

Jorge Alberto Croniel Uate

Validade concorrente de dois métodos de avaliação de Actividade Física na população residente na cidade de Maputo

Mestrado em Actividade Física e Saúde

Universidade Pedagógica

Maputo

2020

Jorge Alberto Croniel Uate

Validade concorrente de dois métodos de avaliação de Actividade Física na população residente na cidade de Maputo

Dissertação de Mestrado a ser apresentada ao Departamento de Biodinâmica, Faculdade de Educação Física e Desporto, Delegação de Maputo, para a obtenção do grau académico de Mestrado em Actividade Física e Saúde.

Supervisor:
Professor Catedrático: António Prista

Universidade Pedagógica

Maputo

2020

Índice

Índice de gráficos.....	v
Índice de tabelas.....	vi
Abreviaturas.....	vii
Declaração.....	viii
Dedicatória.....	ix
Agradecimentos.....	xi
Resumo	xiii
Abstract.....	xiv
CAPITULO I - INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Problematização do estudo	18
1.2 Objectivos	20
1.2.1 Gerais	20
1.2.2 Específicos	20
CAPITULO II – REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1 Actividade Física.....	21
2.3 Métodos de avaliação	22
2.3.1 Métodos Objectivos	24
2.4 Sensores de Movimento	24
2.4.1 Acelerómetros.....	25
2.4.2 Limitações do Acelerómetro	26
2.4.3 Validade e fiabilidade dos Acelerómetros	27
2.5 Pedómetros	34
2.5.1 Limitações de Pedómetros	34
2.5.2 Estudos de validade e fiabilidade dos Pedómetros.....	35
CAPITULO III - MÉTODOLODIAS.....	43
3.1 Amostra	43
3.2 Avaliação de Actividade Física	43
3.3 Análise Estatística.....	44
CAPITULO IV - RESULTADOS	45

CAPITULO V - DISCUSSÃO	49
5.1 Resultados gerais	49
5.2 Comparação dos passos nos dois instrumentos	49
5.3 Validade concorrente de Acelerómetro, pedómetro e outros métodos	50
5.4 Limitações.....	52
CAPITULO 6 - CONCLUSÕES.....	53
CAPITULO VII - REFERÊNCIAS	54

Índice de gráficos

Gráfico 1. Representação gráfica da regressão linear entre os valores de passos registados pelo ACEL e o PED-----	46
Gráfico 2. Representação gráfica da regressão linear entre o tempo estimado em AFMV registado pelo Pedómetros e o Acelerómetros-----	48

Índice de tabelas

Tabela nº 1. Estudos de validade dos Acelerómetros-----	33
Tabela nº2 Estudos de validade dos Pedómetros-----	39
Tabela nº 3. Estudos de validade de acelerómetros e pedómetros-----	40
Tabela nº 4. Características, pontos fortes e fracos dos Acelerómetros e Pedómetros-----	42
Tabela nº 5. Comparação das médias de minutos em AFMV e passos diários nos dois instrumentos-----	45
Tabela nº6. Concordância de classificação de passos/dias por pedómetro e acelerómetros-----	46
Tabela nº 7. Concordância de classificação de minutos de AFMV por pedómetro e acelerómetros-----	47
Tabela nº8. Correlação dos passos diários e minutos de AFMV nos dos Pedómetros e Acelerómetros-----	47

Abreviaturas

Acel- Acelerómetro

AF - Actividade Física

AFs - Actividades Físicas

AFIMV - Actividade Física de Intensidade Moderada e Vigorosa

AFH – Actividade Física habitual

ADM - Água Duplamente Marcada

AMP - analisador metabólico portátil

IMC - Índice de Massa Corporal

CCC - Coeficiente de Correlação de Concordância

CV - Coeficiente de Variação

DE - Dispêndio Energético

DEAF - Dispêndio Energético em Actividade Física

DET - Dispêndio Energético Total

DP - Desvio Padrão

DPOC=doença pulmonar obstrutiva crónica

EPE - Erro Padrão de Estimação

FC - Frequência Cardíaca

MaiorVel - Maior velocidade

MenorVel - Menor velocidade

MET - Equivalente Metabólico

MG -Massa Gorda

MIG -Massa Isenta de Gordura

Min - Minutos

PAR-Physical Activity Recall

PED-Pedómetro

R - Coeficiente de Correlação de Pearson

SEM-semana I

VO2-Consumo de oxigénio

Declaração

Eu Jorge Alberto Croniel Uate declaro por minha honra que esta Dissertação de Mestrado é consequência da minha investigação peculiar e dos preceitos do meu orientador, seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão convenientemente citadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi publicado em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académica.

Maputo 9 de Marco de 2021

Jorge Alberto Croniel Uate

Dedicatória

Ao meu pai, Alberto Croniel Uate (em memória) e a minha mãe
Virgínia Augusto Balane Uate.

Agradecimentos

Vários foram às contribuições para que este trabalho se concretizasse principalmente nos momentos em que, o apoio humano é decisivo. Por este facto gostaria de expressar a minha gratidão e o meu apreço a todos aqueles que contribuíram directo ou indirectamente para que este trabalho se tornasse uma realidade.

Em primeiro lugar a Deus, o dono da vida, "até aqui o senhor me ajudou ", graça e louvor é para Ele.

Ao meu orientador Professor Catedrático António Prista, pelo apoio as suas instruções, meu muito obrigado.

O meu Professor Doutor Timóteo Daca pelo encorajamento no cumprimento das metas académicas e paixão pela ciência o meu muito obrigado.

A minha esposa e companheira Marza Joaquim Uate e os meus filhos Celcia Uate, Emerson Uate, Macla da Marza Uate e Adriela Uate por ter apoiado me nos mementos difíceis durante o meu curso.

Aos meus irmãos, Moisés Uate, Cornélia Uate, Flávia Uate, Sónia Uate, Croniel Uate, Alberto Uate, Gabriel Uate, Lúgia Uate e os meus sobrinhos Alberto Uate, Amélia Radio, Nandinho Waferre, Frede Uqueio, Arnardo Uqueio, Joaquim Sambo, Leonardo Waferre, Sónia Sambo, Erica Uqueio, Donald Uate, Verdonia Uate, Flávia Uate, Mandev Uate, Helena Valante, a Sérgio Uqueio, Joaquim Sambo, Eranive Vierra, Neima Valente e Alberto Uate muito obrigado pelo vosso apoio.

Aos colegas do Centro de Investigação e Treino da Polana Caniço (CISPOC) em especial a Drlvalda Muzivane pela cooperação com CIDAF, a Sheila Nhachungue, Cremildo Manhica, Carlos Da Silva, Inocêncio Chavane, Mariza Chivangue, Joaquim Macuacua, Hamilton Simão, Paulino de Souza e os demais colegas, o meu muito obrigado.

Aos docentes da Faculdade de Educação Física e Desporto obrigado por ter dado um apoio ao longo destes 3 anos. Ser vosso aluno foi uma grande honra. A Professora Carol Leandro, o Professor Paulo Farenatti obrigado pelo apoio.

Em fim, aos meus colegas da turma de Mestrado em Actividade Física e Saúde, Amílcar Tovel, Francisco Tchonga, Félix Chavana, Gomes Nhaca, Daniel Manjate, Nelson Psico, Issufo Anequir, Samuel Chiau, Melchior Michaque, Vitória Nihavanguana, Sílvia Dias, muito obrigado por ter apreendido muitas coisas convosco, espera que a partir daqui seja o início da nossa amizade.

Resumo

Introdução: A busca dos métodos eficazes para avaliar AF num contexto populacional, tem sido uma grande preocupação dos pesquisadores que dão importância para desenvolver instrumentos que sejam acessíveis do ponto de vista de custo, facilidade, aplicação e abrangência. **Objectivo:** Avaliar a fiabilidade e validade concorrente entre dois métodos de avaliação da actividade física (AF) na população de cidade de Maputo. **Metodologia:** Cento e oitenta indivíduos residentes num bairro peri urbano de Maputo todos assintomáticos, com idades compreendidas entre os 15 e 64 anos sendo 73 do sexo masculino e 107 do sexo femininos, seleccionados aleatoriamente de entre (282) agregados familiares num total de oitocentos e quarenta e três (843) indivíduos dum estudo de vigilância epidemiológica. Os sujeitos usaram durante 7 dias consecutivos e simultaneamente um pedómetro (PED) (versão 1-866-342-2328) e um Acelerómetro (ACEL) (Actigraph modelo activelife 6.1.1). Os aparelhos foram colocados ao nível da cintura pélvica. **Resultados:** Em media o PED registou mais passos (PED=7095,3 ± 4084,2; Accl=4910,9±3444,2;p=0,000) e menos tempo em Actividade Física Moderada e Vigorosa (AFMV) (PED=24,26±24,93 ACEL=29,13±25,89±25,89; p=0,000). A concordância foi em passo foi 85% e no tempo de AFMV de 66%) sendo o coeficiente de correlação intraclasse de $r = 0,78$ e $0,60$ para a medida dos passos e do tempo em AFMV respectivamente. **Conclusões:** A comparação dos valores em passos e tempo em AFMV foram significativamente diferentes sendo a medida dos passos superior no PED e da AFMV no acelerómetro.

Palavras-chave: Métodos de AF, pedómetro, acelerómetro.

Abstract

Introduction: This archfor effective methods to assess PA in a population context has been a huge concern of the researchers who give importance to develop tools which are accessible from the viewpoint of cost, facility, application and scope. **Objective:** Evaluating the reliability and validity concurrent between two methods of assessing physical activity (PA) in the population of Maputo city.

Methodology: One hundreds and eight individuals residing in a peri urban neighborhood of Maputo, all of them asymptomatic, aged between 15 and 64 years of age, 73 of them male and 107 female, randomly selected from (282) households in a total of eight hundred and forty-three (843) individuals from an epidemiological surveillance study. The subjects used for 7 consecutive days simultaneously a pedometer (PED) (version 1-866-342-2328), and an Accelerometer (ACEL) (Acti Graph model active life 6.1.1). The devices were placed at the level of pelvic girdle. **Results:** On average, PED recorded more steps (PED=7 095,3±4 084,2; ACEL=4 910,9±3 444,2;p=0,000) and less time of moderate and vigorous physical activity (AFMV) (PED=24,26±24,93 ACEL=29,13±25,89±25,89; p=0,000). Concordance in step was 85% and in MVPA time was 66%, with the infraclass correlation coefficient of = 0, 78 and 0, 60 for the measurement of steps and time in MVPA, respectively.

Conclusions: The comparison of values in steps and time in MVPA were significantly different with the step measurement being higher in the PED, and AFMV on the accelerometer.

Key words: Methods of PA, pedometer, accelerometer.

CAPITULO I - INTRODUÇÃO

A Actividade Física (AF) é qualquer movimento corporal realizado pelo sistema músculo-esquelético que resulta no aumento substancial do dispêndio energético, podendo ser categorizada tendo em conta o tipo de contração muscular, o gasto energético e o seu propósito (CASPERSEN et al., 1985).

A busca de métodos para avaliar AF num contexto populacional, que sejam acessíveis do ponto de vista de custo e facilidade de aplicação, tem sido uma preocupação dos pesquisadores das ciências do desporto. Neste sentido, parece ser necessária cautela na escolha do método para avaliar a AF, pois ele deve poder abranger todas as peculiaridades do fenómeno em estudo, que tende a variar de acordo com o ambiente, cultura e características sociodemográficas da população (Florindo et al. 2004; SCHOELLER e RACETTE, 1990).

