplo: passos/minuto) pode ser usada para inferir a intensidade das atividades ambulatoriais (MARSHALL et al., 2009; TUDOR-LOCKE et al., 2005). Graser et al. (2009) concluíram que, em geral, para crianças de 10 a 12 anos de idade, cadência superior a 120 passos/minuto, associasse-se com AF de intensidade moderada a vigorosa. De maneira semelhante, Jago et al. (2006b) encontrou

a cadência de 127 passos por minuto para crianças de 10 a 15 anos de idade para caminhada rápida; mesma cadência relatada por Dusing e Thorpe (2007) como representativa da cadência de caminhada autosselecionada de crianças de 10 anos de idade. Quando analisados os resultados oriundos do protocolo em esteira, essas observações estão em concordância com a cadência de 126 passos encontrada no presente estudo para a velocidade intermediária (Tabela 2) representativa da intensidade moderada de atividades.

Em conjunto os dados embasam a utilização de ambos os pedômetros PW e DW na avaliação do nível de AF de crianças, já que estas devem estar em intensidade moderada a vigorosa, compatível com as velocidades as quais os pedômetros proporcionam legítimos resultados na contagem dos passos. Esta análise é de fundamental importância para a utilização do pedômetro DW, assumindo que este apresentou comprometimento de sua performance na menor velocidade de caminhada ($50 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$), porém esta provavelmente apresenta cadência menor do que a desejada para o alcance de benefícios a saúde de crianças.

Entre as limitações do estudo, encontram-se a ausência do tempo médio necessário para o teste de caminhada de 400 m, que poderia fornecer a cadência em velocidade autosselecionada. Outra limitação se refere à carência de estudos de validação do pedômetro PW, fator que restringe a comparação dos resultados e protocolos utilizados. Entretanto, o elevado número de crianças envolvidas, maior tempo de estágio na esteira e distância na caminhada em velocidade autosselecionada, em comparação com estudos prévios de validação de outros pedômetros na população infantil (HART et al., 2011; ABEL et al., 2009; NAKAE et al., 2008; DUNCAN et al., 2007; GRASER et al., 2007; BEETS et al., 2005; RAMIREZ-MARRERO et al., 2002), agregam maior confiabilidade aos resultados alcançados e nos permitem confirmar a utilização do pedômetro PW para avaliação da contagem de passos de crianças em estudos científicos com elevado grau de precisão.

São sugeridos novos estudos de validação do pedômetro PW, envolvendo diferentes amostras, protocolos, bem como condições de vida livre a fim de confirmar os achados do presente estudo e possibilitar a comparação entre protocolos.

CONCLUSÕES

O pedômetro PW constitui-se em equipamento apto para identificar a contagem de passos de crianças, apresentando melhores resultados quando comparado ao seu

antecessor, principalmente em baixa velocidade de caminhada. Além disso, essa ferramenta demonstrou elevado grau de precisão independente do protocolo utilizado, tendo como método critério a OD dos passos. Assim, confirmam-se os melhores resultados dos pedômetros piezoelétrico sobre equipamentos que utilizam mecanismo interno de mola, principalmente durante baixas velocidades de marcha. Observa-se que a velocidade de caminhada é um fator determinante da acurácia de pedômetros com mecanismo interno de mola (DW), entretanto não limita a performance de pedômetros piezoelétricos, como o PW. Características como velocidade habitual de caminhada, dificuldade de locomoção e faixa etária, devem ser analisadas previamente a escolha do equipamento de monitoração dos níveis de AF, a fim de estabelecer o melhor instrumento que se aplica a populações específicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL, M. G.; HANNON, J. C.; EISENMAN, P. A.; RANDELL, L. B.; PETT, M.; WILLIAMS, D. P. Waist circumference, pedometer placement, and step-counting accuracy in youth. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 80, n. 3, p. 434-444, 2009.

AMORIM, P. R. S.; HILLS, A. P.; BYRNE, N. M. Treadmill adaptation and verification of self-selected walking speed: A protocol for children. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 80, n. 2, p. 380-385, 2009.

BARANOWSKI, T.; DE MOOR, C. How many days was that? Intra-individual variability and physical activity assessment. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 71, n. 2 Suppl, p. S74-78, 2000.

