**Artigo de Revisão**

**Recomendações para utilização de acelerômetros no Brasil**

**Accelerometers recommendations for use in Brazil**

**Título resumido:** Recomendações utilização acelerômetros no Brasil

Jeffer Eidi Sasaki1, Andrée Philippe Pimentel Coutinho2, Carla Elane do Santos2, Cecília Bertuol2, Giseli Minatto2, Juliane Berria2, Lúcia Midori Damaceno Tonosaki2, Luiz Rodrigo Augusemak de Lima2, Moane Marchesan2, Pablo Magno da Silveira2, Rodrigo de Rosso Krug2, Tânia R. Bertoldo Benedetti2

Jeffer Eidi Sasaki - Universidade do Triângulo Mineiro, Departamento de Ciências do Esporte, Uberaba, Minas Gerais. [jeffersasaki@gmail.com](mailto:jeffersasaki@gmail.com)

Andrée Philippe Pimentel Coutinho - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desporto, Programa de Pós-graduação em Educação Física. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. [andreeroyal@hotmail.com](mailto:andreeroyal@hotmail.com)

Carla Elane Silva dos Santos - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desporto, Programa de Pós-graduação em Educação Física. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

[carlaef\_uesb@hotmail.com](mailto:carlaef_uesb@hotmail.com)

Cecília Bertuol - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós-Gradação em Educação Física. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. [bertuolcecilia@gmail.com](mailto:bertuolcecilia@gmail.com)

Giseli Minatto - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Desportos. Programa de Pós-Gradação em Educação Física. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. [gminatto@gmail.com](mailto:gminatto@gmail.com)

Juliane Berria- Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desporto, Programa de Pós-Gradação em Educação Física. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. [julianeberria@gmail.com](mailto:julianeberria@gmail.com)

Lúcia Midori Damaceno Tonosaki - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desporto, Programa de Pós-Gradação em Educação Física. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. [midoritonosaki@hotmail.com](mailto:midoritonosaki@hotmail.com)

Luiz Rodrigo Augustemak de Lima - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desporto, Programa de Pós-Gradação em Educação Física. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. [rodrigo.augustemak@ufsc.br](mailto:rodrigo.augustemak@ufsc.br)

Moane Marchesan - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desporto, Programa de Pós-Gradação em Educação Física. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. [moedfisio@hotmail.com](mailto:moedfisio@hotmail.com)

Pablo Magno da Silveira - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desporto, Programa de Pós-graduação em Educação Física. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. [pablomagnos@hotmail.com](mailto:pablomagnos@hotmail.com)

Rodrigo de Rosso Krug - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Gradação em Ciências Médicas. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. [rodrigo\_krug@hotmail.com](mailto:rodrigo.augustemak@ufsc.br)

Tânia R. Bertoldo Benedetti - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desporto, Programa de Pós-graduação em Educação Física. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. [tania.benedetti@ufsc.br](mailto:tania.benedetti@ufsc.br)

Tânia R. Bertoldo Benedetti

Rua Mediterrâneo, 204, apto 501, Córrego Grande, Florianópolis, SC.

CEP:88037-610

Fone (48) 9924-2990

e-mail: [tania.benedetti@ufsc.br](mailto:tania.benedetti@ufsc.br)

Número de palavras no texto: 5287

Número de palavras no resumo: 181

Número de palavras no abstract: 166

Número de referências: 72

Número de ilustrações: 5

**RESUMO**

O objetivo do presente estudo foi propor recomendações para a utilização de acelerômetros no Brasil. O método consistiu na revisão e síntese de artigos que utilizaram acelerômetros como instrumento de medida objetiva da atividade física, especificamente quanto ao seu uso, interpretação e ponto de corte. Nesse sentido, buscou-se apresentar recomendações para as fases pré-coleta (seleção do monitor e de protocolos), coleta (distribuição, manuseio e utilização dos equipamentos) e pós-coleta (processamento e interpretação dos dados). Essas etapas apresentaram procedimentos e processos que necessitavam ser padronizados a fim de se obter dados reprodutíveis e comparáveis. As recomedações propostas são uma iniciativa de pesquisadores da área a fim de proporcionar um avanço metodológico nas medidas objetivas da atividade física. A adoção das recomendações propostas pode facilitar a padronização dos procedimentos empregados e a comparabilidade de resultados entre estudos com acelerômetros no Brasil. Em um futuro próximo, os pesquisadores que utilizam acelerômetros como medida objetiva da atividade física no Brasil poderão criar um banco repositório dos dados, para que um perfil da atividade física possa ser traçado de forma mais fidedigna nas diferentes populações estudadas.

