

# Características metodológicas de estudos realizados na América Latina usando sensores de movimento: revisão sistemática

## Methodological characteristics of the studies accomplished in latin america using motion sensor: systematic revision

AZEVEDO AMP, FERREIRA ACD, SILVA PPC. Características metodológicas de estudos realizados na América latina usando sensores de movimento: revisão sistemática **R. bras. Ci. e Mov** 2010;18(1):89-99.

Andréa M. P. Azevedo<sup>12</sup>  
Alan de C. D. Ferreira<sup>2</sup>  
Priscilla P. C. Silva<sup>12</sup>

<sup>1</sup>Universidade de Pernambuco  
<sup>2</sup>Universidade Federal da Paraíba

**RESUMO:** A presente investigação tem como objetivo sintetizar as características metodológicas dos estudos realizados na América Latina nos quais sensores de movimento foram utilizados para medida da atividade física. Para o desenvolvimento deste estudo foram utilizadas três fontes de informações. A primeira consistiu na busca em bases de dados eletrônicas (SciELO, LILACS, Medline, ADOLEC, COCHRANE), a segunda consistiu na busca por meio do portal de periódicos eletrônicos CAPES (banco de teses e dissertações). Por fim, a terceira fonte considerada foi a busca por autores. Dez estudos satisfizeram os critérios de inclusão. Quatro envolveram crianças, quatro estudos foram caracterizados como transversais. 50% do monitoramento das atividades físicas foram realizados por meio de atividades da vida diária. Quanto à escolha dos instrumentos, 80% dos estudos utilizaram os acelerômetros. Verificou-se variações de 23 minutos/dia a 24 horas/dia por um período de um a 41 dias de avaliação. **Conclusão:** Na maior parte dos estudos não se pôde identificar ou não foi relatado características metodológicas importantes para a validade interna e externa da pesquisa, tais como tempo de monitoramento da atividade física, intervalo para contagens dos movimentos e dias em que os instrumentos foram utilizados.

**Palavras-chave:** Acelerômetro; Pedômetro; América latina; Atividade física; Gasto energético.

**ABSTRACT:** The present investigation aims to summarize the methodological characteristics of studies in Latin America where motion sensors were used to measure physical activity. To develop this study we used three sources of information. The first was to search in electronic databases (SCIELO, LILACS, MEDLINE, PubMed, Cochrane), the second was to search through the portal of scientific journals CAPES (database of theses and dissertations). Finally, the third source was considered to search for authors. Then studies met the inclusion criteria. Four were children, four studies were characterized as horizontal. 50% of the monitoring of physical activities were performed by means of activities of daily living. The choice of instruments, 80% of the studies used accelerometers. There are variations of 23 minutes/day to 24 hours/day for a period of one to 41 days of evaluation. In most studies could not be identified or not reported important methodological features for internal and external validity or research, such as time monitoring of physical activity, range of motion for scores and days in which the instruments were used.

**Key Words:** Accelerometer; Pedometer; Latin America; Physical activity; Energy expenditure.

Recebido em: 11/12/2009  
Aceito em: 21/10/2010

**Contato:** Andréa Maria Pires Azevedo - [andrea.mpaf@hotmail.com](mailto:andrea.mpaf@hotmail.com)

## Introdução

Desde a década passada, têm ocorrido avanços significantes na área de medição da atividade física. A medida da Atividade Física desempenha papel importante tanto na manutenção da saúde, como na conduta saudável e qualidade de vida dos indivíduos. Ao buscar um marcador para a atividade física, alguns questionamentos têm sido referidos desde a definição até a utilização de instrumentos de medida<sup>25,29</sup>.

Medidas da atividade física podem ser obtidas tanto por informações fornecidas pelos próprios sujeitos avaliados quanto pela monitoração direta das atividades realizadas<sup>3</sup>. A observação comportamental, a monitoração da frequência cardíaca e a utilização de sensores de movimento (acelerômetros e pedômetros) são exemplos de métodos baseados na monitoração direta das atividades, com grande potencial para uso, particularmente, em estudos com crianças<sup>12,28,4</sup>. Entretanto, há muitas lacunas de conhecimento e questões não respondidas, particularmente no tocante à aplicabilidade e a qualidade das medidas obtidas por meio destes métodos.

Revisão recente evidenciou que a pesquisa em epidemiologia da atividade física vem aumentando de maneira acelerada nos últimos anos, e que as medidas são derivadas principalmente da aplicação de questionários<sup>13</sup>. Mesmo nos estudos com populações mais jovens e com crianças, o uso de questionários tem sido a opção metodológica de preferência devido ao custo acessível e a possibilidade de abrangência nos estudos. Além disso, as medidas de reprodutibilidade e validade podem assegurar a precisão e qualidade da medida em questionários<sup>25</sup>. Porém, este método não oportuniza estimativas tão precisas do gasto energético quanto os sensores de movimento<sup>3</sup>.