A avaliação da AF permite descrever, classificar os hábitos das populações e monitorizar as suas alterações ao longo do tempo (MACHADO; ABAD, 2012). Na literatura, são descritos mais de 30 métodos de avaliação da AF, agrupados em métodos directos (por exemplo Água duplamente marcada, Sensores de movimento (Acelerómetros, Pedómetros) e indirectos (por exemplo diários e questionários) (KOHL et al., 2000).

Os sensores de movimento, particularmente os Acelerómetros (ACELs) e Pedómetros (PEDs), parecem ser os métodos de avaliação da AF cada vez mais utilizados em estudos que envolvem grandes amostras (DUNCAN 2007; MITSUI et al. 2008; Harris et al. 2009; BASSET et al. 2010; Rosa et al. 2011; DYRSTAD et al., 2014; BUENO et al. 2016; PTOMEY et al. 2017).

Os ACELs são aparelhos portáteis sensíveis à aceleração do corpo e consistem na transmissão de sinais piezoeléctricos estimulados pela força de aceleração sendo posteriormente convertidos em unidades de processamento

indicando assim a quantidade de movimento realizado, podendo estender esta informação aos três eixos do movimento (HENSLEY et al., 1993).

Através de algoritmos derivados de investigação experimental, os dados do ACEL permitem uma estimativa da intensidade e duração da AF, podendo estimar se os custos energéticos (SCUTZ et al. 2001). Eles são relativamente pequenos, leves e geralmente colocados ao nível da cintura pélvica e ou no pulso radial, tendo um cinto que permite o seu ajuste. Portanto as contagens de actividades são somadas ao longo de um período (epoch) predeterminada, podendo ser por 1 segundo, 5 segundos, 15 segundos, 30 segundos ou mesmo 1 minuto (TROST et al., 2011).

O PED é um contador mecânico que grava movimentos de passos em resposta a aceleração vertical do corpo (HENSLEY, et al. 1993). A capacidade dos PEDs está reduzida em medir a quantidade de passos diários, não obstante algumas marcas mais modernas fornecerem, por estimativa, informações sobre a distância percorrida e o gasto energético (CROUTER et al., 2003).

É comum entre os autores afirmarem que os ACELs são sensores de movimentos objectivos, práticos, precisos e confiáveis para quantificar o volume e intensidade de AF, mesmo para quantificar actividades como a caminhada e a corrida (CROUTER et al. 2010), diferentemente dos PEDs que se restringem em quantificar o número diário/semanal de passos (JAGO et al., 2006).

Os custos associados a cada um dos instrumentos são distintos bem como a facilidade de extracção e processamento da informação a desfavor em ambos os casos dos ACELs que, sendo substancialmente mais caros, exigem procedimentos de preparação e extracção de dados mais complexos e morosos. Particularmente no que refere a estudos de grandes amostra e no uso individual quotidiano, os PEDs apresentam grandes vantagens. Contudo a medida da correspondência da informação com os PEDs não está totalmente estabelecida e varia de estudo para estudo (LOUIE e CHAN, 2003; SIRARD et al., 2005)

Ambos os instrumentos têm sido utilizados em diferentes estudos realizados em Moçambique (DACA et al. 2016; DOS SANTOS et al. 2017; MANYANGA et al. 2019) e África (DIOUF et al. 2016; MSAMBICHAKA et al. 2018). Não obstante, não se conhecem estudos referentes à validade concorrente dos dois realizado nesta região.

É neste contexto que a literatura continua a encorajar estudos relativos à validade concorrente entre os diferentes métodos de avaliação da AF para diferentes extractos populacionais. O presente trabalho, procurou determinar a validade concorrente na avaliação da AF feita por ACEL e PED na população residente numa zona suburbana da Cidade de Maputo.

1.1 Problematização do estudo

A prática regular de AF apresenta uma relação positiva com o bem-estar proporcionando benefícios ao nível mental, físico e social do indivíduo, relação primordial, ao longo da idade, para a manutenção da capacidade funcional que influencia na autonomia e independências (PAFFENBARGER et al., 1986).

A busca da melhor medida (a que esteja mais próxima da realidade) que permita melhor identificar o padrão da AF numa população específica é de grande utilidade, o que legitima a importância dos estudos de validação dos instrumentos de forma a assegurar a validade da informação (LAPORTE e CASPERSEN, 1985).

A literatura robustece se em procurar obter informações mais próximas possíveis do fenómeno real recorrendo ao uso das técnicas psicométricas sugeridas para o uso da validade e fiabilidade da medida (BASSETT Jr, 2000). Sabe-se porém, que nem todos os métodos de medição da AF conseguem captar toda a informação disponível reforçando a ideia da necessidade de estudos continuados sobre a validade e fiabilidade (WELLK et al., 2000).

Os ACELs e PEDs são dois dispositivos com sensores de movimento que têm sido utilizados para quantificar a AF, não obstante ainda continuarem a demonstrar limitações relativamente a captação de todas as componentes do movimento (tipo, intensidade, frequência e duração) em simultâneo (DOLLMAN et al. 2009). Assim, o ACEL, tal como o PED apresentam limitações a conseguir captar todas as componentes com precisão, deixando simultaneamente de observar aspectos qualitativos do movimento, como por exemplo as preferências e a participação dos sujeitos em determinados tipos de actividades (SKENKER et al., 2015; COFFMAN et al., 2016). De facto, cada dispositivo, em função de sua especificidade, utiliza diferentes unidades de medida, dificultando o estabelecimento de equivalências lineares (CROUTER et al. 2003; ROWLANDS et al. 2007).

Perante estas limitações e a necessidade da melhoria da qualidade dos dados colectados, exige-se que os métodos da avaliação da AF sejam validados na população específica em que se aplicam. Dai que para o presente estudo pretende saber qual é a validade concorrente de dados colectados, em simultâneo, entre o ACEL e o PED, numa população sub urbana da Cidade Maputo, onde se tem realizado múltiplos estudos utilizando ambos os instrumentos.

1.2 Objectivos

1.2.1 Gerais

Determinar a validade concorrente de dois métodos de avaliação de Actividade físico aplicada na população residente na zona suburbana da cidade de Maputo.

1.2.2 Específicos

Comparar, numa população de bairro suburbano de Maputo, o número de passos diários determinadas pelo Acelerómetro e o pedómetro;

Comparar, numa população de bairro suburbano de Maputo, o tempo médio despendido em actividade física moderada e vigorosa (AFMV) quando determinado pelo Acelerómetro e o pedómetro;

CAPITULO II – REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo faz menção dos aspetos relevantes que usamos como base da sustentação teórica. Encontramos nesse capitula AF desde o seu conceito, até o estado de arte. Em seguida apresentamos os métodos diretos particularmente os sensores de movimento (pedómetros e acelerómetros). Também estão mencionados aqui a validade do ACEL e PED

2.1 Actividade Física

Actividade física (AF) foi definida como a realização de qualquer tipo de movimento corporal produzido pela musculatura esquelética, que resulte num dispêndio superior aos valores de repouso (CASPERSEN et al., 1985).

A AF é composta pelas seguintes dimensões: frequência (número de eventos de Actividade física durante um período de tempo específico); duração (tempo de participação em um único período de Actividade física); intensidade (esforço fisiológicos associados à participação em um tipo especial de Actividade); e tipo de Actividade (JOSEPH et al., 2015).

Qualquer avaliação de AF deve ter em conta todas as suas dimensões responsáveis pela sua variação diária (WELCH et al. 2008). A intensidade, frequência e duração são as três dimensões fundamentais para fornecer importantes informações para calcular a capacidade energia associada à AF.

Na avaliação da AF, o dia-a-dia e a variabilidade sazonal precisa também ser considerada, pois pode influenciar no número de dias medidos. Adicionalmente ao aferir o nível da AF deve se tomar em domínios de actividade, geralmente definidos como sendo doméstico, ocupacional, transporte e de lazer (MACHADO e DENADAI, 2013, BIDDLE et al., 2009).

O Exercício é uma componente do lazer de AF, realizado de forma planificado, estruturando os movimentos corporais repetitivos para melhorar ou manter um ou mais componentes da aptidão física (CASPERSEN et al.,1985, SEABRA et al., 2008)

Estudo na área da AF, principalmente o de carácter epidemiológico, baseia-se em estudos que recorreram a métodos de subjectivas. Contudo, é evidente que possuem limitações inerentes, já que são por natureza subjectivos (BENEDETTI et al., 2007; WESTERTERP 2009)

2.3 Métodos de avaliação

Avaliar AF, constituem uma grande dificuldade entre os pesquisadores pelo facto da sua complexidade e por seu turno a sua medição exige uma precisão (MELANSONFREEDSON, 1996). Na literatura existem mais de 30 métodos para avaliar a AF. Essa multiplicidade é, pelo menos em parte, justificada pelo vasto conjunto de dimensões que o fenómeno apresenta e pelas complexas relações que cada uma delas estabelece com diferentes aspectos da saúde (LAPORTE e CASPERSEN 1985). Em conformidade com as demissões de AF que se pretende estudar, deverá sobressair uma diferente operacionalização do conceito assim como o instrumento de medição mais apropriado.

Cada uma das abordagens na avaliação é susceptível de medir apenas uma parte do padrão do comportamento global (LAPORTE et al., 1985)

A escolha dos métodos de avaliação deverá ser orientada pelos objectivos da pesquisa (KOHL et al. 2000; MONTROYE et al. 1996), estar dependente das idades dos participantes (KOHL et al. 2000) e de questões de ordem prática que se prendem com custos, tempo para a realização do estudo, aceitabilidade do instrumento por parte da amostra e exequibilidade (LAPORTE et al. 1985). Para além destes factores, há ainda a considerar a circunstância da opção dever também ter por base a validade, fiabilidade e praticabilidade do instrumento (FREEDSON e MELANSON, 1996). Para ser válido, o instrumento deve medir aquilo que se propõe medir; para ser fiável deve ser consistente perante as mesmas circunstâncias; se for fidedigno e válido é também preciso (LAPORTE et al. 1985); para ser prático deve ter “custos” aceitáveis tanto para o investigador como para o participante.

Outras considerações deverão incluir a intrusão provocada pelo instrumento, a sua influência nos níveis de AF dos participantes, as possíveis falhas e a “contaminação” ou alteração dos dados (MONTROYE et al. 1996). Torna-se, portanto, evidente, quão difícil é medir com precisão um fenómeno que é multidimensional por natureza, e que é passível de ser avaliado de diferentes formas. Tornar-se-á claro também que qualquer técnica ou instrumento de avaliação mede somente uma parte do “todo” do fenómeno AFH (BASSETT, 2000; MONTROYE et al. 1996). Daqui que uma avaliação mais completa exija uma recolha de informação associada às diferentes dimensões (BASSETT, 2000).

O conhecimento na área da AF, principalmente o de carácter epidemiológico, baseia-se em estudos que recorreram aos questionários de AF devido aos seus baixos custos e facilidade de implementação. Todavia, é evidente que possuem limitações inerentes, já que são por natureza subjectivos (BASSETT, 2000). Torna-se pois necessário explorar métodos alternativos que não estejam dependentes da aptidão do sujeito em recordar o seu padrão de actividade, especialmente em idades muito jovens. Os sensores do movimento têm a potencialidade de eliminar este tipo de problemas (FREEDSON et al., 1998).

Um grande número de aparelhos mecânicos e electrónicos têm vindo a ser desenvolvidos com o intuito de trazer objectividade e precisão às medições. Dentre os instrumentos que monitorizam o movimento, encontram-se os ACELs e PEDs, métodos alternativos aos questionários, que medem a aceleração corporal e estimam o dispêndio energético associado. Os PEDs apenas quantificam o movimento e os ACELs mensuram simultaneamente a quantidade, intensidade e direcção do movimento (LAPORTE et al. 1985). Apresentamos de seguida informações mais pormenorizadas acerca destas ferramentas.