**Plavras chaves:** Ponto de corte para **A**celerômetros; Método; Recomedações; Protocolos

**ABSTRACT**

The aim of this study was to develop recommendations for using accelerometers to measure physical activity in Brazil. This manuscript is a review and synthesis of scientific papers that have used accelerometers for objective physical activity assessment in different age groups as well as studies providing directions for using activity monitors in large-scale studies that have been published in English. In this study, we present recommendations for the pre-data collection (selection of monitor and protocols), data collection (distribution, handling and equipment use) and post-data collection (data processing and interpretation) phases. We describe the required procedures for obtaining valid and reliable accelerometer physical activity data. This set of recommendations is an initiative of a group of physical activity researchers with the purpose of contributing to methodologically advance the field of objective physical activity measurement in Brazil. The current recommendations intend to facilitate the standardization of procedures for collecting physical activity data with accelerometers in Brazil and, thus, for ascertaining future comparability of data collected in different studies.

**Keywords:** Accelerometers cut points; Methods; Recommendations; Clinical research protocols

**INTRODUÇÃO**

A prática habitual de atividade física (AF) já está bem evidenciada na literatura como um fator de proteção para a saúde, aonde pessoas fisicamente ativas têm menor propensão de apresentar doenças crônico não-transmissíveis[1](#_ENREF_1). O estabelecimento dessas associações tem acontecido tanto pela estimativa da AF por auto-relato quanto pela monitoração objetiva por meio de sensores de movimento[2](#_ENREF_2), os quais têm ganhado atenção na comunidade científica devido o seu maior nível de acurácia e precisão.

Dentre os sensores de movimento capazes de medir a AF estão os acelerômetros[3](#_ENREF_3), os quais são dispositivos eletrônicos que medem a aceleração do movimento corporal em um, dois ou três planos (anteroposterior, mediolateral e vertical)[4](#_ENREF_4). Esses equipamentos permitem quantificar de forma objetiva a frequência, duração e intensidade da AF, resultando em dados mais exatos e precisos que são importantes para estabelecer relações dose-resposta com variáveis de saúde[5](#_ENREF_5).

Os acelerômetros têm sido cada vez mais utilizados em estudos de larga escala, sendo que algumas revisões sistemáticas sobre AF recentemente realizadas no Brasil indicam um consenso sobre a necessidade de melhoria nos métodos a serem empregados, visando possíveis comparações de resultados de diferentes estudos[6-8](#_ENREF_6). A melhoria nos métodos de aferição da AF também é importante na formação de um corpo de evidências suficiente para o desenvolvimento de intervenções, tendo como foco a obtenção de potenciais benefícios à saúde.

Neste sentido, diversos fatores quanto à padronização dos acelerômetros merecem atenção para que assim possam ser utilizados no Brasil de forma semelhante e com futuras comparações de resultados entre diferentes estudos. Para tanto, o presente estudo visa oferecer recomendações para as fases pré-coleta (seleção do monitor e de protocolos), coleta (distribuição, manuseio e utilização dos equipamentos) e pós-coleta (processamento e interpretação dos dados). Essas etapas apresentam alguns procedimentos e processos que devem ser padronizados a fim de se obter dados reprodutíveis e comparáveis. Assim, este estudo teve como objetivo desenvolver recomendações para utilização de acelerômetros no Brasil.

**FASE PRÉ-COLETA**

A fase pré-coleta para a utilização dos acelerômetros consiste na definição da população de interesse; seleção do monitor a ser utilizado; testagem da calibração do monitor; atualização de *firmware*; estudo piloto; e definição de protocolo (tipo e intensidade dos comportamentos de AF que serão considerados, taxa de amostragem, local do corpo onde será colocado e quantos dias e horas o monitor será utilizado).

Seleção do monitor: entre alguns dos modelos mais utilizados em pesquisa, é possível citar os seguintes: Actical, RT6, ActiGraph GT3X+, GENEActiv, BodyMedia Armband e o ActivPAL. Uma breve descrição a respeito das especificações técnicas de alguns desses monitores pode ser encontrada no estudo de Strath et al.[9](#_ENREF_9). Os pesquisadores devem selecionar o monitor que mais se adequa as suas necessidades de investigação. Alguns fatores devem ser considerados, como por exemplo, a necessidade de coletar dados triaxiais, a magnitude de detecção da aceleração (e.g., ±3g vs. ±6g), bateria e memória, adequabilidade para medir o comportamento sedentário, viabilidade, comparabilidade com estudos anteriores, entre outros.