Nos países economicamente desenvolvidos, a utilização de sensores de movimento é freqüente, mesmo em estudos abrangentes em função da disponibilidade de recursos. Devido à redução no custo dos equipamentos, é possível que a utilização de sensores de movimento, especialmente os pedômetros, venha se tornando mais

freqüente também nos estudos conduzidos nos países em desenvolvimento, como o Brasil<sup>12,20,19,23,24,28,15,7,14,4</sup>.

Estudos estrangeiros têm sido realizados no sentido de validar a medida do gasto energético a partir dos sensores de movimento. Cardon e De Bourdeaudhuij<sup>6</sup> compararam a determinação do gasto energético a partir de um modelo de pedômetro (Yamax<sup>®</sup>, modelo SW-200) e de um acelerômetro uniaxial (MTI Actigraph<sup>®</sup>, modelo 7164) em crianças com idade pré-escolar. Neste estudo, foram registrados os passos (*counts*) pelo pedômetro durante quatro dias sucessivos em 129 crianças simultaneamente a coleta de dados por acelerometria em uma sub amostra (n=76). Concluiu-se que as informações obtidas a partir da contagem de passos diários em crianças pré-escolares por meio do pedômetro fornecem informações válidas sobre o nível de atividade física diária.

Esliger e Tremblay<sup>10</sup> compararam três tipos de acelerômetros comumente utilizados a fim de determinar qual dos instrumentos possuía melhor confiança e reprodutibilidade. Foram utilizados os acelerômetros Actical<sup>®</sup>, Actigraph<sup>®</sup> e RT3<sup>®</sup>, em três situações diferentes. Os resultados demonstraram pouca confiança no modelo RT3<sup>®</sup> (intra e entre os instrumentos, Coeficiente de Variação (CV) > 40%). Já o Actical<sup>®</sup> demonstrou maior reprodutibilidade nos resultados (CV<sub>intra</sub> = 0.5%, CV<sub>inter</sub> = 5.4%) quando comparado ao Actigraph<sup>®</sup> (CV<sub>intra</sub> = 3.2%, CV<sub>inter</sub> = 8.6%). Os autores concluíram que dos três modelos, o Actical<sup>®</sup> obteve o melhor resultado referente à intra e inter-confiança. Porém, sugerem que é necessário entender porque acelerômetros projetados para medir a mesma variável se comportam tão diferentemente.

Segundo Welk *et al.*<sup>34</sup> numerosos estudos examinaram a validade de acelerômetros como monitores de atividade física, porém poucos analisaram a confiança de diferentes modelos destes sensores para avaliar padrões de atividade física. Neste sentido, para selecionar dados de confiança em quatro tipos de acelerômetros (CSA/MTI<sup>®</sup>, Bio-trainer Pro<sup>®</sup>, Tritrac-R3D<sup>®</sup>, e Actical<sup>®</sup>), os mesmos autores detectaram que o CSA/MTI<sup>®</sup> apresentou menor variabilidade e maior confiança nos

resultados, enquanto o modelo Actical<sup>®</sup> apresentou menor confiança. Os autores ainda sugerem que é preciso entender melhor os fatores que contribuem para a variabilidade nos dados obtidos a partir de acelerômetros e determinar a calibração apropriada em cada protocolo.

Stone *et al.*<sup>27</sup>, com o propósito de avaliar a validade de cinco monitores de atividade física, assim como a influência da idade e do comprimento da perna de crianças sobre as previsões de gasto energético, verificaram que os dados obtidos por acelerômetros Actical<sup>®</sup>, AMP<sup>®</sup>, ActiGraph<sup>®</sup>, RT3<sup>®</sup> e pedômetro Yamax<sup>®</sup> sofrem influência destas variáveis (idade e comprimento da perna) devendo ser controladas, pois podem afetar a validade destes monitores de atividade física. Para tanto, os autores sugerem fórmulas incluindo as variáveis para calibrar os resultados.

Vários estudos já validaram a utilização de acelerômetros para mensurar o gasto energético na atividade física, porém devido à grande variabilidade inter e intra aparelhos encontrada nos resultados, observa-se que é de suma importância a realização da validação de cada aparelho utilizado para cada protocolo de estudo<sup>34,10,6,27</sup>.

Trabalhos focados nas características metodológicas dos estudos que usaram sensores de movimento na América Latina são escassos na literatura, embora tal caracterização possa contribuir com a padronização dos instrumentos e protocolos em determinada população e delineamentos de pesquisa, diminuindo assim as ameaças à validade interna e externa dos estudos. Diante do exposto, a presente investigação tem como objetivo sintetizar as características metodológicas dos estudos realizados na América Latina nos quais sensores de movimento foram utilizados para medida da atividade física.