BEETS, M. W.; PATTON, M. M.; EDWARDS, S. The accuracy of pedometer steps and time during walking in children. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 3, p. 513-520, 2005.

BEHRENS, T. K.; DINGER, M. K. Comparisons of accelerometer and pedometer determined steps in free living samples. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 8, n. 3, p. 390-397, 2011.

BELL, L. M.; WATTS, K.; SIAFARIKAS, A.; THOMPSON, A.; RATNAM, N.; BULSARA, M.; FINN, J.; O'DRISCOLL, G.; GREEN, D. J.; JONES, T. W.; DAVIS, E. A. Exercise alone reduces insulin resistance in obese children independently of changes in body composition. **Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 92, n. 11, p. 4230-4235, 2007.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307-310, 1986.

Canadian Society for Exercise Physiology (CSEP). **Canada's Physical Activity Guide to Healthy Active Living for Children**. Ottawa. Ont.: Public Health Agency 2002.

CALLAWAY, C. W.; CHUMLEA, W. C.; BOUCHARD, C.; HIMES, J. H.; LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign, Human Kinetics Books, 1988.

CANABRAVA, K. L. R.; FARIA, F. R.; MOURA, B. P.; CAETANO, I. T.; ANDRADE, F.; AMORIM, P. R. S. Análise do pedômetro POWER WALKER® na detecção do número de passos em diferentes velocidades de caminhada em esteira. In: Congresso Brasileiro de Atividade Física e Saúde, 8., 2011, Gramado.

CARNETHON, M. R.; GULATI, M.; GREENLAND, P. Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults. **Journal of American Medical Association**, v. 294, n. 23, p. 2981-2988, 2005.

COLE, T. J.; BELLIZZI, M. C.; FLEGAL, K. M.; DIETZ, W. H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. **British Medical Journal, London**, v. 320, n. 7244, p. 1240-1243, 2000.

CORDER, K.; BRAGE, S.; EKELOUND, U. Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 10, n. 5, p. 597-603, 2007.

COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS, C. O. S. H. Active Healthy Living: Prevention of childhood obesity through increased physical activity. **Pediatrics**, v. 117, p. 1834-1842, 2006.

CROUTER, S. E.; SCHNEIDER, P. L.; BASSETT, D. R., JR. Spring-levered versus piezo-electric pedometer accuracy in overweight and obese adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 10, p. 1673-1679, 2005.

CROUTER, S. E.; SCHNEIDER, P. L.; KARABULUT, M.; BASSETT, D. R., JR. Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1455-1460, 2003.

DE COCKER, K. A.; DE MEYER, J.; DE BOURDEAUDHUIJ, I. M.; CARDON, G. M. Non-traditional wearing positions of pedometers: Validity and reliability of the Omron HJ-203-ED pedometer under controlled and free-living conditions. **Journal of Science & Medicine in Sport**, v. 15, n. 5, p. 418-424, 2012.

DENCKER, M.; THORSSON, O.; KARLSSON, M. K.; LINDEN, C.; EIBERG, S.; WOLLMER, P.; ANDERSEN, L. B. Daily physical activity related to body fat in children aged 8-11 years. **Journal of Pediatrics**, v. 149, n. 1, p. 38-42, 2006.

DUNCAN, J. S.; SCHOFIELD, G.; DUNCAN, E. K.; HINCKSON, E. A. Effects of age, walking speed, and body composition on pedometer accuracy in children. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 78, n. 5, p. 420-428, 2007.

DUSING, S. C.; THORPE, D. E. A normative sample of temporal and spatial gait parameters in children using the GAITRite electronic walkway. **Gait & Posture**, v. 25, n. 1, p. 135-139, 2007.

EBBELING, C. B.; PAWLAK, D. B.; LUDWIG, D. S. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. **Lancet**, v. 360, n. 9331, p. 473-482, 2002.

EISENMANN, J. C.; LAURSON, K. R.; WICKEL, E. E.; GENTILE, D.; WALSH, D. Utility of pedometer step recommendations for predicting overweight in children. **International Journal of Obesity**, v. 31, n. 7, p. 1179-1182, 2007.