2.3.1 Métodos Objectivos

Os métodos objectivos são aqueles que medem directamente a quantidade de AF, os mais utilizados são os seguintes: água duplamente marcada, observação directa, calorimetria indirecta, monitores cardíacos e sensores de movimentos. Esses são os métodos mais precisos para avaliar AF. No entanto, muitas vezes são muito caras para serem aplicadas em grandes populações (WESTERTERP 2007; WELK et al. 2000; SIRARD e PATE, 2001). Neste presente trabalho só iremos falar dos métodos objectivos especificamente os sensores de movimento, ACELs e PEDs.

Os ACELs e PEDs são métodos objectivos por sua vez, fazem parte dos sensores de movimento, cada instrumento apresenta a sua especificidade, mais também eles apresentam algumas similaridades.

2.4 Sensores de Movimento

Os sensores de movimentos são dispositivos mecânicos e electrónicos que captam o movimento ou a aceleração de um membro ou do tronco, dependendo da parte do corpo onde este é colocado. Os sensores mais conhecidos são os ACELs e PEDs.

Muitos investigadores têm procurado avaliar a utilidade dos sensores de movimento, com o intuito de trazer objectividade e precisão do domínio de AF (TROST et al, 2005;FREEDSON et al. 2005; TUDOR – LOCKE et al. 2012;GRENT et al. 2008; MADDOCKS et al. 2008; PRISTA et al. 2009; DACA et al. 2020).

Apesar da probabilidade apresentada pelos sensores de movimentos, alguns cuidados devem ser tidos na observação dos dados provenientes dos estudos com recurso a este método devido às suas limitações. Os sensores não contabilizam qualquer acção por envolver um movimento vertical, ainda há o risco de esquecimento de colocar o aparelho. Uso de sensores de movimento é viável em estudos epidemiológicos baseados em campo (RIDDOCH et al.,2004).

2.4.1 Acelerómetros

Os ACELs são sensores do movimento, sensíveis a variações na aceleração do corpo num ou nos três eixos e, por isso, são capazes de determinar uma medição directa e objectiva da frequência, intensidade e duração dos movimentos referentes à AF realizada (BOUTEN et al., 1994). Quando um indivíduo move-se o corpo sofre uma aceleração, teoricamente proporcionar a força exercida pelos músculos responsáveis por essa aceleração e, por isso, proporcional à energia despendida (MONTROYE et al. 1996). A avaliação da AF através da medição do movimento do sujeito é cada vez mais atraente porque, à partida, toda a AF requer movimento; os mais activos movem-se mais do que os menos activos e, por outro lado, a quantidade de movimento é, provavelmente, mais precisa na avaliação da AF do que a estimação do DE (LAPORTE et al. 1985). Os sensores do movimento são actualmente utilizados para quantificar uma generalidade de movimentos realizados diariamente e para efectuar estimativas do DE semelhante.

Tem-se observado uma menor disponibilidade dos ACELs no mercado; por este motivo são mais práticos e também tecnologicamente mais sofisticados, providenciando informações mais precisas. Os ACELs uniaxial (uma dimensão) que constituem um dos modelos menos usados, mede a aceleração corporal apenas no eixo vertical. Por outro lado o triaxial (três dimensões) mede a aceleração em 3 eixos. Tendo em conta que a movimentação do corpo é multidireccional muitos autores consideram como método mais apropriado para a avaliação da AF e do DE a medição nos três eixos, comparativamente com a medição do movimento corporal num só eixo (ESTON et al. 1998; LEENDERS et al. 2000; MONTROYE et al. 1996). Outros autores referem que actividades esporádicas como as realizadas pelas crianças podem não ser adequadamente medidas através de um aparelho unidimensional (WELK et al., 1995).

As novas tecnologias permitiram o desenvolvimento de sensores de movimento, como é o caso de ACEL TRITRAC – R3D (medidas: 11 x 6.9 x3.3 cm; peso: 170 g). Este ACEL avalia a aceleração corporal em três eixos (Antero – posterior,médio – lateral e vertical) e providencia um valor composto resultante, designado de vector magnitude ou vector resultante. Efectua os registos de actividade em intervalos de tempo que variam de 1 a 15min, tem uma capacidade de armazenar informação de 31 dias e é alimentado por uma bateria de 9 volts (MONTROYE et al. 1996). Este instrumento tem sido proposto como um método adequado de avaliação da actividade em crianças e outros grupos populacionais (BOUTEN et al. 1994; CHEN e SUN 1997;Rodrigues et al. 2002;RYAN et al. 2014; KAVOURAS et al. 2008).

As vantagens deste aparelho incluem: a) a possibilidade de ser aplicado a qualquer grau etário; b) o facto de ser compatível com as actividades quotidianas, permitindo assim avaliar os sujeitos em condições reais de vida; c) a grande capacidade de armazenamento de dados; d) a não existência de comandos que possam ser manipulados externamente e) a capacidade de avaliar a actividades durante períodos de tempo específicos, possibilitando a análise da frequência, duração e intensidade.

2.4.2 Limitações do Acelerómetro

Marcas diferentes dos ACELs não medem comparativamente no mesmo protocolo, durante os dois processos mecânicos, calibração e actividades habitual, ESLIGER e TREMBLAY, (2006); MACFARLANE et al. (2006). Não há um estudo rigorosamente comparando a saída de todos os ACELs comumente usados e não é possível identificar um modelo ACEL superior (FREEDSON et al. 2005; TROST et al. 2005).

A principal limitação dos ACELs são a incapacidade de avaliar com precisão o movimento associado à actividades não ambulatória, como andar de bicicleta, especialmente dispositivos usados no quadril FREEDSON et al. (2005). Em muitas populações a maioria actividades habitual é ambulatórias, os

comportamentos de AF são mais variada e uma grande quantidade de variação na AF será perdida se essas actividades não forem precisas gravadas. O ACEL triaxial deve teoricamente ser capaz de capturar o movimento não ambulatórios actividades com mais precisão do que a ACEL uniaxial mas não há evidência directa disso FREEDSON, (2005) pois a maioria dos estudos compararam ACEL uniaxial e mostra resultados relativamente comparáveis (LEENDERS et al. 2001; MASSE et al. 1999; WELK et al. 2000; HENDELMAN et al. 2000).

Mesmo durante a actividades ambulatória, ACEL uniaxial tem algumas limitações. Contagens de ACTigraph por minuto (cpm) subir linearmente com a velocidade da caminhada, mas nivelar a aproximadamente 10 000 cpm em adultos e 8000 cpm em crianças durante a corrida BRAGE (2003). Devido à frequência filtrando neste dispositivo em particular, a actividades conta declinar a velocidades mais rápidas e a 20 – 26 km / h não são significativamente diferente daqueles registados durante andando a 6 km / h ROWLANDS, (2007). É possível garantir que todas as velocidades de corrida são avaliadas como intensidade pelo menos vigoroso por engenharia reversa do filtro BRAGE (2003), mas um platô sobre 10 km / h não podem ser evitados ao usar a ACELs uniaxial sozinho. Os ACELs triaxiais são capazes de capturar com precisão a aceleração horizontal aumentada de corrida ROWLANDS (2007); TUDOR-LOCKE (2006), mas os dispositivos triaxiais disponíveis mostram fiabilidade inferior em comparação com alguns dos ACELs uniaxiais usados ESLIGER (2006). Na prática, as limitações dos ACELs uniaxiais na corrida pode ser menos importante para o monitorar a vida na actividades habitual, como a grande maioria das pessoas carregam muito pouca corrida regular dessa intensidade.

2.4.3 Validade e fiabilidade dos Acelerómetros

Vários estudos avaliaram a validade dos ACELs, e mais validados foram o ACTigraph TRITRAC-R3D na avaliação de AF e DE em diferentes amostras de crianças e jovens em adultos, idosos e populações especiais examinaram a

validade dos ACEL (WELK e CORBERTIN1995, DE CRAEMER et al. 2014;ABEL et al. 2008).

A validade é o grau de precisão com que o instrumento mede ou avalia o que se propõe medir ou avaliar (CORDER et al. 2008, NASKA et al. 2017). A determinação da validade realiza se comparando os resultados com os valores dos outros métodos critérios, de preferência um “Gold standard”. Relativamente às questões de validade, KOHL et al. (2000) referem que estudos sobre instrumentos de avaliação desenhados para avaliar um constructo (Actividade física), que são validos recorrendo ao uso de ferramentas que avaliam um outro constructo (por exemplo o dispêndio energético), estão com certeza limitados no total de concordância ou validade esperada por causa da combinação imprecisa do método de avaliação e do critério de validação (KOHL et al., 2000).

Estudos realizados, para validar o ACEL, com critério de frequência cardíaca na avaliação da AF em crianças em situações reais de vida (COLMEN et al. 1997 e WELK e COBERTIN 1995).

Um outro estudo realizado com propósito de determinar qual dos indicadores, frequência cardíaca ou ACEL determinava a medição mais valida em duas situações de avaliação, usando a medida critério a observação direta. Os achados sugeriram que os dois instrumentos determinavam uma informação semelhante, mostrando o ACEL ser um instrumento valido da AF em situações de maior e menor Actividade (WELK e CORBIN 1998).

Estudos realizados com propósito de investigar a validade concorrente de ACEL em crianças dos (9 aos 11anos) de idade. As correlações encontradas foram moderadas ($r = 0.50$) para os 3 dias de monitorização. Contudo, quando os autores fizeram a divisão do dia nas suas diferentes partes, observaram variações nas correlações entre as medidas, dependendo do tipo e duração da Actividade das crianças. As correlações eram mais elevadas nas actividades espontâneas, onde as crianças tinham oportunidade se ser mais ativas ($r = 0.83$

a $r = 0.89$) e mais baixas quando a Actividade era menor (sala de aula, $r = 0.41$) ou era estruturada (aula de educação física, $r = 0.69$). Os autores concluíram, face aos resultados, que o ACEL era um instrumento válido na avaliação da AF diária das crianças (WELK e CORBIN 1995).

Morris et al., 2019, propuseram avaliar a concordância de cinco disponíveis comercialmente de ACEL na estimativa do GE durante a realização de um ataque agudo de alta intensidade treino funcional, em 47 adultos saudáveis e ativos com uma média de $(28,5 \pm 11,6)$ anos). Cada participante completou uma sessão de treino funcional 15 minutos treino que consiste em 12 repetições, cada participante usava o analisador metabólico portátil (AMP). Em comparação com o (AMP) existe um coeficiente de correlação (r) entre as medições de calorimetria indireta do (AMP) e os rastreadores AF. A correlação mais forte entre o (AMP) e os rastreadores de AF foi exibido com o ACEL ($r = 0,74$). Os coeficientes de correlação para os outros rastreadores de AF variaram de $r = 0,15 - 0,70$ quando em comparação com (AMP). Os resultados concluíram face aos resultados que o ACEL mostra-se altamente válido para avaliar AF durante o treino funcional.

Welk et al. (2000) com propósito de avaliar a validade concorrente de 3 sensores modernos em condições laboratoriais. O estudo foi constituído por 52 adultos com uma idade média de 29 anos, usando a calorimetria indireta como medida-critério. A correlação entre os aparelhos e o consumo de oxigénio foi superior na circunstância laboratorial comparativamente com a de terreno. No laboratório, o ACEL (CSA) produziu estimativas de DE precisas, enquanto o ACEL (TRITRAC). Os autores concluíram que cada aparelho produziu informações semelhantes a avaliar pelas correlações encontradas entre si, tanto no laboratório como no terreno.