### **Materiais e métodos**

Para o desenvolvimento deste estudo foram utilizadas três fontes de informações. A primeira consistiu na busca em bases de dados eletrônicas (SciELO, LILACS, Medline, ADOLEC, COCHRANE), utilizando-se os

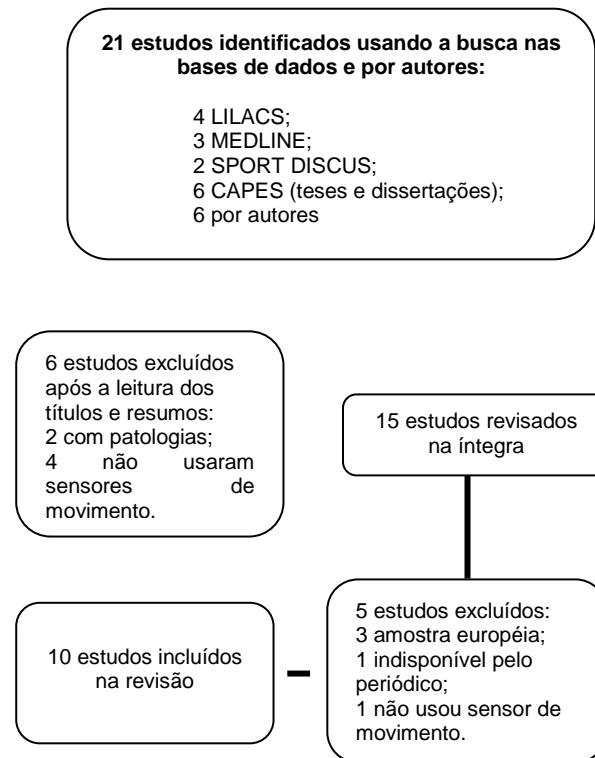
seguintes descritores e palavras-chave (espanhol/inglês/português): “América latina”, “Argentina”, “Bolívia”, “Brasil”, “Chile”, “Colômbia”, “Equador”, “México”, “Paraguai”, “Peru”, “Uruguai”, “Venezuela”, “Acelerômetro”, “Acelerometria”, “Pedômetro”, “Pedometria”. Os operadores lógicos *and* e *or* foram usados para combinar os descritores e termos na busca dos manuscritos.

A segunda fonte de informação consistiu na busca por meio do portal de periódicos eletrônicos CAPES (busca na área de educação física/esportes e banco de teses e dissertações). Por fim, a terceira fonte considerada foi a busca por autores.

Os estudos que apresentavam no título pelo menos uma das seguintes palavras: acelerometria, acelerômetro, pedômetro, pedometria e América Latina foram inicialmente selecionados para análise no estudo. Assim, após a exclusão das publicações duplicadas, 21 foram selecionadas para participar da segunda etapa do estudo, que consistiu na leitura dos resumos/resumen/abstracts. Nesta, todos os resumos foram avaliados independentemente, por dois avaliadores. Aqueles aprovados por ambos avaliadores foram incluídos no estudo. Os que apresentaram discordância foram submetidos a um terceiro avaliador. Após a leitura dos mesmos, foram selecionadas 15 publicações referentes a estudos longitudinais e transversais, que foram lidas na íntegra (Figura 1).

Dentre os 15 estudos selecionados, foram analisados 10 que atenderam os seguintes critérios de inclusão: I) uso de sensores de movimento para mensurar o gasto energético; II) estudos indexados ou não indexados nas bases de dados nacionais e internacionais, dissertações e teses, de janeiro de 1999 a maio de 2009. Estudos qualitativos, os que envolviam patologias e artigos de revisão foram excluídos desta pesquisa.

A análise dos artigos que atenderam aos critérios de inclusão pretendeu elucidar as seguintes questões: quais as características metodológicas dos estudos? Quais as características do monitoramento da atividade física por meio dos sensores de movimento?



**Figura 1.** Resultados da busca por estudos que usaram sensores de movimento na América Latina no período de 1999 a 2009

## Resultados

### *Características Metodológicas dos Estudos Seleccionados*

Foi encontrado um total de 21 estudos pertinentes aos objetivos da presente revisão. Deste número, 10 estudos satisfizeram os critérios de inclusão, sendo incluídos nesta síntese. Dentre os selecionados quatro estudos envolveram crianças<sup>12,28,4,5</sup>, dois estudos foram desenvolvidos com adolescentes<sup>20,14</sup>, dois foram realizados com adultos<sup>19,23</sup> e dois com adultos e idosos<sup>24,7</sup> (Tabela 1). O tamanho amostral variou entre 19 sujeitos<sup>23</sup> e 277 sujeitos<sup>28</sup>.