FARIA, F. R.; CANABRAVA, K. L. R.; MOURA, B. P.; ANDRADE, F.; CARDOSO, F.; AMORIM, P. R. S. Validade, variabilidade e reprodutibilidade do pedômetro Power Walker[®]. In: Congresso Brasileiro de Atividade Física e Saúde, 8., 2011, Gramado.

FEITO, Y.; BASSETT, D. R.; THOMPSON, D. L. Evaluation of activity monitors in controlled and free-living environments. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 44, n. 4, p. 733-741, 2012a.

FEITO, Y.; BASSETT, D. R.; THOMPSON, D. L.; TYO, B. M. Effects of body mass index on step count accuracy of physical activity monitors. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 9, n. 4, p. 594-600, 2012b.

GOLDFIELD, G. S.; MALLORY, R.; PARKER, T.; CUNNINGHAM, T.; LEGG, C.; LUMB, A.; PARKER, K.; PRUD'HOMME, D.; ADAMO, K. B. Effects of modifying physical activity and sedentary behavior on psychosocial adjustment in overweight/obese children. **Journal of Pediatric Psychology**, v. 32, n. 7, p. 783-793, 2007.

GRASER, S. V.; PANGRAZI, R. P.; VINCENT, W. J. Effects of placement, attachment, and weight classification on pedometer accuracy. **Journal of Physical Activity & Health**, v. 4, n. 4, p. 359-369, 2007.

GRASER, S. V.; PANGRAZI, R. P.; VINCENT, W. J. Step It up: Activity Intensity Using Pedometers. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, v. 80, n. 1, p. 22-24, 2009.

GUERRA, S.; TEIXEIRA-PINTO, A.; RIBEIRO, J. C.; ASCENSAO, A.; MAGALHAES, J.; ANDERSEN, L. B.; DUARTE, J. A.; MOTA, J. Relationship between physical activity and obesity in children and adolescents. **Journal of Sports Medicine & Physical Fitness**, v. 46, n. 1, p. 79-83, 2006.

HANDS, B.; PARKER, H. Methods for young children: A comparative study. **Measurement in Physical Education & Exercise Science**, v. 10, n. 3, p. 203-214, 2006.

HART, T. L.; BRUSSEAU, T.; KULINNA, P. H.; MCCLAIN, J. J.; TUDOR-LOCKE, C. Evaluation of low-cost, objective instruments for assessing physical activity in 10-11-year-old children. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 82, n. 4, p. 600-609, 2011.

HASKELL, W. L.; LEE, I. M.; PATE, R. R.; POWELL, K. E.; BLAIR, S. N.; FRANKLIN, B. A.; MACERA, C. A.; HEATH, G. W.; THOMPSON, P. D.; BAUMAN, A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Medicine & Science in Sports & Exerc**, v. 39, n. 8, p. 1423-1434, 2007.

HASSON, R. E.; HALLER, J.; POBER, D. M.; STAUDENMAYER, J.; FREEDSON, P. S. Validity of the Omron HJ-112 pedometer during treadmill walking. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 4, p. 805-809, 2009.

HEYMAN, E.; TOUTAIN, C.; DELAMARCHE, P.; BERTHON, P.; BRIARD, D.; YOUSSEF, H.; DEKERDANET, M.; GRATAS-DELAMARCHE, A. Exercise training and cardiovascular risk factors in type 1 diabetic adolescent girls. **Pediatric Exercise Science**, v. 19, n. 4, p. 408-419, 2007.

HILLS, A. P.; OKELY, A. D.; BAUR, L. A. Addressing childhood obesity through increased physical activity. **Nature Reviews Endocrinology**, v. 6, n. 10, p. 543-549, 2010.

IBGE. Pesquisa de Orçamento Familiar 2008-2009: Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil. Rio de Janeiro. **IBGE**. 2010.

JAGO, R.; JONKER, M. L.; MISSAGHIAN, M.; BARANOWSKI, T. Effect of 4 weeks of Pilates on the body composition of young girls. **Preventive Medicine**, v. 42, n. 3, p. 177-180, 2006a.

JAGO, R.; WATSON, K.; BARANOWSKI, T.; ZAKERI, I.; YOO, S.; BARANOWSKI, J.; CONRY, K. Pedometer reliability, validity and daily activity

targets among 10- to 15-year-old boys. **Journal of Sports Science**, v. 24, n. 3, p. 241-251, 2006b.