Gastin et al. 2017, num estudo realizado com propósito de avaliar a validade do ACEL Acti Graph e braçadeira BodyMedia para estimar o GE durante o exame de AF e momentos desportivos de campo. Vinte e seis adultos activos

completaram uma única sessão de 90 minutos envolvendo intervalos alternados de exercício na caminhada e na corrida. O GE foi total foi significativamente subestimado por ACEL e diferente quando estimado por BoyMedia. Neste estudo os autores que o ACEL e BodyMedia não fornecem de GE validas entre uma variedade de modalidades e intensidade do exercício quando comparada com uma medida de critério.

Estudo realizado por Ekelund et al. (2001) com propósito de validar ao longo de duas semanas o ACEL para avaliação de AF em crianças com uma média de 9.1anos de idade, usaram double labeled water como medida-critério. Os autores concluíram que as contagens de actividades do ACEL providenciavam dados válidos para se avaliar a quantidade total de AF em crianças de 9 anos de idade; que contribuíram significativamente para a explicação da variância no dispêndio energético total e que foram o melhor preditor do dispêndio energético na AF.

Eston et al. (1998), realizaram um estudo com o propósito de identificar os coeficientes de validação de vários instrumentos na avaliação da AF em 30 crianças galesas (idade: 8 a 10 anos), os autores concluíram que o ACEL providencia a melhor avaliação da AF, já que mostrou as correlações mais elevadas com o consumo de oxigénio, medida critério utilizada pelos investigadores ($r = 0.90$). Louie et al. (2003) tiveram as mesmas conclusões quando aplicaram o mesmo estudo numa amostra de 31 crianças chinesas com idades compreendidas entre 8 e 10 anos. Ambos os estudos encontraram correlações mais elevadas entre o vector magnitude do TRITRAC e a medida critério.

Nichols et al. examinaram a fiabilidade (inter-instrumento e inter-sessões) e a validade do ACEL na estimação do DE, durante a marcha e a corrida, em 60 jovens adultos com idades entre os 18 e os 35 anos. Usaram a calorimetria indireta como medida-critério de validação usada. As sessões demonstraram que o ACEL é altamente fiável em todas velocidades testadas ($r = 0.87 - 0.92$).

Os autores concluíram que os dados indicaram que o ACEL distinguiu com precisão.

Chen e Sun (1997) realizaram um estudo em condições laboratoriais, em 125 sujeitos testados dos 19 aos 62 anos de idade, com propósito avaliar a validade da estimativa do DE por ACEL, tendo como critério colometria indireta. Observaram que a estimativa do DE, do ACEL esteve altamente correlacionada com o dispêndio energético total (DET) medido por calorimetria ($r = 0.93$), o mesmo para minutos ($r = 0.86$). O DE formulado pelo ACEL na situação de repouso, foi semelhante aos valores medidos por calorimetria indireta. Os autores concluíram que o ACEL subestimou o DET, tanto no dia considerado normal como no dia de exercício.

Estudos de validação anteriores mostraram resultados semelhantes, com ACELs superestimando com GE durante actividades leves, como caminhar e várias tarefas de vida livre e subestima durante intensidade da actividade, como corrida. (CROUTER et al. 2013, MACHAC et al. 2013,) Estudo realizado por MACHAC et al.2013 relataram uma super estimação de GE por SWA de aproximadamente 78% durante caminhada em esteira a 4 km / h, mas quando a intensidade era aumentada para caminhar a 5 km / h em uma inclinação de 5%, a DE foi subestimada em -7%.

Num estudo realizado com o propósito de examinar a validade da ACEL na avaliação da AF de intensidade moderada no campo, em Vinte e cinco sujeitos completaram quatro episódios de caminhar sobre o solo em uma gama de velocidades auto seleccionadas, nas actividades de jogar dois buracos de golfe e executar indoor e actividades domésticas. Os resultados mostram que as relações entre contagens e METs foram mais fortes para caminhar (CSA, $r=0,77$; Tritrac, $r=0,89$) do que para as outras actividades. Os autores concluíram que a relação contagem versus METs para ACELs foi considerada dependente do tipo de actividade realizada, o que pode ser devido à incapacidade dos ACELs de

detectar o aumento do custo de energia do movimento da parte superior do corpo (HENDELMAN et al., 2000).

Jakicic et al. (1999) determinaram a validade e a fiabilidade do ACEL na estimativa de GE em diferentes exercícios, em condições laboratoriais, usando como medida-critério de validação a calorimetria indireta. Fizeram parte de estudo 20 sujeitos com idades compreendidas entre os 18 e os 35 anos. Constataram que houve uma correlação significativa entre os dois acelerómetros usados, ($r = 0.42$ a 0.92). Os autores concluíram que a validade o ACEL é válida

Estudo realizado por RIEL et al. (2016) em Dinamarca, numa amostra de trinta participantes saudáveis média de idade (27,9 anos), o estudo procurou investigar a validade de critério da Mãe e ActiGraphGT3X-BT nos passos de medição comparando os dispositivos com um registo manual, os dados indicaram que a mãe mostrou uma excelente correlação ($r=0,88$) em todas as velocidades.

Sherman et al. (1998) realizaram um estudo com 16 sujeitos com uma média de idades de 24 ± 3 anos, com o propósito de avaliar a capacidade do ACEL para a medição do DE nas antes de exercício, na marcha no tapete e depois de exercício. Observou se uma relação significativa entre o DE proveniente da calorimetria indirecta e o DE obtido no ACEL ($r = 0.96$). Os autores concluíram que o ACEL usado mediu de forma precisa o DE, excepto na situação de repouso logo após o exercício.

Tabela nº 1. Estudos de validade dos Acelerómetros

Autor, Ano	Metodologia	Resultados	Conclusões
De Craemer et al., 2014	43 Crianças com a média de idade de 5,3. Instrumentos ACEL	PassosX AFMV $r=0.82$	ACEL é valido para avaliar passos e AFMV em crianças
Welk e corbertin	35 Crianças dos 9-10 anos). Intru. ACEL	AFMV $r=0,50$	O ACEL é valido para avaliar AF
Morraís et al.,2019	47 participantes, media de idade de (28.5 ± 11.6 aos), inst ACEL	PMA *ACEL $r=0,72$	O ACEL é valido para avaliar o DE
Riel et al., 2016	30, participantes, idade media 27,9. Instrumento ACEL	$r= 0,88$	Os passos das mães foram validos
Sherman et al., 1998	16, adultos, com uma media de 24 ± 3 anos de idade. Instru. ACEL	$r=0,96$	O ACEL é um instrumento valido
Jakicic et al., 1999	20, adultos, idades compreendidas entre 18 a 35 anos de idade. Instr. ACEL	$r=0,42-0,92$	O ACEL é valido
Hendelman et al.,2000	125 adultos com idades compreendidas entre 19 a 62 anos de idade. Instru. ACEL	$r=93$	O ACEL é valido para medir DET

Legenda: AFMV= actividade física moderado vigoroso; PMA = Analizadorportate metabólico, Dispêndio energético, r = correlação, ACEL= Aceleróme, DET=Despêndio energético tota

2.5 Pedómetros

PED consiste em um braço de alavanca suspenso por mola que se move com a vertical aceleração dos quadris durante a caminhada (TUDOR-LOCKE et al.,2002). Normalmente PEDs que consistem por um sistema mecânico acionado por engrenagem, são menos precisos que os novos modelos eletrônicos (MELANSON et al., 2004). São economicamente viáveis para uso em grandes amostras, mais baratos que os ACELs (SCHNEIDER, 2003). Os PEDs fornecem um total diário passos dados e, algumas vezes, uma distância calculada valor do gasto energético.

Semelhante dos ACELs, os PEDs são insensíveis a certos modos de exercício, como andar de bicicleta. Os PEDs parecem ser uma medida válida de AF em crianças, apesar de poucos estudos realizados na população pediatria devido a maior perda do instrumento e variedades constantes de movimento. (BEETS et al., 2011).

2.5.1 Limitações de Pedómetros

O uso e validade de PED em AF a pesquisa foi sistematicamente revisada TUDOR-LOCKE (2002) e diferentes marcas rigorosamente comparadas SCHNEIDER (2003); TUDOR-LOCKE (2006); CROUTER et al., (2003), e as saídas passo a passo de várias marcas dos PEDs não são necessariamente comparável MELANSON et al., (2004); SCHNEIDER et al., (2003). Oito em cada dez eletrônicos PEDs em comparação recente foram considerados preciso, com passos gravadas não significativamente diferentes dos passos reais SCHNEIDER et al. (2003). No entanto, três marcas (Kenz- Lifecorder. Novos estilos de Vida NL-2000 e Yamax Digi walker SW-701) foram consideradas superiores a 400 m teste de caminhada em pista, com precisão de 3% dos passos testados SCHNEIDER et al, (2003). Directrizes para a precisão dos PEDs de nível de pesquisa foram sugeridas recentemente, que, se implementados deve melhorar a precisão e consistência dos dados do PED (TUDOR-LOCKE 2006).

Assim como os ACELs, os PEDs não conseguem determinar com precisão registrar movimento de actividades não ambulatórias como andar de bicicleta e também tem algumas limitações para avaliar a actividade ambulatória. Em caminhada lenta a velocidades, especialmente abaixo de 3 km / h, a precisão do PED é diminuído MELANSON et al. (2004) e as contagens de passos também tendem a se estabilizar a velocidades de corrida superiores a 16 km / h, mas permanecem superior aos das velocidades mais lentas ROWLANDS e ESTON (2007). Essas limitações existem para todos os PEDs devido à biomecânica de correr; no entanto, a extensão dessas limitações variará de acordo com o modelo do PED (MELANSON et al., 2004).

Alguns PEDs não conseguem armazenar dados internamente para mais de 24 horas, introduzindo potencial viés se os participantes são necessários para registrar as contagens de passos diariamente. Novos PEDs modelos são capazes de armazenar internamente dados de passos para vários dias, tornando-os uma ferramenta de pesquisa muito mais atraente SCHNEIDER et al. (2003). No entanto, como os PEDs registaram em passos diárias, não há como identificar se o voluntário aderiu ao protocolo referente ao desgaste do monitor. Isso também não é possível avaliar a intensidade, frequência ou duração da actividade dos dados dos PEDs.

2.5.2 Estudos de validade e fiabilidade dos Pedómetros

Estudos mostram que os PEDs não são muito preciosos em pesquisas de AF para medirem passos, distâncias e contagem. (MONTROY, 1984; MARSDEN et al. 1972). Muitos estudos iniciais relataram que o PED não é preciso e não confiável. Sessões de caminhada controlada que consistem em do mesmo número de passos provocaram diferenças de 50% nos resultados do PEDs) (MARSDEN et al. 1972).

Discrepâncias foram atribuídas ao impacto Intel individual diferenças durante os passos (MARSDEN et al. 1972). As leituras também dependem da colocação do PED á esquerda ou quadril direito (GAYLE et al. 1972). Por outro lado, outros

estudos mostram que nenhum efeito de posição é evidente (KAMPER et al.1977). No entanto, esses resultados contraditórios podem é possíveis causadas por diferenças de marca, pois cada estudo utilizou diferentes marcas de PED (GAYLE et al.1972).

A concordância dos PEDs usados no tornozelo para caminhar e correr mostrou maior discrepância no PED usado na cintura (SARIS e BINKHORST 1977). Isso tem atribuído aos solavancos no tornozelo, que são muito forte e faz com que o PED conte de maneira irregular (SARIS e BINKHORST 1977). Estudos mostram que o desvio médio a ser maior para PEDs usados na cintura do que no tornozelo para a pista de corrida, (WASHBURN et al. 1980) embora isso oculte a resultados para PEDs individuais. PEDs usados no tornozelo esquerdo e direito mostraram desvios de -21 e + 5%, respectivamente.