Quanto ao delineamento quatro estudos foram caracterizados como transversais coletando dados em um único momento da pesquisa<sup>20,28,4,5</sup>, três estudos correlacionais a fim de verificar correlações e/ou associações entre as variáveis analisadas<sup>12,24,14</sup>, um estudo descritivo realizado para comparar os resultados da investigação<sup>19</sup> e dois estudos experimentais verificando a relação entre causa e efeito da intervenção proposta<sup>23,7</sup> (Tabela 1).

Alguns estudos foram desenvolvidos com escolares em ambientes da vida diária como escolas e/ou residências, a partir de dados obtidos das famílias incluindo os pais e as crianças<sup>12,28,4,5</sup>. Outros estudos foram realizados com adolescentes em laboratórios e ambientes da vida diária<sup>20,14</sup>. Intervenções com adultos foram analisadas em Universidade por meio da aula de dança e teste de caminhada em pista de atletismo<sup>19</sup> e, em laboratório e no dia-a-dia dos sujeitos<sup>23</sup>. Pesquisas também foram realizadas com adultos e idosos, apenas em laboratório<sup>7</sup> ou em laboratório e ambientes da vida diária<sup>24</sup> (Tabela 2).

### *Características do Monitoramento da Atividade Física*

O monitoramento da atividade física foi realizado por sensores de movimento, com intervenções e observações por meio de acelerômetros e pedômetros (Tabela 2). Assim, 60% do monitoramento das atividades físicas foram realizados por meio de atividades da vida diária<sup>20,12,23,28,4</sup>. Quanto à escolha dos instrumentos, 80% dos estudos utilizaram os acelerômetros<sup>20,12,19,28,7,14,4,5</sup>.

**Tabela 1.** Características metodológicas de estudos que utilizaram sensores de movimento na América Latina (1999-2009)

<b>Estudo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Delineamento</b>	<b>Sensores de movimento</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultados</b>
Pelegri <i>et al.</i> <sup>20</sup>	Brasil Adolescentes do sexo masculino (n=40) Faixa etária entre 14 e 16 anos	Transversal	Acelerômetro Tritac <sup>®</sup>	Verificar associação entre o tempo em frente a TV e o gasto calórico em adolescentes com diferentes % G	Indivíduos com %G acima do ideal apresentam maior tempo gasto em frente a TV e menor gasto calórico em relação aos com %G abaixo do ideal
Godard <i>et al.</i> <sup>12</sup>	Chile Crianças (n=186) Faixa etária entre 8 e 13 anos	Correlacional	Acelerômetro Actiwatch AW64 <sup>®</sup>	Investigar a reprodutibilidade do questionário de AF INTA, comparar com a acelerometria e avaliar sua capacidade para identificar crianças muito inativas	Acelerometria foi significativamente associada à pontuação nas AF, jogos ao ar livre e prática de esportes. Crianças obesas foram menos ativas do que as não obesas.
Nunes <i>et al.</i> <sup>19</sup>	Brasil Universitários (n=34) Faixa etária entre 19 e 34 anos	Descritivo	Acelerômetro Caltrac 100/100 Plan <sup>®</sup>	Comparar o gasto calórico durante a dança folclórica e a caminhada	Não existem diferenças significativas entre os dois grupos.
Porto <sup>23</sup>	Brasil Homens adultos (n=19) Faixa etária entre 19 e 46 anos	Experimental	Pedômetro Yamax SW710 <sup>®</sup>	Verificar os efeitos do incremento de 3500 passos/dia sobre a FAC e o LA em indivíduos normais e insuficientemente ativos. Correlacionar o número de passos diários à VFC e LA.	Apenas LF mostrou tendência estatística de redução. Aumentou o desempenho físico no LA. A maioria dos índices temporais da VFC ficaram estáveis
Ribeiro <sup>24</sup>	Brasil Adultos e idosos (n= 39) Faixa etária entre 32 e 80 anos	Correlacional	Pedômetro	Examinar se os testes de caminhada com intensidade auto-selecionada fornecem estimativas	O teste ajusta-se ao modelo de potência crítica. A VCC corresponde à máx. velocidade

				confiáveis.	sustentável de caminhada
Tagliari <sup>28</sup>	Brasil Crianças (n= 277) Faixa etária entre 8 e 9 anos	Transversal	Acelerômetro Bio-trainer 2 <sup>®</sup>	Investigar o crescimento, AF, performance e ingestão alimentar de crianças residentes em Terra indígena, zona urbana e rural no município de Nova Laranjeiras, Paraná	Quanto à idade, crianças residentes nas zonas urbana e rural têm maior peso, estatura, diâmetros, circunferências e DC do que as da Terra indígena. Tendência de maior quantidade de AF diária para as crianças indígenas. A flexibilidade é melhor nas crianças indígenas. Alimentos ingeridos pelas crianças das zonas urbana e rural são mais diversificados e com maior teor energético-protéico
Ilha <sup>14</sup>	Brasil Adolescentes do sexo masculino (n= 40) Faixa etária entre 14 e 16 anos	Correlacional	Acelerômetro TriTrac RT3 <sup>®</sup>	Verificar qual a relação entre os níveis de AF diária, hábitos alimentares de adolescentes e estilo de vida dos pais	Adolescentes com %G abaixo de 11% são mais ativos, apresentam maior gasto energético, possuem equilíbrio energético positivo, permanecem menos tempo frente a instrumentos eletrônicos, possuem pais menos pesados e com melhor estilo de vida.