JANSSEN, I.; KATZMARZYK, P. T.; BOYCE, W. F.; KING, M. A.; PICKETT, W. Overweight and obesity in Canadian adolescents and their associations with dietary habits and physical activity patterns. **Journal of Adolescent Health**, v. 35, n. 5, p. 360-367, 2004.

JONES, K. L. Role of obesity in complicating and confusing the diagnosis and treatment of diabetes in children. **Pediatrics**, v. 121, n. 2, p. 361-368, 2008.

KARABULUT, M.; CROUTER, S. E.; BASSETT, D. R., JR. Comparison of two waist-mounted and two ankle-mounted electronic pedometers. **European Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 4, p. 335-343, 2005.

LE MASURIER, G. C.; TUDOR-LOCKE, C. Comparison of pedometer and accelerometer accuracy under controlled conditions. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 5, p. 867-871, 2003.

LINDEN, C.; AHLBORG, H. G.; BESJAKOV, J.; GARDSSELL, P.; KARLSSON, M. K. A school curriculum-based exercise program increases bone mineral accrual and bone size in prepubertal girls: two-year data from the pediatric osteoporosis prevention (POP) study. **Journal of Bone & Mineral Research**, v. 21, n. 6, p. 829-835, 2006.

MACKELVIE, K. J.; KHAN, K. M.; PETIT, M. A.; JANSSEN, P. A.; MCKAY, H. A. A school-based exercise intervention elicits substantial bone health benefits: a 2-year randomized controlled trial in girls. **Pediatrics**, v. 112, n. 6 Pt 1, p. e447, 2003.

MACKELVIE, K. J.; PETIT, M. A.; KHAN, K. M.; BECK, T. J.; MCKAY, H. A. Bone mass and structure are enhanced following a 2-year randomized controlled trial of exercise in prepubertal boys. **Bone**, v. 34, n. 4, p. 755-764, 2004.

MARSHALL, S. J.; LEVY, S. S.; TUDOR-LOCKE, C. E.; KOLKHORST, F. W.; WOOTEN, K. M.; JI, M.; MACERA, C. A.; AINSWORTH, B. E. Translating physical

activity recommendations into a pedometer-based step goal: 3000 steps in 30 minutes.

American Journal of Preventive Medicine, v. 36, n. 5, p. 410-415, 2009.

MARTIN, J. J.; HERNANDEZ, L. S.; GONZALEZ, M. G.; MENDEZ, C. P.; REY GALAN, C.; GUERRERO, S. M. Trends in childhood and adolescent obesity prevalence in Oviedo (Asturias, Spain) 1992-2006. **Acta Paediatrica**, v. 97, n. 7, p. 955-958, 2008.

MCCLAIN, J. J.; TUDOR-LOCKE, C. Objective monitoring of physical activity in children: considerations for instrument selection. **Journal of Science Medicine in Sport**, v. 12, n. 5, p. 526-533, 2009.

MCCLUNG, C. D.; ZAHIRI, C. A.; HIGA, J. K.; AMSTUTZ, H. C.; SCHMALZRIED, T. P. Relationship between body mass index and activity in hip or knee arthroplasty patients. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 18, n. 1, p. 35-39, 2000.

MCKAY, H. A.; MACLEAN, L.; PETIT, M.; MACKELVIE-O'BRIEN, K.; JANSSEN, P.; BECK, T.; KHAN, K. M. "Bounce at the Bell": a novel program of short bouts of exercise improves proximal femur bone mass in early pubertal children. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 8, p. 521-526, 2005.

MCNAMARA, E.; HUDSON, Z.; TAYLOR, S. J. Measuring activity levels of young people: the validity of pedometers. **British Medical Bulletin**, v. 95, p. 121-137, 2010.

MELANSON, E. L.; KNOLL, J. R.; BELL, M. L.; DONAHOO, W. T.; HILL, J. O.; NYSSE, L. J.; LANNINGHAM-FOSTER, L.; PETERS, J. C.; LEVINE, J. A. Commercially available pedometers: considerations for accurate step counting. **Preventive Medicine**, v. 39, n. 2, p. 361-368, 2004.