As percentagens de erro dos 3 PEDs usados na cintura foram semelhantes: - 9% (direita), -11% (esquerda) e -19% (à direita), média de -13%. Inversamente menos variabilidade diária foi encontrada na AFH de 30 homens registados por um PED usado no tornozelo, do que para um PED usado simultaneamente na cintura. (GRETEEK e MONTOYE, 1992). No entanto, no estudo anterior, diferentes marcas de PEDs foram usadas nos dois lados, portanto, a diferença pode reflectir diferenças na marca e não no local. O PED da cintura registou a distância e o PED do tornozelo registou as contagens. A actividade diária tem demonstrado variar consideravelmente, então a fiabilidade das leituras do PED nos 2 locais não podem ser avaliada (BASSETT et al. 1996).

Foram pendurados PEDs na cintura dos voluntários (KAMPER et al. 1977). É importante que o PED é fixado firmemente à cintura. Se suspenso frouxamente da cintura, o PED movimentos serão aumentados e AF será superior estimado (SARIS e BINKHORST 1977). Além disso, a precisão dos PEDs diminui durante a caminhada rápida, corrida e caminhada lenta (KAMPER, 1977;WASHBURN et al. 1980).

Giannakidou et al. (2012), com propósito de examinar o efeito da velocidade de caminhada sobre a precisão de medição de passos distancia e DE em dois PEDs, em adultos com uma media de (22,7±2,8 anos de idade), que colocaram

três modelos de PEDs usando diferentes velocidades na esteira rolante. Os resultados mostram que os dois PEDs (HJ-720 e HJ-113) demonstrou alta precisão ($r=0,80-0,99$) em todas as velocidades. Os autores concluíram que embora o Omron HJ-720 e HJ-133 são precisos na medição de contagem de passos, eles demonstram precisão limitada na avaliação de distância percorrida e DE em diferentes velocidades.

Um estudo realizado com o propósito de verificar a validade do PED PowerWalker – 610 (PW) na detecção da contagem de passos de adultos em quatro velocidades de caminhada em esteira rolante, uma média de idade de (21.6 ± 2.1 anos), 25 homens e 25 mulheres, durante caminhada nas velocidades de 2, 3, 4 e 5 Km/h respectivamente, e duração de 2 minutos cada estágio. O PED PW subestimou com maior validade na velocidade de 4 km/h, ($r=0.83$). Perante esses resultados os autores concluíram que O PED PW apresenta-se como uma ferramenta válida e confiável para análise da contagem de passos em ritmo de caminhada equivalente 4 Km/h. (DE FARIA et al., 2017).

Um estudo realizado com uma amostra constituída por 30 pacientes com doença pulmonar obstrutiva crónica com uma média de idade correspondente (67 ± 7 anos). O estudo usou um protocolo de caminhada em esteira rolante, nas duas velocidades diferentes, bem como um circuito com actividades características da vida diária, tendo em ambos os protocolos a observação directa como método critério. O PED PW apresentou elevada validade e reprodutibilidade na contagem de passos na maior velocidade no teste em esteira ($r = .95$), quando comparado a menor velocidade ($r = .79$). Os autores concluíram que o PED é válido para estimar o número de passos (SANT'ANNA et al., 2012).

Eston et al. (1998) encontraram valores de correlação entre o DE estimado pelo PED e o consumo de oxigénio medidos em 30 crianças, idade média 9.3 ± 0.8 anos), às correlações correspondentes para o ACEL ($r = 0.85$) e para a

frequência cardíaca ($r = 0.85$). Outro estudo realizado com propósito determinar a validade da FC determinar a validade da FC, PED e ACEL na predição do DE. Louie et al. (1999). Encontraram correlações muito similares embora ligeiramente superiores, num estudo com o mesmo desenho do anterior aplicado numa amostra de crianças chinesas.

McKee et al. (2005) num estudo que tinha como propósito validar o PED Digiwalker para avaliar AF em crianças pré-escolares usando um sistema de observação comportamental, em 30 crianças de 3 á 4 anos de idade, pertencente a um centro infantil. Os resultados mostram que a correlação dentre criança para escala de avaliação para actividades das crianças e PED Digiwalker em média foi de $r=0,86$. Os autores concluíram que PED Digiwalker é uma ferramenta valida para avaliar AF nessa faixa etária.

Tabela nº2 Estudos de validade dos Pedómetros

Autor, Ano	Metodologia	Resultados	Conclusões
Giannakidou et al., (2012)	42 Homens e mulheres (mediade 22,7 ± 2,8 anos), Inst. PED	PED_HJ-720 e PED_HJ-113 (r = 0,80-0,99)	Os PEDs demonstram precisão limitada na avaliação de distância percorrida
Coffman et al., (2016)	22 Voluntários com idade dos 18 aos 36 anos; Usaram PED em diferentes Protocolos	PED_CW (r=0,37;0,99;0,98) PED_SW (r=0.87-0,98)	O Yamax CW-701 demonstrou fiabilidade e validade durante uma caminhada
De Faria et al., (2017)	50 Adultos com uma idade media de (21.6 ± 2.1 anos) em diferentes velocidades. Inst. PED	PED PW (r=0,83)	O PED PW apresenta-se como uma ferramenta válida e confiável
Santa' Anna.,(2012)	30 Pacientescom DPOC com uma média de idade correspondente (67 ± 7 anos). Inst. PED	Maior Vel (r=0.95) MenorVel.(r=0.75)	O PED é valido para estimar o número de passos em maior vel.
McKee et al., (2005)	30 Crianças de 3 á 4 anos de idade	R=0,86	PED Digiwalker é uma ferramenta valida para avaliar AF
Crouter et al., (2003)	10, indivíduos com uma media de (33±12 anos) de idade, em diferentes Vel. Inst. PED	R=0,81	Os PDs são mais precisos para avaliar passos
Mitsui e tal., (2008)	179,Adultos dos 48 aos 69 anos de idade; Usaram PED durante 7 dias	IMC (r=0,217); %GC (r=0,292)	Foi observada uma relação no IMC e %GC nas mulheres Japoneses

Legenda=PED_HJ-720= Pedómetro modelo HJ-720;PED_HJ-113=Pedómetro modelo HJ-113; PED W= Pedómetro Power Walker, DPOC=doença pulmonar obstrutiva crónica; Maior Vel.=Maior velocidade; Menor Vel

Tabela n^o 3. Estudos de validade de acelerómetros e pedómetros

Autor, Ano	Metodologia	Resultados	Conclusões
Leenders et al., (2001)	12 Mulheres com uma idade media de (26 ±66). Usaram ACEL e PED durante 7 dias	CSAXTritrac (r=0,90)	Tritrac e do CSA sugere que ambos os dispositivos produzem estimativas semelhantes
Harris (2009)	560 Idosos de 65 anos. Usaram ACEL e PED durante 7 dias	ACELXPED (r=0,82)	A validade convergente foi forte entre ACEL e PED
Pagels et al., 2010	Crianças dos 3 aos 5 anos de idade. Instrumento PED e ACEL	MVPAXPassos (r= 0,67)	A correlação foi muito alta
Brown et al., (2013)	22 Participantes, com idade de 28 anos; Usaram ACEL e PED	O Acti PED > 95% de precisãodedistância; Acti ED mostrou níveis aceitáveis de precisão	ActiPEDé uma ferramenta múltiplo monitoramento objectivo da AF

De Cremer et al., (2014)	43 Crianças com a média de idade de 5,3. Instrumentos ACEL e PED	Passos PED X MVPA ACEL (Hora = (r 0,65); Dia = (r 0,64)	Os passos foram validos para a contagem de actividade nos ACEL
Coffman et al., (2016)	22 Crianças dos 2 aos 11 de idade, usaram ACEL e PED	PED demonstrou fiabilidade e validade concorrente durante a caminhada	A validade concorrente foi boa na caminhada
Conway et al., (2018)	Mulheres grávidas de 21 semanas; Usaram, ACEL e PED	ACEL X PED (r=0,6 a 1,0)	Os dispositivos de AF tiveram uma moderada fiabilidade e moderada validade para medir a AF
Treuth et al., 2003	68 Meninas, idades compreendidas entre 8-9 anos, Usaram ACEL e PED	ACEL (r=0.37) PED (r=0.08)	A fiabilidade não aceitável nos PDs

Legenda: MVPA=Actividade físico moderado vigoroso; TR=Treuth; MT=Mattocks; EV=Evenson; PU=Puyau; FR=Freedson; QD=Quadril direito; QE=Quadril esquerdo

Tabela n ° 4. Características, pontos fortes e fracos dos Acelerómetros e Pedómetros

Métodos	Características	Pontos fortes	Pontos fracos
Acelerómetro	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dispositivos ✓ Mecânicos e electrónicos que Captam o movimento 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registo da AF total intensidade e tempo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Impossibilidade de captação de alguns tipos de AF. ✓ Alto custo. ✓ -Falta de padronização no registo e na interpretação dos dados
Pedómetro	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Braço de alavanca suspenso por mola que se move com a vertical aceleração 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Indicação para registo total de AF; ✓ Precisão para medir o número de passos 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incapacidade de medir a intensidade de AF ✓ Relutância em comportamento reactiva; ✓ Impossibilidade de captar alguns comportamentos de AF

CAPITULO III - MÉTODOLODIAS

O presente estudo foi realizado no âmbito do projecto Papel dos determinantes sociais na exposição de factores de risco para doenças crónicas não transmissíveis numa área peri-urbana da cidade de Maputo. Moçambique (HDSS). Este estudo foi realizado numa região sub urbana da Cidade de Maputo abrangendo duzentos e oitenta e dois (282) agregados familiar num total de oitocentos e quarenta e três (843) indivíduos dos 15 aos 60 anos de ambos os sexos. O estudo inclui a recolha de dados sociodemográficos, antropométricos e factores de risco de doença cardio vascular.

3.1 Amostra

Cento e oitenta indivíduos (180) assintomáticos de ambos os géneros, com idade compreendida entre os 15 e os 64 anos foram selecionados aleatoriamente entre os 282 agregados famílias integrantes do Projecto HDSS. O Projecto abrangeu 20 quarteirões das zonas sub urbanas nos bairros da Polana caniço A e B de cidade de Maputo. Foram excluídos os sujeitos que não viviam no bairro há pelo menos 3 meses e as mulheres grávidas.

No primeiro contacto foi explicada a natureza, objectivos e procedimentos do estudo tendo o chefe de família em cada agregado assinado um consentimento informado de acordo com o protocolo aprovado pela Comissão Nacional de Bioética para a Saúde protocolo numero 64/CNBS/16

3.2 Avaliação de Actividade Física

A todos os sujeitos foram colocados simultaneamente um PED de marca Steps count versão 1-866-342-2328 e um ACEL Actigraph modelo active life6.1.1. Ambos os aparelhos permaneceram em contagem durante 7 dias incluindo dois dias de final de semana, colocados no quadril esquerdo. Os participantes foram instruídos para só tirar os aparelhos no banho e na hora de dormir bem como nos procedimentos de recolocação. A informação referente ao número de passos e tempo em AFMV por cada dia foi recolhida na retirada. Para efeitos de análise foi retirada a informação do primeiro e último dia.

No caso dos ACEL, os dados foram transferidos para um computador utilizando o software Active Life versão 6.10.1 ajustando para “epoch” de 60 segundos. Blocos de 60 minutos consecutivos com valores zero foram considerados como não utilização do aparelho e retirados da base. Foram considerados como válidos os registos que tivessem, pelo menos, dados válidos em 10 horas de um dia completo num mínimo de dois dias da semana e um do final de semana.