Chaves <sup>7</sup>	Brasil Adultos e idosos (n=28) Faixa etária entre 23 e 33 e 66 e 70 anos	Experimental	Acelerômetro	Avaliar o movimento de passar de ST-DP em JV e ID, a partir de diferentes demandas ambientais representadas por 3 condições distintas (assento ajustado a 80, 100, 115% da AJ	A elevação da altura do assento diminui o tempo gasto nos ID e a QTEMG dos músculos TA e QUA nos JV e ID. Enquanto que o assento progressivamente mais baixo aumentou o TM e a quantificação dos mesmos músculos em ambos os grupos
Bracco <sup>4</sup>	Brasil Crianças (n= 174) Faixa etária entre 8 e 14 anos	Transversal	Acelerômetro CSA <sup>®</sup>	Comparar a AF, o gasto energético e a ingestão calórica em crianças de baixa renda	As crianças obesas apresentam maior ingestão calórica e gasto energético decorrente da AF, porém menor tempo de AF em relação às crianças não obesas.
Brewis <sup>5</sup>	México Crianças (n=219) Faixa etária entre 6 e 12 anos	Transversal	Acelerômetro Actiwatch <sup>TM</sup>	Testar se o comportamento de pais e professores estão relacionados a hiperatividade e desatenção em crianças	Não houve correlação entre hiperatividade, comportamento e nível de atividade

Abreviações: AF= Atividade Física; %G= percentual de gordura; FAC= Função Autonômica Cardíaca; LA= Limiar Anaeróbio; VFC= Variabilidade da Frequência Cardíaca; LF= área espectral de baixa frequência; DC= Dobras Cutâneas; ST-DP= Sentado para de pé; JV= Jovens; ID= Idosos; AJ= Altura do Joelho; QTEMG= Quantificação Eletromiográfica; TA= Músculo Tibial Anterior; QUA= Musculatura do Quadríceps; TM= Tempo de Movimento.

**Tabela 2.** Características do Monitoramento da Atividade Física dos estudos que utilizaram sensores de movimentos

Estudos	Atividade Física	Sensor de Movimento	Tempo/dia	Intervalo para	
				contagens dos movimentos	Dia(s)
Pelegrini <i>et al.</i> <sup>20</sup>	Vida diária	Acelerômetro TriTrac RT3 <sup>®</sup>	12 horas	Não relatou	3 dias alternados

Godard <i>et al.</i> <sup>12</sup>	Vida diária	Acelerômetro Actiwatch AW64 <sup>®</sup>	12 horas	Não relatou	3
Nunes <i>et al.</i> <sup>19</sup>	Dança e caminhada	Acelerômetro Caltrac 100/100 Plan <sup>®</sup>	1 hora	Não relatou	1
Porto <sup>23</sup>	Vida diária + Caminhada	Pedômetro Yamax SW710 <sup>®</sup>	24 horas	Não relatou	41
Ribeiro <sup>24</sup>	Caminhada	Pedômetro	Não identificado	Não identificado	Não identificado
Tagliari <sup>28</sup>	Vida diária	Acelerômetro Bio-trainer 2 <sup>®</sup>	24 horas	Não relatou	3 consecutivos
Chaves <sup>7</sup>	Laboratório	Acelerômetro	Não identificado	Não identificado	Não identificado
Ilha <sup>14</sup>	Laboratório + Vida diária	Acelerômetro TriTrac RT3 <sup>®</sup>	Não identificado	Não identificado	Não identificado
Bracco <sup>4</sup>	Vida diária	Acelerômetro CSA <sup>®</sup>	24 horas	1 minuto	7
Brewis <sup>5</sup>	Habilidades motoras	Acelerômetro Actiwatch <sup>™</sup>	23 minutos	Contínuo	1

Observa-se uma discrepância entre os protocolos utilizados para mensurar a atividade física, variando de 23 minutos/dia<sup>5</sup> a 24 horas/dia<sup>4,28</sup> por um período de um dia<sup>5,19</sup> a 41 dias<sup>23</sup> de avaliação. A maioria dos autores (80%) não detalhou ou não foi identificado os procedimentos adotados ao mensurar a atividade física por meio dos sensores de movimento, principalmente no que concerne ao intervalo de tempo para contagens dos movimentos gravados nos aparelhos (Tabela 2).