MEYER, A. A.; KUNDT, G.; LENSCHOW, U.; SCHUFF-WERNER, P.; KIENAST, W. Improvement of early vascular changes and cardiovascular risk factors in obese children after a six-month exercise program. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 48, n. 9, p. 1865-1870, 2006.

MITRE, N.; LANNINGHAM-FOSTER, L.; FOSTER, R.; LEVINE, J. A. Pedometer accuracy for children: can we recommend them for our obese population? **Pediatrics**, v. 123, n. 1, p. e127-131, 2009.

NAKAE, S.; OSHIMA, Y.; ISHII, K. Accuracy of spring-levered and piezo-electric pedometers in primary school Japanese children. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 27, n. 5, p. 233-239, 2008.

NILSSON, A.; EKELUND, U.; YNGVE, A.; SJOSTROM, M. Assessing physical activity among children with accelerometers using different time sampling intervals and placements. **Pediatric Exercise Science**, v. 14, n. 87-96, 2002.

OLIVER, M.; SCHOFIELD, G. M.; KOLT, G. S.; SCHLUTER, P. J. Pedometer accuracy in physical activity assessment of preschool children. **Journal of Science & Medicine in Sport**, v. 10, n. 5, p. 303-310, 2007.

RAMIREZ-MARRERO, F. A.; SMITH, B. A.; KIRBY, T. E.; LEENDERS, N.; SHERMAN, W. M. Evaluation of a step-counter during treadmill walking in 7-12 year old African-American children. **Journal of National Black Nurses' Association**, v. 13, n. 1, p. 1-5, 2002.

RYAN, C. G.; GRANT, P. M.; TIGBE, W. W.; GRANAT, M. H. The validity and reliability of a novel activity monitor as a measure of walking. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 9, p. 779-784, 2006.

SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; BASSETT, D. R. Pedometer measures of free-living physical activity: comparison of 13 models. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 2, p. 331-335, 2004.

SCHNEIDER, P. L.; CROUTER, S. E.; LUKAJIC, O.; BASSETT, D. R., JR. Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 10, p. 1779-1784, 2003.

SIRARD, J. R.; PATE, R. R. Physical activity assessment in children and adolescents. **Sports Medicine**, v. 31, n. 6, p. 439-454, 2001.

STONE, M. R.; ESLIGER, D. W.; TREMBLAY, M. S. Comparative validity assessment of five activity monitors: does being a child matter? **Pediatric Exercise Science**, v. 19, n. 3, p. 291-309, 2007.

SWARTZ, A. M.; BASSETT, D. R., JR.; MOORE, J. B.; THOMPSON, D. L.; STRATH, S. J. Effects of body mass index on the accuracy of an electronic pedometer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 8, p. 588-592, 2003.

TUDOR-LOCKE, C.; CRAIG, C. L.; BEETS, M. W.; BELTON, S.; CARDON, G. M.; DUNCAN, S.; HATANO, Y.; LUBANS, D. R.; OLDS, T. S.; RAUSTORP, A.; ROWE, D. A.; SPENCE, J. C.; TANAKA, S.; BLAIR, S. N. How many steps/day are enough? for children and adolescents. **International Journal of Behavioral Nutrition & Physical Activity**, v. 8, p. 78, 2011.

TUDOR-LOCKE, C.; MCCLAIN, J. J.; HART, T. L.; SISSON, S. B.; WASHINGTON, T. L. Pedometry methods for assessing free-living youth. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 80, n. 2, p. 175-184, 2009.

TUDOR-LOCKE, C.; SISSON, S. B.; COLLOVA, T.; LEE, S. M.; SWAN, P. D. Pedometer-determined step count guidelines for classifying walking intensity in a young ostensibly healthy population. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 30, n. 6, p. 666-676, 2005.

TUDOR-LOCKE, C.; SISSON, S. B.; LEE, S. M.; CRAIG, C. L.; PLOTNIKOFF, R. C.; BAUMAN, A. Evaluation of quality of commercial pedometers. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 97 Suppl 1, p. S10-16, 2006.

TUDOR-LOCKE, C.; WILLIAMS, J. E.; REIS, J. P.; PLUTO, D. Utility of pedometers for assessing physical activity: convergent validity. **Sports Medicine**, v. 32, n. 12, p. 795-808, 2002.