3.3 Análise Estatística

A análise estatística do presente estudo foi feita com recurso ao software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 22.0 recorrendo aos seguintes procedimentos:

A normalidade das variáveis foi avaliada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov.

- As correlações entre as variáveis estudadas foram avaliadas pelos coeficientes de correlação de Pearson.

A comparação de proporções foi realizada pelo teste de Qui. quadrado

- Para a comparação das médias entre os momentos, recorreu-se ao t-student para amostras independentes

- Para verificar a validade concorrente entre os métodos usou-se Alfa de Cronbach.

O nível de concordância foi testado através da estatística k.

O nível de significância considerado em todos os testes estatísticos foi de $p < 0,05$.

CAPITULO IV - RESULTADOS

Um total de 180 indivíduos reuniram as condições básicas para participarem no estudo e apresentaram dados suficientes para a análise sendo 107 Homens e 73 Mulheres. Os valores de corte utilizados foram de 10 mil passos/dia e 30 minutos/dia em AFMV respectivamente.

A comparação das médias em passos realizados por dia e tempo na AFMV está demonstrada na tabela 5. Observou-se que o valor registado de tempo em AFMV foi significativamente superior nos acelerómetros (ACEL=29.1±25,9; PED=24.3±24.9; p=0.000). Por seu turno, os valores registados de passos por dia foram superiores no PED (ACL=4911; PED=7095,32; p=0.016).

Tabela n ° 5. Comparação das médias de minutos em AFMV e passos diários nos dois instrumentos

	<u>Acelerómetros</u>	<u>Pedómetros</u>	P
	X±DP	X±DP	
Tempo_AFMV (min/dia)	29,1±25,9	24,3±24,9	0,000
Passos/Dia	4 911±3444	7095±4084	0,016

Os resultados do teste de concordância (estatística k) entre a proporção de sujeitos em função de categorias de actividades são demonstrados na tabela 6. Valor de estatística k indica um nível de concordância moderado (k=0.50; p=0.000). Cerca de 85% dos sujeitos seriam classificados na mesma categoria enquanto em 15% não existe concordância. O gráfico 1 demonstra a correlação entre as duas medidas e a respectiva equação de regressão.

Tabela n °6. Concordância de classificação de passos/dias por pedómetro e acelerómetros

		Pedómetros		
		≤10.000	≥10.000≤15.000	≥15.000
Acelerómetros	≤10.000	85*	13	1
	≥10.000≤15.000	1	10*	1
	≥15.000	-	-	-
Total		83	23	2

K=0,50;p=0,000; 85,2%

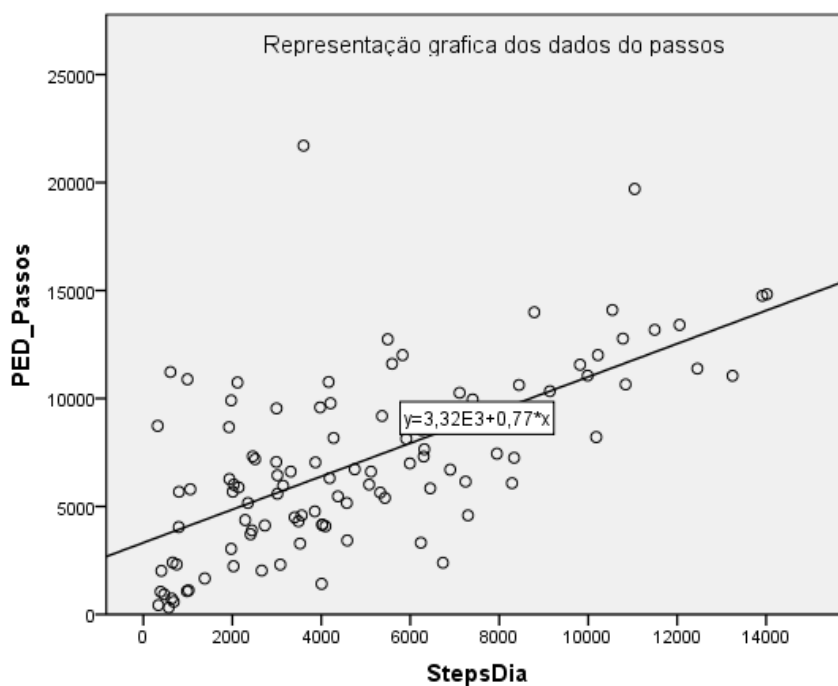


Gráfico 1. Representação gráfica da regressão linear entre os valores de passos registados pelo ACEL e o PED; equação de predição resultante da regressão linear tendo os dados de ACEL como variável independente.

O nível de concordância entre a classificação dos sujeitos por tempo em AFMV foi relativamente inferior mas significativo ($k=0.33$; $p=0.000$) sendo que em 66% dos casos os sujeitos seriam classificados no mesmo grupo (Tabela 7). A correlação entre as duas medidas foi de 0.66 (Tabela 8).

Tabela nº 7. Concordância de classificação de minutos de AFMV por pedómetro e acelerómetros

		Pedómetros		
		<30	>30<60	≥60
Acelerómetros	≤10.000	89*	20	3
	≥10.000≤15.000	25	18*	3
	≥15.000	7	4	11*
Total		121	42	19

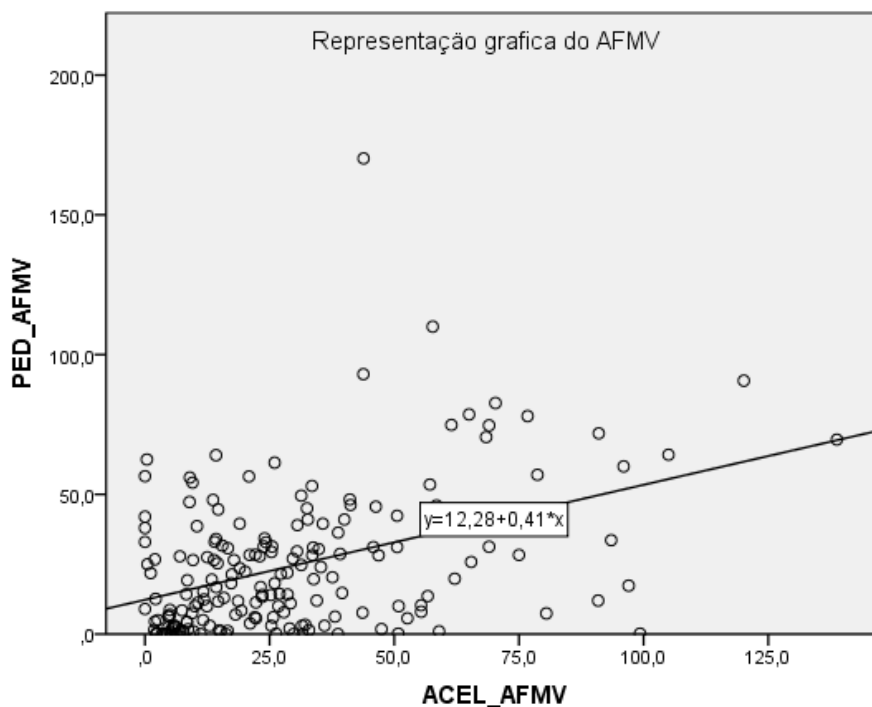


Gráfico 2. Representação gráfica da regressão linear entre o tempo estimado em AFMV registado pelo Pedómetros e o Acelerómetros: equação de predição resultante da regressão linear tendo os dados de ACEL como variável independente.

A correlação intra classe entre os valores do ACL e PED relativamente aos passos e ao tempo em AFMV indicou valores moderados e significativos (Tabela 8). Os coeficientes foram de 0.78 para os Passos e 0.60 para os tempos em AFMV.

Tabela nº8. Correlação dos passos diários e minutos de AFMV nos dos Pedómetros e Acelerómetros

Variáveis	CCI	R	P
Ped_passos&Stpes	0,78	0,65	0,000*
Ped_AFMV&Acel_AFMV	0,60	0,43	0,000*

Legenda: CCI=Coeficiente de correlação intraclasse; r=correlação=prova

CAPITULO V - DISCUSSÃO

5.1 Resultados gerais

O presente estudo teve como objectivo avaliar a validade concorrente entre o ACEL e PED em jovens, adultos e idosos residentes numa zona sub urbana da Cidade de Maputo. Foi possível verificar que, a contagem de passos por PED foram superiores ao registado por ACEL, em termos globais com uma diferença média de 2184 passos/dia, e por sua vez o tempo estimado em AFMV foi significativamente superior no ACEL relativamente ao PED em 4.9 min por dia.

Foi ainda observada uma correlação moderada e significativa entre os métodos relativamente aos passos ($r=0.65$) e ao tempo de AFMV (0.43).

5.2 Comparação dos passos nos dois instrumentos

Os estudos que compararam a medida de passos entre PED e ACEL apresentam resultados díspares. Num estudo cujo objectivo, era de comparar AF por meio de ACEL e PED em idosos (Harris et al. 2009), observou diferença de 3,2% entre a medida dos passos entre os dois aparelhos (PED=6712;ACEL=6495) o que é muito inferior ao registado no presente estudo (3.2%)

Num outro estudo o PED foi descrito como sendo um instrumento de medida global da AF, mas limitado em algumas das seus determinantes como a intensidade, a frequência, a duração ou a estimativa do gasto energético (Corder et al., 2008). Os autores observaram que os PEDs são mais validos para avaliar passos, mas menos para avaliar distâncias bem como o DE (Crouter et al 2003). Alguns dos resultados de correlação descritos na literatura indica valores menos vantajosos do presente estudo. Numa amostra Belga de 41 pré-escolares, Cremeret al. (2015) encontraram uma correlação de 0.89. Nos EUA a aplicação de PED e ACEL em 23 adultos resultou numa correlação de 0.87 (Barreira et al., 2013). Ambos os estudos contudo foram realizados com amostras muito pequenas. Já o estudo de Treuth et al. (2003) numa amostra de

68 crianças, de 8 anos de idade encontrou resultados similares ou mesmo inferiores pois variaram de 0.37 a 0.64.

Se assumirmos o PED como medida padrão da medida de passos, relativamente aos acelerómetros, os nossos resultados sugerem que o ACEL é pouco preciso dado que a diferença encontrada é elevada. Contudo, do ponto de vista da classificação dos sujeitos por níveis de actividade habitual a concordância seria de 85% o que sugere que qualquer dos instrumentos poderá servir no caso se pretender classificar os sujeitos e não tanto determinar com exactidão o número de passos realizados. É também de observar que o presente estudo não estudou a validade da contagem de passos dos aparelhos relativamente a uma outra medida padrão com seja a contagem directa dos passos ou outro pedómetro.

A grande vantagem do pedómetro é a sua exequibilidade em estudos de larga escala pelo preço e facilidade de operação. Este factor poderá ter um peso considerável quando as limitações de operação são elevadas como é o caso do contexto Moçambicano.

5.3 Validade concorrente de Acelerómetro, pedómetro e outros métodos

A correlação entre o tempo despendido em AFMV medido pelos dois instrumentos foi moderada ($r=0.43$) com uma diferença de 4,8 minutos (16.5%). Num estudo realizado em Canada com uma amostra de 40 participantes idades compreendidas entre os 10 aos 17 anos, com o objectivo de determinar a validade do PED para avaliar MVPA durante a caminhada, observaram uma correlação forte entre o ACEL e PED, $r=0,82$, (SAUNDERS. 2014). Um outro estudo realizado no Reino Unido, realizado com 560 idosos foi observado uma correlação de 0.86 entre o ACEL e o PED (HARRIS et al.,. 2009),

Em geral as correlações encontradas na literatura são mais elevadas que as encontradas no presente estudo. Numa revisão sistemática da literatura sobre validade entre vários métodos de avaliação de AF (PED, ACEL, observação e

medidas de auto relato), constatou se, que existe uma correlação elevada entre o ACEL e PED (TUDOR-LOCK et al. 2002), o que não foi o nosso caso.