### Discussão

A análise das características metodológicas dos estudos revisados mostrou divergências entre os protocolos utilizados pelos autores, bem como entre os aparelhos utilizados. Assim, ressalta-se a importância da compilação de informações acerca da utilização dos sensores de movimento e da confiança destes instrumentos para mensurar a atividade física dos indivíduos, a fim de minimizar vieses que prejudiquem a qualidade dos estudos.

### *Características Metodológicas*

Na América Latina, 40% dos estudos foram realizados com crianças e utilizavam principalmente o delineamento Correlacional, por meio da intervenção.

Estes estudos demonstram que o interesse das investigações está em associar ou correlacionar a prática de atividades físicas com outras variáveis como tempo gasto em frente à TV, estilo de vida dos pais, gasto calórico, habilidades motoras e reprodutibilidade de questionários, controladas de acordo com o tipo de intervenção proposta. Outros estudos transversais, correlacionais usando sensores de movimento para mensurar os níveis de atividade física são descritos na literatura e apresentam características metodológicas similares aos trabalhos citados anteriormente ao investigarem estas variáveis<sup>26,11</sup>. No que diz respeito ao tamanho amostral, o fato de todos os estudos revisados não mencionarem critérios utilizados para dimensionar a amostra acarreta em um viés metodológico. Além disso, foi possível identificar grande variabilidade, pois houve trabalhos com um número reduzido de indivíduos, sendo

possível sugerir que o tamanho amostral pode ter sido subestimado, interferido nos resultados e por isso, ameaçado a validade externa de tais trabalhos<sup>16</sup>.

Ao analisar os âmbitos em que as atividades físicas eram realizadas, constatou-se que 40% dos estudos na América Latina ocorreram tanto em ambientes da vida diária quanto nas escolas com crianças. Ao comparar as medidas da atividade física nesta população por meio de pedômetros e acelerômetros, Cardon e De Bourdeaudhuij<sup>6</sup> sugeriram que o uso de pedômetro para promoção de saúde nesta faixa etária apresentou resultados positivos com forte correlação ao uso do acelerômetro, além de quase todas as crianças perceberem agradável sensação ao usarem este instrumento.

#### *Características do Monitoramento da Atividade Física*

No que concerne ao monitoramento da atividade física, 80% dos estudos utilizaram acelerômetros. De acordo com a literatura<sup>8,30,32,15,33,35,34</sup>, as vantagens deste aparelho estão bem estabelecidas e incluem: a possibilidade de ser aplicado a qualquer faixa etária; custo financeiro acessível; fato de ser compatível com as atividades cotidianas; grande capacidade de armazenamento de dados; confiança na mensuração dos dados; não existência de comandos que possam ser manipulados externamente; capacidade de avaliar a atividade durante períodos de tempo específicos.

Porém, alguns acelerômetros ainda não foram validados, ocasionando dessa maneira ausência de fidedignidade nos resultados obtidos pelos estudos. A validação dos instrumentos é necessária para a reprodução de estudos futuros<sup>9,2</sup>.

Pfeiffer *et al.*<sup>21</sup> ao estudar a calibração e validade do acelerômetro uniaxial em crianças de 3 a 5 anos de idade, verificou que este instrumento é adequado para medir a atividade física, podendo ser utilizado em futuras pesquisas.

Stone *et al.*<sup>27</sup>, com o propósito de avaliar a validade de cinco monitores de atividade física, assim como a influência da idade e do comprimento da perna de crianças sobre as predições de gasto energético, verificaram que os dados obtidos por acelerômetros

Actical<sup>®</sup>, AMP<sup>®</sup>, ActiGraph<sup>®</sup>, RT3<sup>®</sup> e pedômetro Yamax<sup>®</sup> sofrem influência destas variáveis (idade e comprimento da perna) devendo ser controladas, pois podem afetar a validade destes monitores de atividade física. Para tanto, os autores sugerem fórmulas incluindo as variáveis para calibrar os resultados.

Estudos pesquisaram, concomitante, a mensuração do gasto energético com sensores de movimento, a inatividade física, o crescimento, a atividade física, o desempenho, a ingestão alimentar, o gasto energético, a hiperatividade e a desatenção<sup>12,28,5,4</sup>.

De acordo com tais autores, a avaliação destas variáveis somada a medida do gasto energético colaboram substancialmente na identificação de fatores de risco para um estilo de vida sedentário, maus hábitos alimentares, riscos de obesidade, diabetes e cardiopatias, bem como no favorecimento do desenvolvimento, crescimento, atenção e fatores sociais. Tais informações vem corroborar com os estudos de Barreto *et al.*<sup>1</sup>, Matsudo *et al.*<sup>17</sup> e Pitanga<sup>22</sup>.