US Department of Health and Human Services (USDHHS). 2008 Physical Activity Guidelines for Americans: Be Active, Healthy, & Happy! Washington, DC: **USDHHS**; 2008.

US Department of Health and Human Services (USDHHS). Healthy People 2020. Washington, DC: **USDHHS**; 2010. Disponível em: <http://www.healthypeople.gov/2020/topicsobjectives2020/pdfs/HP2020objectives.pdf>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2012.

VEUGELERS, P. J.; FITZGERALD, A. L. Prevalence of and risk factors for childhood overweight and obesity. **Canadian Medical Association Journal**, v. 173, n. 6, p. 607-613, 2005.

WANG, Y.; BEYDOUN, M. A.; LIANG, L.; CABALLERO, B.; KUMANYIKA, S. K. Will all Americans become overweight or obese? estimating the progression and cost of the US obesity epidemic. **Obesity**, v. 16, n. 10, p. 2323-2330, 2008.

WELK, G. J.; CORBIN, C. B.; DALE, D. Measurement issues in the assessment of physical activity in children. **Research Quarterly for Exercise & Sport**, v. 71, n. 2 Suppl, p. S59-73, 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global recommendations on physical activity for health**. Geneva: World Health Organization, 2011.

CONCLUSÕES GERAIS

A elaboração dos quatro artigos nos permite concluir que:

- O pedômetro PW constitui-se em uma ferramenta válida para a monitoração objetiva do número de passos diários de indivíduos em amplo espectro etário durante atividades que envolvam caminhadas em velocidades compatíveis com o ritmo habitual do indivíduo.
- Assim como já descrito na literatura em relação a outros pedômetros, a eficácia da contagem de passos do PW em adultos pode ser comprometida durante baixa velocidade de caminhada, como 33 m.min^{-1} . Entretanto, tal ineficiência pode ser resultante de alterações na biomecânica do passo que ocorrem em ritmos de caminhada abaixo do habitual. Assim, a utilização de tal dispositivo deve ser avaliado com cautela para populações que se caracterizam por baixo ritmo de caminhada, como obesos, idosos e indivíduos com dificuldades de caminhada. Apesar de tal resultado, a utilização do pedômetro PW parece ser adequada ao restante da população sem limitações de caminhada e que a praticam em um ritmo normal, que segundo alguns autores é de aproximadamente $76,6 \text{ m.min}^{-1}$.
- O pedômetro PW se apresenta como ferramenta válida na monitoração de atividades do cotidiano, apresentando elevada concordância com o método critério durante protocolo envolvendo atividades de cotidiano.
- Em concordância com prévios resultados encontrados na literatura, para a presente população foram necessários o mínimo de três dias específicos para obtenção de estimativa confiável do padrão de AF. Além disso, também durante o protocolo envolvendo cotidiano não foi verificada a presença do Efeito Hawthorne, provavelmente devido a rígida rotina semanal, característico de servidores públicos.
- Encontrou-se elevada acurácia na contagem de passos do pedômetro PW em população infantil quando submetidos a caminhada em velocidades auto-selecionada e distintas velocidades em esteira rolante. Além disso, confirma-se a melhor performance de pedômetros piezoelétricos sobre pedômetros com mecanismo de mola durante protocolos envolvendo diferentes velocidades.

Entretanto, apesar dos achados obtidos, a ausência de estudos de validação do pedômetro PW limitam comparações e extrapolação dos resultados. Dessa forma, são

sugeridos novos estudos de validação do PW envolvendo distintos protocolos em velocidades auto-selecionada, esteira rolante e cotidiano; bem como diferentes tipos de populações, tais como crianças, adultos, idosos, obesos e indivíduos com dificuldades de caminhada a fim de agregar maior valor aos achados do presente estudo.

No entanto, destacamos a originalidade do estudo, considerando que não se encontram na literatura estudos de validação do pedômetro PW. Além disso, destaca-se a elevada acurácia entre os observadores envolvidos nos protocolos de pista e esteira, o que evidência a elevada acurácia e viabilidade do método de observação direta como um método adequado para validação de outros instrumentos de monitoração da AF em estudos envolvendo situações laboratoriais.