Do ponto de vista da classificação dos sujeitos em termos de grupos de intensidade habitual verificamos que a concordância seria de 66%, ou seja inferior ao que foi observado para os passos. Isto significaria que o uso dos passos como critério de classificação teria maior vantagem. É importante notar contudo que os valores de corte utilizados para os passos e a AFMV podem não ter correspondência dado que estes valores são de alguma forma obtido por consenso e não por critérios rigorosos.

Em síntese, os diferentes indicadores utilizados sugerem um nível de concordância moderado com vantagem para o uso dos passos. Não nos foi possível identificar as razões do fraco resultado de correlação entre os dois estudos bem como porque os valores são mais elevados quando se considera a contagem de passos. Contudo há múltiplos factores a considerar nomeadamente no mecanismo com que cada aparelho conta os passos e nos critérios para a classificação de níveis de intensidade

5.4 Limitações

ACELs e PEDs são frequentemente usados como ferramentas para medir a actividade. Uma das limitações é a utilização desses monitores para actividade física e disponibilidade em massa de diferentes fabricantes modelos. Além disso, existem diferenças na tecnologia usada nesses monitores para colectar dados passo a passo. O mecanismo dos PEDs internos geralmente difere daqueles que são dos ACELs.

Também existem diferenças na tecnologia entre modelos dos PEDs (pêndulo vs. sensor piezoelétrico) e modelos de acelerómetros (sistemas piezoelétricos vs. micro electromecânicos).

CAPITULO 6 - CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo sugerem as seguintes conclusões:

- A correspondência entre a medida dos passos e da AFMV entre os dois aparelhos foi moderada
- Verificou se uma maior concordância entre a medida dos passos relativamente à AFMV
- A classificação dos sujeitos em grupos por níveis de intensidade é mais elevada que a concordância ao nível de valores individuais
- Os níveis de concordância foram, em geral, inferiores aos normalmente descritos na literatura
- Factores como critérios de determinação dos valores de corte e mecanismos dos aparelhos podem estar na razão dos níveis de concordância encontrados.

CAPITULO VII - REFERÊNCIAS

ALVES, Mariana et al. *Correlação entre a média do número de passos diário e o teste de caminhada de seis minutos em adultos e idosos assintomáticos*. Fisioterapia Pesquisa.20 (2): 123-129 2013.

BASSETT JR David et al. *Pedometer-Measured Physical Activity and Health Behaviors. Adults*. Medicine Science Sports Exercise. 42,(10), 1819–1825, 2010.

BASSETT JR, David, JOHN Dinesh. *Use of pedometers and accelerometers in clinical populations: validity and reliability issues*, Physical Therapy Reviews, 15(3), 2010.

BASSETT Jr, David. *Validity and Reliability issues in Objective Monitoring of Physical Activity*. Research Quarterly for Exercise and Sport.71, (12), 30-36.2000.

BEETS, Michael et al. *Convergent Validity of Pedometer and Accelerometer Estimates of Moderate-to-Vigorous. Physical Activity of Youth*. Journal of Physical Activity and Health.8, (2), S295 -S305.2011.

BENEDETTI Tania et al. *Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos*. Revista Brasileira de Medecina de Esporte,13, (1), 2007

BIDDLE, Stuart et .*The prevalence of sedentary behavior and physical activity in leisure time: A study of Scottish adolescents using ecological momentary assessment*. Preventive Medicine.48; 151-155.2009.

BOUTEN C et al. *Assessment of energy expenditure for physical activity using a triaxial accelerometer*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 26(12): 1516-1523, 1994

BRAGE Soren et al. *Reexamination of validity and reliability of the CSA monitor in walking and running*. Med Sci Sports Exerc. 35:1447–1454.2003

BRAGE Soren, Wedderkopp N, Andersen L, FrobergK. *Influence of Step Frequency on Movement Intensity Predictions With the CSA Accelerometer: A Field Validation Study in Children*.European Journal of Clinical Nutrition: 59, 561–570. 2005

BUENO, Denise et al. *Nível de actividade física, por acelerometria, em idosos do Município de São Paulo: Estudo sabe*. Revista Brasileira Medicina Esporte. 22, (2), 2016.

CASPERSEN Carla and GREGORY Christensen. *Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research*. Public Health Reports 100:126-131.1985

CASPERSEN, Carl, KENNETH, Powell and GREGORY, Christenson. *Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research*. Public Health Reports 100:126-131.1985.

CHEN, Kong e BASSETT Jr, David. *The Technology of Accelerometry-Based Activity Monitors: Current and Future*. Medicine Science Sports Exercise. 37,(11)490-500, 2005.

CHEN, Kong e SUN Ming. *Improving energy expenditure estimation by using a triaxial accelerometer*. J. Appl. Physiol.,83 (6): 2112-2122.2005

COFFMAN, Maren et al. *Accuracy of the Yamax CW-701 Pedometer for measuring steps in controlled and free-living conditions*. Digital Health. 2:1-7.2016.

COLEMAN, Kyle et al. *Relationships between Tritrac-R3D vectors, heart rate, and self – report in obese children*. Medicine & Science in Sports & Exercise, 29 (11): 1535-1542, 1997

CONWAY Michelle et al. *Physical Activity Device Reliability and Validity during Pregnancy and Postpartum*. Medicine Science Sports Exercise Medicine Science Sports Exercise.50, (3), 617-623. 2018.

CORDER, Kirsten et al. *Assessment of physical activity in youth*. Biology of Physical Activity in Youth. Journal Appl Physiol, 105: 977–987, 2008.

CRAIG Cora et al . *International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity*. Medice Science Sports Exercise. 35:1381-1395.2003.

CROCKER, Peter et al. *Feasibility of Using the Tritrac Motion Sensor Over a 7-Day Trial With Older Children*. Pediatric Exercise Science, 13, 70-81, 2001

CROUTER, Scott et al. *Validity of 10 Electronic Pedometers for Measuring Steps, Distance, and Energy Cost*. *Medicine Sciences of Sports Exercise*.35, (8), 1455–1460, 2003.

CROUTER, Scott et al. *Validity of ActiGraph child-specific equations during various physical activities*. *Medicine Science of Sports and Exercise*; 45(7):1403-9.2013

CROUTER, Scott et al. *Regression Model for the ActiGraph Accelerometer*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42, 1029–1037. 2010.

DACA, Timóteo et al. *Atividade física de mulheres idosas da zona urbana em Moçambique*. *Revista Moçambicana de Ciências de Saúde*.3 (1).30-38. 2016.

DACA, Timóteo et al. *Physical Activity Measured by Accelerometry in Mozambican older adult women attending a regular exercise program*. *JournalofAgingandphysicalactivity*.1-5.2020

DE CRAEMER, Marieke et al. *Validity of the Omron pedometer and the actigraph step count function in preschoolers*. *Medicine in Sport*.1-5.2014.

DE VRIES, Sanne et al. *Clinometric review of motion sensors in children and adolescents*. *Journal of Clinical Epidemiology*. 59; 670–680.2006.

DENCKER, Magnus et al. *Daily physical activity in Swedish children aged 8–11 years*. *Second Journal Medicine Science of Sports*. 16,252-257.2006

DIOUF, Adama et al. *Physical Activity Level and Sedentary Behaviors among Public School Children in Dakar (Senegal) Measured by PAQ-C and Accelerometer: Preliminary Results*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.3, 1-11, Senegal, 2016.

DOLLMAN, James et al. *A hitchhiker's guide to assessing young people's physical activity: deciding what method to use*. *Journal of Sports Sciences*.12 (5):518-25.2009

Dos Santos, Fernanda et al. *A cross-cultural study of physical activity and sedentariness in youth from Mozambique and Portugal*. *Motriz*, 23, e101787, Brasil.2017

DOS SANTOS, Fernanda et al.*A cross-cultural study of physical activity and*
ESLIGER Dale, TREMBLAY Mark. Technical reliability assessment of three

accelerometer models in a mechanical set-up. *Medicine Science Sports Exercise.* 38:2173-2181,2006.

DUNCAN, Michael et al. *Pedometer determined physical activity levels in primary school children from central England.* *Preventive Medicine.* 44, 416–420. 2007.

DUNCAN, Michael. *Pedometer determined physical activity levels in primary school children from central England.* *Preventive Medicine,* 44,416–420, 2007, Inglaterra.

DYRSTAD,Sindre et al. *Comparison of Self-reported versus Accelerometer-Measured Physical Activity.* *Medicine Science Sports Exercise.* 46,(1), 99–106, 2014.

EKELUND, Ulf et al. *Physical activity assessed by activity monitor and doubly labeled water in children.* *Medicine & Science in Sports & Exercise,* 33 (2): 275-281.2001

ESTON Roger et al. *Validity of heart rate, pedometer, and accelerometer for predicting the energy cost of children's activities.* *Journal of Applied Physiology*84 ;(1): 362–371. 1998.

FREEDSON Patty et al. *Calibration of accelerometer output for children.* *Medicine of Science of Sports Exerc,* 37 (11), 523–530, 2005.

FREEDSON, Patty eSIRARD, John. *Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer.* *Medicine Science Sports Exercise.* 30;777-781.1998.

GASTIN, Paul et al. *Validity of the ActiGraph GT3X+ and BodyMedia Sense Wear Armband to estimate energy expenditure during physical activity and sport.* *Journal of Science and Medicine in Sport,*1-4,2017

HARRIS, Tess. *A Comparison of Questionnaire, Accelerometer, and Pedometer: Measures in Older People.* *Medicine Science Sports Exercise.* 41;(7), 1392-1402.2009.

HENDELMAN, Miller et al. *Validity of accelerometer for the assessment of moderate intensity physical activity in the field.* *Med Sci Sports Exerc.* 32 (9); 442-449.2000.

- HENSLEY, Larry, AINSWORTH, Barbara e Ansorge Charles. *Assessment of Physical Activity-Professional Accountability in Promoting Active Lifestyles*. Journal of Physical Education, Recreation & Dance 64:56–64.1993.
- HILLS Andrew, MOKHTAR Najat and BYRNE Nuala. *Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures*. Nutrition 1, (5).2014
- JAGO, Russell et al. *Pedometer reliability, validity and daily activity targets among 10- to 15-year-old boys*. Journal of Sports Sciences. 24(3): 241 – 251.2006
- JAKICIC, John The accuracy of the Tritrac-R3D accelerometer to estimate energy expenditure. *Medicine & Scienc in Sports & Exercise*, 31 (5): 747-754, 1999
- JERAN , Sthainie; STEINBRECHER, Astride; PISCHON, Tobias. *Prediction of activity-related energy expenditure using accelerometer-derived physical activity under free-living conditions: a systematic review*, International Journal of Obesity, 40(8):1187-1197, 2016
- JOSEFH et al. *Barriers to Physical Activity among African American Women: An Integrative Review of the Literature*. Women & Health, 1–21, 2015.
- KATHLEEN, Janz. *Validation of the CSA accelerometer for assessing children’s physical activity*, 26, (3), 369-375, 1994, EUA
- KAVOURAS, Stavros et al. *Assessment of energy expenditure in children using the RT3 accelerometer*, Journal of Sports Sciences, 26(9): 959 – 966, 2008
- KOHL, Harold, FULTON, Janet, e CASPERSEN Carl. *Assessment of Physical Activity among Children and Adolescents: A Review and Synthesis*. Preventive Medicine.31:54 – 76. 2000.
- KOLT, Gregory et al. *Associations between quality of life and duration and frequency of physical activity and sedentary behavior: Baseline findings from the WALK 2.0 randomized controlled trial*. Plos One.12 (6), 1-14, 2017.
- LAGERROS,Ylva e LAGIOU Pagona. *Assessment of physical activity and energy expenditure in epidemiological research of chronic diseases*. Europe Journal Epidemiology, 22,353–362 2007.