Observa-se uma discrepância entre os protocolos utilizados para mensurar a atividade física, apresentando assim lacunas quanto a veracidade dos resultados obtidos em determinada população estudada, ou seja, os dados sugerem que podem haver sujeitos que estão sendo monitorados quanto ao nível de atividade física de maneira equivocada por não utilizar um protocolo adequado para suas características físicas<sup>18</sup>. Torna-se necessário um protocolo para cada tipo populacional (crianças, adolescentes, adultos e idosos) a fim de alcançar resultados com maior confiança, reprodutibilidade e fidedignidade à pesquisa.

Esliger e Tremblay<sup>10</sup> compararam três tipos de acelerômetros comumente utilizados a fim de determinar qual dos instrumentos possuía melhor confiança e reprodutibilidade. Foram utilizados os acelerômetros Actical<sup>®</sup>, Actigraph<sup>®</sup> e RT3<sup>®</sup>, em três situações diferentes. Os resultados demonstraram pouca confiança no modelo RT3<sup>®</sup> (intra e entre os instrumentos, Coeficiente de Variação (CV) > 40%). Já o Actical<sup>®</sup> demonstrou maior reprodutibilidade nos resultados (CV<sub>intra</sub> = 0.5%, CV<sub>inter</sub> = 5.4%) quando comparado ao Actigraph<sup>®</sup> (CV<sub>intra</sub> = 3.2%, CV<sub>inter</sub> = 8.6%). Os autores

concluíram que dos três modelos, o Actical® obteve o melhor resultado referente à intra e inter-confiança. Porém, sugerem que é necessário entender porque acelerômetros projetados para medir a mesma variável se comportam tão diferentemente.

Em relação aos procedimentos adotados para mensurar a atividade física, 80% dos estudos revisados deixaram de detalhar tais procedimentos, principalmente no que concerne ao intervalo de tempo entre as contagens, favorecendo vieses que minimizam a validade interna e externa<sup>16</sup>.

Contudo, não se descarta a possibilidade de que algum trabalho que apresente dados sobre as características metodológicas de estudos realizados na América Latina usando sensores de movimento, tenha ficado de fora da revisão.

Estes resultados sugerem que é necessário o desenvolvimento de protocolos de estudo para grupos populacionais específicos, tornando assim seus resultados mais confiáveis e precisos.

## Conclusões

Tendo como referência os estudos analisados, conclui-se que a maioria dos estudos sobre atividade física usando sensores de movimento foram realizados no Brasil, envolveu atividades da vida diária sendo realizados principalmente com crianças por meio do uso dos acelerômetros e recorreu ao delineamento transversal.

Na maior parte destes estudos não se pôde identificar ou não foi relatado características metodológicas importantes para a validade interna e externa da pesquisa, tais como tempo de monitoramento da atividade física, intervalo para contagens dos movimentos e dias em que os instrumentos foram utilizados.

## Referências

1. Barreto SM, Pinheiro ARO, Sichieri R. Análise da estratégia global para alimentação, atividade física e saúde, da Organização Mundial da Saúde. **Epidemiol Serv Saúde** 2005;14(1):41-68.
2. Barros CB. Validação de Métodos Analíticos. **Biol** 2002;64(2):175-177.
3. Barros MVG, Nahas MV. **Medidas da atividade física: teoria e aplicação em diversos grupos populacionais**. Londrina: Midiograf, 2003.
4. Bracco MM. **Estudo da atividade física, gasto energético e ingestão calórica em crianças de escola pública na cidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. Campinas, 2001.
5. Brewis A. Social and biological measures of hyperactivity and inattention: are they describing similar underlying constructs of child behavior? **Soc Biol** 1999;49(1):99-115.
6. Cardon G, De Bourdeaudhuij I. Comparison of Pedometer and Accelerometer Measures of Physical Activity in Preschool Children. **Ped Exer Sci** 2007;19:205-214.
7. Chaves CMCM. **Estudo do movimento de passar de sentado para de pé em jovens e idosos**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Ciências da Reabilitação. Minas Gerais, 2004.
8. Chen KY, Bassett Jr DR. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. **Med Sci Sport Exerc** 2005;37,11:S490-S500.
9. Dul J, Weerdmeester B. **Ergonomia Prática**. Editora Edgard Bluncher, São Paulo, 2004.
10. Esliger DW, Tremblay MS. Technical reliability assessment of three accelerometers models in a mechanical setup. **Med Sci Spo Exer** 2006;38,12:2173-2181.
11. Fulton JE, Burgeson CR, Perry GR, Sherry B, Galuska DA, Alexander MP, Wechsler H, Carpersen CJ. Assessment of physical activity and sedentary behavior in preschool-age children: Priorities for research. **Ped Exer Sci** 2001;13:113-126.
12. Godard CM, Rodrigues MPN, Díaz N, Lera LM, Salazar GR, Burrows RA. Valor de um test clínico para evaluar actividad física en niños. **Rev Méd Chile** 2008;136:1155-1162.
13. Hallal PC, Dumith SC, Bastos JP, Reichert FF, Siqueira FV, Azevedo MR. Evolução da pesquisa epidemiológica em atividade física no Brasil: revisão sistemática. **Rev Saú Públ** 2007;41(3):453-460.
14. Ilha PMV. **Relação entre o nível de atividade física e hábitos alimentares de adolescentes e estilo de vida dos pais**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina. Faculdade de Educação Física. Santa Catarina, 2004.
15. Ilha PMV, Silva RCR, Petroski ED. Validade do acelerômetro tri-axial Tritac: um estudo de revisão. **Rev Brás de Cineia & Des Hum** 2005;7,1:75-81.
16. Lakatos EM, Marconi MA. **Metodologia Científica: Ciência e conhecimento científico. Métodos científicos. Teoria, hipóteses e variáveis. Metodologia jurídica**. 5ª Ed. Editora Atlas, 2007.