A documentada diminuição dos níveis de AF na população em geral concomitante ao aumento de doenças hipocinéticas alertam para a necessidade de inserir novamente a população em ritmos adequados de prática de AF. A monitoração adequada dessa variável pode resultar em um melhor entendimento do volume e intensidade necessários de AF para preservar ou restaurar a saúde da população. Além disso instrumentos como o aqui avaliado, são importantes na avaliação de programas de promoção da AF, e podem funcionar como ferramenta motivacional para indivíduos que desejam aumentar o nível de AF. O presente estudo confirma a utilização do pedômetro PW como ferramenta válida, tanto para praticantes de AF quanto para investigações científicas que envolvam a monitoração do número de passos diários.

APÊNDICE A



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-000 - Telefone: (31) 3899- 2258 - Fax: (31) 3899- 2249-E-mail:sec_des@ufv.br

INFORMAÇÕES AOS PARTICIPANTES E TERMO DE CONSENTIMENTO	
VALIDADE, VARIABILIDADE, REPRODUTIBILIDADE E PRECISÃO DO PEDÔMETRO POWER WALKER® NA CONTAGEM DE PASSOS EM AMPLA FAIXA ETÁRIA	
Contato da equipe de pesquisa	
Prof. Orientador: Paulo Roberto S. Amorim, PhD, e-mail: pramorim@ufv.br	
Mestranda: Fernanda Rocha de Faria, Telefone: (31) 8713-9464, e-mail: fernanda_efi@yahoo.com.br	

Descrição

Você está sendo convidado a participar de um estudo que investiga a **Validade, variabilidade, reprodutibilidade e precisão do pedômetro Power Walker® na contagem de passos em ampla faixa etária**. Esse estudo tem como objetivo avaliar a validade do pedômetro Power Walker®, equipamentos especializados na contagem de passos e consiste em um método atrativo por fornecer medida objetiva da atividade física com baixo custo e fácil manuseio. Entretanto, este equipamento ainda carece de validação por critério científico. Para tal, adotará metodologia baseada em teste durante situações laboratoriais e de vida livre envolvendo uma ampla faixa etária. Os protocolos do estudo envolverão caminhada de 200 m em pista de atletismo para população de adultos, meia idade e idosos, caminhada de adultos jovens em esteira rolante nas velocidades de 33, 50, 67 e 83 m.min⁻¹, mesmo protocolo aplicado a população infantil, com exceção da velocidade de 33 m.min⁻¹, e por fim utilização do pedômetro durante 8 dias consecutivos, envolvendo a rotina diária dos servidores da Universidade Federal de Viçosa. Antes do desenvolvimento de cada protocolo será disponibilizado um período de adaptação do indivíduo com o pedômetro, bem como adaptação em esteira.

Participação

Sua participação é voluntária. Você pode desistir de participar a qualquer momento durante o projeto sem nenhuma penalidade ou comentário. Sua decisão sobre a participação não irá de forma alguma impactar qualquer relacionamento atual ou futuro com a UFV.

Benefícios esperados

Acima de tudo é intenção desse estudo aumentar o corpo de conhecimentos dos métodos de medida da atividade física. O conhecimento de técnicas adequadas de mensuração dos

níveis de atividade física consiste em um pré-requisito indispensável a fim de verificar o impacto da atividade física na saúde da população.

Riscos

Não será realizada nenhuma atividade extra que exponha crianças, adultos e idosos a riscos.

Confidencialidade

Todos os comentários, respostas e dados mensurados serão tratados confidencialmente. Os nomes dos indivíduos não serão divulgados em nenhuma situação.

Termo de consentimento de participação

Para confirmar sua presença assine o Formulário de Consentimento.

Questões / Informações sobre o projeto

Caso tenha alguma dúvida ou deseje outras informações sobre o projeto entre em contato com o coordenador da pesquisa acima nomeado.