LAPORTE, Ronald e CASPERSEN Carla. *Assessment of Physical Activity in Epidemiologic Research: Problems and Prospects* Public Health Reports, 100, 131 - 146. 1985.

LEENDERS et al. *Validity of heart rate, pedometry, and accelerometry for predicting the energy cost of children`s activities*. Journal. Appl. Physiolog. 84 (1): 362-371.2000

LEENDERS, Nicole et al. *Comparisons of four methods of estimating physical activity in adult women*. Medicine and Science in Sports and Exercise 32, (7), 1320–1326, 2000

LEENDERS, Nicole et al. *Evaluation of methods to assess physical activity in free-living conditions*. Medicine and Science in Sports and Exercise. 33:1233–1240.2001.

LOUIE Lobo e CHAN Lily. *The Use of Pedometer to Evaluate the Physical Activity Levels among Preschool Children in Hong Kong*. Early Child Development and Care.173 (1), 97–107. 2003.

MACFARLANE Duncan, et al. *Convergent validity of six methods to assess physical activity in daily life*..101; 1328–1334, 2006.

MACHAC, Stanislav et al. *Validation of physical activity monitors in individuals with Diabetes: energy expenditure estimation by the multisensory Sense Wear Armband Pro3 and the step counter Omron HJ-720 against indirect calorimetry during walking*. Diabetes Technol Ther, 15(5):413-8.2013

MACHADO Alexandre Fernandes, ABAD César Cavinato Cal. *Manual de Avaliação Física*. Editora Cone. 2ª Edição. 1-253.2012.

MACHADO, Fabiano e DENADAI Benedito. *Predição da potência aeróbica (VO2 max) de crianças e adolescentes em teste incremental na esteira rolante*. Motiz.19 ;(1).126-132.2013.

MANYANGA, Taru. *Prevalence and correlates of adherence to movement guidelines among urban and rural children in Mozambique: a cross-sectional study*.al. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity.2-12.2019.

- Margarita et al. Defining Accelerometer Thresholds for Activity Intensities in Adolescent Girls. *Medicine Science Sports Exercise*. 36(7): 1259–1266, 2004.
- MASSE Louise et al. Detecting bouts of physical activity in a field setting. *Research Quarterly for Exercise and Sport*.70;(3) 212–219.1999.
- MASSE, Louise et al. Influence of body composition on physical activity validation studies using doubly labeled water. *Journal of Applied Physiology*,.96; 1357–1364. 2004.
- MATTOCKS Calum et al. *Calibration of an accelerometer during free-living activities in children. International Journal of Pediatric Obesity*. 2: 218-226.2007.
- MCCLAIN, James et al. *Epoch Length and Accelerometer Outputs in Children: Comparison to Direct Observation*. *Medicine Science Sports Exercise*. 40, (12); 2080–2087, 2008.
- MCCLAIN, James; SISSON Susan e TUDOR-LOCKE Catrine. *Actigraph Accelerometer Inter instrument Reliability during Free-Living in Adults*. *Medicina & Science in Sports & Exercise*, 1509-15-14, 2007.
- MELANSON, Edward e FREEDSON Patty. *Physical activity assessment: A review of methods*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 36; (5):385-396. 1996.
- MELANSON, Edward et al. *commercially available pedometers: considerations for accurate step counting*. *Preventive Medicine* 39; 361–368.2004.
- MITSUMI, Takahiro et al. *Pedometer-determined Physical Activity and Indicators of Health in Japanese Adults*. *Journal Physiol Anthropol*, 27,179–184, 2008.
- MONTOYE, Alexander et al. *Measuring Physical Activity and Energy Expenditure*. *Human Kinetics*. EUA,1996.
- MORRAIS, Cody et al. *Validity of Activity Trackers in Estimating Energy Expenditure During High-Intensity Functional Training*. *Research Quarterly for Exercise and Sport*,1-8, 2019
- MSAMBICHAKA, Beverly et al. *A Cross-Sectional Examination of Physical Activity Levels and Their Socio-Demographic Determinants in Southern Tanzania*, *international journal of environment Reacher*, 15, 2-15,Tanzania,2018

- NDAHIMAMA Didace e KIM Eun-Kyung. *Measurement Methods for Physical Activity and Energy Expenditure: a Review*. Clinical Nutrition Research. 6(2):68-80. 2017
- NILSSON, A,ndrea et al: *Assessing Physical Activity among Children with Accelerometers Using Different Time Sampling Intervals and Placements*. Pediatric Exercise Science.14, 87-96.2002.
- OLIVEIRA, Mateus. *Nível de atividade física habitual e laboral estimada por Pedómetros*. Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde. 16, (3), 2011.
- PAFFENBARGER, Ralph et al. *Physical activity all-cause mortality and longevity of college Alumni*. New England Journal of Medicine. 314;(10); 605-613.1986
- PAGELS, Peter et al. *Comparison of pedometer and accelerometer measures of physical activity during preschool time on 3- to 5-year-old children*. Acta Paediatrica.100, 116–120.2011.
- PENPRAZE, Victoria et al. *Monitoring of physical activity in young children: how much is enough?* Pediatric Exercise Science.18:483–491.2006.
- PEREIRA, Mark et al. *A collection of physical activity for health related research*. American College of Sports Medicine 29:200-205.1997.
- PRISTA, Antonio et al. *Physical Activity Assessed by Accelerometry in Rural African School-age Children and Adolescents*. Pediatric Exercise Science, 21, 384-399,2009
- PTOMEY, Lauren et al. *The feasibility of using pedometers for self-report of steps and accelerometers for measuring physical activity in adults with intellectual and developmental disabilities cross an 18-month intervention*, Journal of Intellectual Disability Research, 61, 792-801, 2017
- PULSFORD, Richard et al .*ACTi graphs Accelerometer-Defined Boundaries for Sedentary Behavior and Physical Activity Intensities in 7 Year Old Children*. PLOS ONE.6 ;(8).1-9.2011.
- PUYAU, Maurice et al. *Prediction of Activity Energy Expenditure Using Accelerometers in Children*. Medicine Science Sports Exercise . 36;(9),1625–1631, 2004.

- RIDDOCH, Chris et al. *Physical Activity Levels and Patterns of 9- and 15-yr-Old European Children*. *Medicine Science Sports Exercise*. 36;(1); 86-92.2004.
- RODRIGUES, British et al. *Relationships between TriTrac-R3D vectors, heart rate, and self-report in obese children*, *Journal Of Nutrition* 87(6):623-31, 2002
- ROSA, Clara et al. *Atividade física habitual de crianças e adolescentes mensuradas por pedômetro e sua relação com índices nutricionais*. *Revista Brasileira de Cine antropometria Desempenho*. 13(1): 22-28,Brasil,2011.
- ROWLANDS Ann, STONE Michelle, and ESTON Roger. *Influence of Speed and Step Frequency during Walking and Running on Motion Sensor Output*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39 (4).715-727.2007
- RYAN, Jennifer et al. *A comparison of three accelerometry-based devices for estimating energy expenditure in adults and children with cerebral palsy*, *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation*, 11:116, 2014
- SANT'ANNA, Thais et al. *Evaluation of a New Motion Sensor in Patients With Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 93(12), 2319-2325.
- SCHNEIDER, Patrick et al. *Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk*. *Medicine Science Sports Exercise*.35;1779-1784.2003
- SCHOELLER, Dale e RACETTE, Susan. *A Review of Field Techniques for the Assessment*. *American Institute of Nutrition*.1492-1495.1990.
- SCHUTZ, Yves, WEINSIER, Roland e Hunter, Gary. *Assessment of Free-Living Physical Activity in Humans: An Overview of Currently Available and Proposed New Measures*. *Obesity Research*, 9, 368–379.2001.48. 2001.
- SEABRE, Andreet al. *Determinantes biológicos e sócio-culturais associados à prática de atividade física de adolescentes*. *Caderno. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 24(4):721-736, 2008
- SERON, Bruna et al. *Prática de atividade física habitual entre adolescentes com deficiência visual*. *Revista brasileira Educação Física Esporte*, 26, (2), 231-39,2011

SIRARD, John and PATE, Russell. *Physical Activity Assessment in Children and Adolescents*. Sports Medicine. 31 (6): 439-454.2001

SIRARD, John et al. *Calibration and Evaluation of an Objective Measure of Physical Activity in Preschool Children*. Journal of Physical Activity and Health, 3, 345-357.2005.

SKENDER, Stephanie et al. *Repeat physical activity measurement by accelerometer among colorectal cancer patients—feasibility and minimal number of days of monitoring*. BMC Res Notes.8:222.2015

TREUTH et al. *Validity and Reliability of Activity Measures in African-American Girls for GEMS*. Medicine and Science Sports Exercise. 35, (3). 532–539, 2003, Brasil

TROST Stewart et al. *Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research* Medicine Science Sports Exercise. 37; 531–543.2005.

TROST, Stewart et al. *Using objective physical activity measures with youth: How many days of monitoring are needed?* Medicine Science Sports Exercise, 32, (2), 426–431, 2000.

TROST, Stewart, et al. *Comparison of Accelerometer Cut Points for Predicting Activity Intensity in Youth*. Medicine & Science In Sports& Exercise, 43, 1360 – 1368.2011.

TUDOR-LOCKE Catrine , Sisson S, Lee S, et al. *Evaluation of quality of commercial pedometers*. Can J Public Health.; 97 (suppl 1):S10–S15.2006

TUDOR-LOCKE, Catrine et al. *Comparison of pedometer and accelerometer measures of free-living physical activity*. Medicine ScienceSportsExercise.34; (12); 2045– 2051. 2002

TUDOR-LOCKE, Catrine et al. *Utility of pedometers for assessing physical activity, Convergent validity*. Sports Medicine, 32; 795-808.2002.

TUDOR-LOCKE, Catrine et al. *A Preliminary Study of One Year of Pedometer Self-Monitoring*. Annals Behavior Medicine, 28,(3):158–162 2004.

VALE Susana et al. *Preschool Children Physical Activity Measurement: Importance of Epoch Length Choice*. Pediatric Exercise Science.21, 413-420. 2009.

WARREN, Janet et al. *Assessment of physical activity – a review of methodologies with reference to epidemiological research: a report of the exercise physiology section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*.17:127–139.2010.

WELCH Nicky. *Is the perception of time pressure a barrier to healthy eating and physical activity among women?* *Public Health Nutrition*: 12, 888–895.2008

WELK, Gregory e Corbin Charles. *The validity of the Tritrac –R3D activity monitor for the assessment of physical activity in children*. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 66 (3): 202 –209.1995, EUA

WELK, Gregory et al. *A comparative evaluation of three accelerometry based physical activity monitors*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32 (9): S489-S497.2000

WELK, Gregory et al. *Field validation of the MTI ACTi graph and Body Media armband monitor using the IDEEA monitor*. *Obesity*, 15; 918-928.2007

WELLK, Gregory et al. *Measurement issues in the assessment of physical activity in children*. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71,59-73. 2000.

WESTERTERP, Klaas. *Assessment of physical activity: A critical appraisal*. *European Journal of Applied Physiology*, 5,823– 828.2009.