17. Matsudo SM, Matsudo VR, Araújo T, Andrade D, Andrade E, Oliveira L, Braggion G. Nível de atividade física da população do Estado de São Paulo: análise de acordo com o gênero, idade, nível socioeconômico, distribuição geográfica e de conhecimento. **R. bras. Ci. e Mov** 2002;10,4:41-50.
18. Misoczky MC, Bordin R. **Gestão Local em Saúde: Práticas e Reflexões**. Dacasa Editora. Porto Alegre, 2004.
19. Nunes SMR, Monte ASI, Emygdio RF, Knackfuss MI. Dança folclórica e caminhada: um estudo comparativo do gasto calórico de universitários. **Rev Sal Publi** 2007;4(4):506-515.
20. Pelegrini A, Silva RCR, Petroski EL. Relação entre o tempo em frente à TV e o gasto calórico em adolescentes com diferentes percentuais de gordura corporal. **Rev Bras de Cinea & Des Hum** 2008;10(1):81-84.
21. Pfeiffer KA, Mciver KL, Dowda M, Almeida MICA, Pate RR. Validation and Calibration of the Actical Accelerometer in Preschool Children. **Med. Sci. Sports Exerc** 2006;38(1):152-157.
22. Pitanga FJG. Epidemiologia, atividade física e saúde. **R. bras. Ci. e Mov** 2002;10(3):49-54.
23. Porto LGG. **Efeitos do incremento do número de passos diários sobre a função autonômica cardíaca e o desempenho físico no limiar anaeróbio**. Tese (Doutorado), Universidade de Brasília. Faculdade de Medicina. Brasília, 2007.
24. Ribeiro PAB. **Modelo de velocidade crítica em testes de caminhada: validade, reprodutibilidade e aplicabilidade em pacientes de Unidade de Saúde**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita. Faculdade de Ciências da Motricidade. Rio Claro, 2007.
25. Reis RS, Petroski EL, Lopes AS. Medidas da atividade física: revisão de métodos. **Rev Bras de Cinea & Des Hum** 2000;2(1):86-96.
26. Scuggs PW, Beveridge SK, Clocksin BD. Tri-axial accelerometry and heart rate telemetry: relation and agreement with behavioral observation in elementary physical education. **Meas in Phys Educ and Exer Sci** 2005;9(4):203-218.
27. Stone MR, Esliger DW, Tremblay M. S. Comparative validity assessment of five activity monitors: does being a child matter? **Ped Exer Sci** 2007;19:291-309.
28. Tagliari I. A. **Crescimento, atividade física, performance e ingestão alimentar em crianças indígenas, urbanas e rurais**. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. Campinas, 2006.
29. Trost SG, Mciver KL, Pate RR. Conducting accelerometer-based activity assessment in field-based research. **Med Sci Spo Exer** 2005;37,11 (suppl):S531-S543.
30. Ward DS, Evenson KR, Vaughn A, Rodgers AB, Troiano RP. Accelerometer Use in physical Activity: Best Practices and Research Recommendations. **Med. Sci. Sports Exerc** 2005;37(11):S582-S588.
31. Welk GJ, Blair SN, Wood K, Jones S, Thompson RW. A comparative evaluation of three accelerometry-based physical activity monitors. **Med Sci Sports Exerc** 2000;32,9(suppl):S489-497.
32. Welk GJ. **Physical activity assessments for health-related research**. Champaign: human kinetics, 2002.
33. Welk GJ. Principles of Design and Analyses for the Calibration of Accelerometry-Based Activity Monitors. **Med. Sc. Sports Exerc** 2005;37(1):S501-S511.
34. Welk GJ, Schaben JA, Morrow Jr JR. Reliability of accelerometry-based activity monitors: a generalizability study. **Med Sci Spo Exer** 2004;369:1637-1645.
35. Wickel EE, Welk GJK, Eisenmann JC. Concurrent Validation of the Bouchard Diary with an Accelerometry-Based Monitor. **Med. Sci. Sports Exerc** 2006;38(2):373-379.