Dúvidas ou reclamações a respeito da condução do projeto

A UFV é compromissada com a integridade dos seus pesquisadores e com as condutas éticas dos projetos de pesquisa. Entretanto, se você tiver alguma dúvida ou reclamação sobre a conduta ética desse projeto você pode contatar o Comitê de pesquisa da UFV no telefone 3899-1269. O Comitê de pesquisa não é conectado com o projeto de pesquisa e pode facilitar a resolução de seu problema de forma imparcial.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-000 - Telefone: (31) 3899- 2258 - Fax: (31) 3899- 2249-E-mail: sec_des@ufv.br

Formulário de consentimento

**VALIDADE, VARIABILIDADE, REPRODUTIBILIDADE E PRECISÃO DO
PEDÔMETRO POWER WALKER® NA CONTAGEM DE PASSOS EM
AMPLA FAIXA ETÁRIA**

Assinando abaixo você está indicando que:

- Leu e entendeu o documento informativo desse projeto;
- Todas as suas questões foram adequadamente respondidas;
- Entendeu que se tiver qualquer questão adicional pode entrar em contato a equipe de pesquisa;
- Entendeu que você é livre para desistir a qualquer momento, sem nenhuma penalidade;
- Entendeu que você pode contatar o Comitê de ética no telefone 3899-1269 se você tiver qualquer preocupação sobre a conduta ética desse projeto;
- Concorda em participar do projeto;
- Discutiu esse projeto e seus requerimentos com sua criança, se ela participar.

Em caso de crianças, nome dos Pais ou Responsável: _____

Em caso de adultos, nome completo: _____

Endereço: _____

Telefones: Casa: _____ Trabalho: _____ Celular: _____

Data: __/__/2012

Assinatura do Participante (maior de 18 anos): _____

Declaração de participação (para população infantil)

Seus pais ou responsáveis deram permissão para que você esteja envolvido nesse projeto de pesquisa. Essa sessão do formulário é para obter sua concordância em participar.

Assinando abaixo você está indicando que o projeto lhe foi explicado numa linguagem que você entendeu e que você concorda em participar.

Nome do aluno: _____ Idade: _____

APÊNDICE B

Recomendações para o pedômetro DW

- Ao acordar coloque o pedômetro no cinto ou cós da calça;
- Retire-o apenas para o banho;
- Atenção na hora de ir ao banheiro para evitar queda do aparelho;
- Na hora de dormir abra o aparelho e anote o valor na ficha;
- Aperte o botão amarelo para zerar o aparelho;
- Feche o aparelho, coloque-o na cabeceira e boa noite;
- No dia seguinte, de manhã, certifique-se que o aparelho está zerado;
- Ao dirigir moto ou bicicleta retire o aparelho;
- Mantenha fora do alcance de crianças

Recomendações para o pedômetro PW (mesmas recomendações do DW)

- Coloque o pedômetro dentro do bolso na posição horizontal;
- No final do dia, após fazer a anotação do valor, zere o pedômetro apertando o botão branco acima do botão verde.

APÊNDICE C

FICHA DE COLETA
VALIDADE, VARIABILIDADE, REPRODUTIBILIDADE E PRECISÃO DO PEDÔMETRO POWER WALKER® NA CONTAGEM DE PASSOS EM AMPLA FAIXA ETÁRIA
Contato da equipe de pesquisa
Prof. Orientador: Paulo Roberto S. Amorim, PhD, e-mail: pramorim@ufv.br
Mestranda: Fernanda Rocha de Faria, Telefone: (31) 8713-9464, e-mail: fernanda_efi@yahoo.com.br

Nome: _____ Setor: _____ nº do pedômetro: _____
 Data de entrega: _____ Data de recolhimento: _____

Período	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia	6º dia	7º dia	8º dia
DW								
PW								

Obs: Fazer os registros ao final de cada dia, e se possível enviar um email a um dos responsáveis pela pesquisa com o total de passos do dia anterior.

ANEXO A

PARACER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISAS COM SERES HUMANOS



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS
Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-000 - Telefone: (31) 3899-1269

Of. Ref. Nº 042/2011/Comitê de Ética

Viçosa, 29 de abril de 2011.

Prezado Professor:

Cientificamos V. S^a. de que o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, em sua 3^a Reunião de 2011, realizada nesta data, analisou e aprovou, sob o aspecto ético, o projeto de pesquisa intitulado *Validade, variabilidade e reprodutibilidade do pedômetro Power Walker*.

Atenciosamente,

Professor Ricardo Junqueira Del Carlo
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
Vice-Presidente em exercício

Professor
Paulo Roberto dos Santos Amorim
Departamento de Educação Física

/rhs.