Calibração de unidades: é fundamental que os pesquisadores verifiquem a calibragem dos monitores de AF antes de utilizá-los em qualquer estudo[10](#_ENREF_10). Esse procedimento é realizado para verificar o nível de confiabilidade do monitor em registrar dados de aceleração[10](#_ENREF_10). Podem ser realizados dois tipos de teste da calibragem de unidades, a intra- e a inter- monitores. Duas formas comuns de realizar o teste de calibragem são: 1) por meio de velocidades padrões na esteira (e.g., 4.8 km/h, 6.4 km/h) ou 2) utilizando um oscilador mecânico (shaker). Quando a primeira opção é selecionada, pode-se utilizar dois monitores posicionados lado-a-lado em cada quadril. Para otimizar o processo de testagem, ainda é possível sobrepor monitores. O ideal é não sobrepor mais do que dois monitores, pois isso pode resultar em artefato/ruído nos sinais. Se os monitores estiverem calibrados, os mesmos registrarão valores próximos àqueles reportados em estudos anteriores. Além disso, as diferentes unidades deverão demonstrar valores semelhantes entre si[11](#_ENREF_11). É recomendável que os pesquisadores estabeleçam um nível aceitável de diferença entre os dados das diferentes unidades (e.g., <5%, <3%)[11](#_ENREF_11). Esse nível depende do estudo no qual os aparelhos serão utilizados. Por exemplo, se um determinado lote de monitores sistematicamente registra dados aproximadamente 5% superiores quando comparado a outro lote, torna-se evidente que os dois lotes não devem ser utilizados em uma intervenção que visa detectar 3% de mudança na AF, pois possivelmente haverá atenuação ou exacerbação dos reais efeitos da intervenção a depender de qual lote for utilizado primeiro.

Atualização de firmware:o *firmware* é um conjunto de instruções operacionais que são diretamente programadas no *hardware* de equipamentos eletrônicos, nesse caso o acelerômetro. Essas instruções operacionais possuem os comandos básicos para a detecção, registro e armazenamento de dados, bem como o funcionamento geral do equipamento[12](#_ENREF_12). O *firmware* é atualizado sempre que o fabricante encontra problemas que estejam relacionados a alguns dos fatores citados.

Os cuidados que devem ser tomados são:

- Atualizar os sensores com *firmware* mais recente antes de começar o estudo, verificando se o fabricante não disponibilizou nenhuma outra versão em sua página eletrônica ou *software*[*13*](#_ENREF_13)*.* Como citado acima, o *firmware* é oferecido pelo fabricante do aparelho para a melhoria das funções *on-board* dos monitores. Para cada atualização, os fabricantes geralmente disponibilizam notas descrevendo as modificações que ocorrem com cada versão. Alguns fatores são primordiais, entre eles:

- Manter o mesmo *firmware* durante a coleta, evitando atualizar as versões enquanto a coleta estiver ocorrendo.

- Realizar inicialização e descarregamento dos monitores na mesma versão de *software*.

- Manter o registro (log) da atualização de *firmware* e/ou *software* e salvar o comunicado fornecido pelo fabricante.

Estudo piloto: o estudo piloto é fundamental para que os pesquisadores observem diversas situações, como o posicionamento do equipamento, as instruções para os participantes e a forma de manusear o aparelho. O estudo piloto permite antecipar as possíveis reações dos participantes da pesquisa acerca da utilização dos acelerômetros. Além disso, permite examinar as questões logísticas e operacionais da utilização dos mesmos, possibilitando ajustes no protocolo antes de se iniciar o estudo de fato. Nesta etapa, deve-se testar o protocolo de coleta de dados de forma semelhante ou o mais próximo possível do que será implementado no estudo. Isso permite determinar se os fatores físicos e eletrônicos dos monitores, como a bateria e memória, estão adequados ao período de coleta.

Diferenças entre monitores: atualmente, a maioria dos monitores comercializados são triaxiais, ou seja, possuem a capacidade de medir a aceleração nos três planos ortogonais (i.e., vertical, anteroposterior e médio-lateral). Porém, muitos pesquisadores continuam a utilizar monitores uniaxiais em suas pesquisas[9](#_ENREF_9). Além da diferença no número de eixos de detecção, podem existir diferenças na filtragem proprietária entre monitores de diferentes marcas, resultando em diferenças na frequência e magnitude de aceleração necessária para que o monitor registre o count. A sensibilidade na detecção da aceleração pode também ser influenciada pelo tipo de transdutor empregado no monitor, ou seja, piezoelétrico, piezoresistivo, ou de capacitância diferencial[14](#_ENREF_14). Essas questões devem ser levantadas no planejamento dos estudos.

Posicionamento do acelerômetro:para utilização dos acelerômetros como forma de medir a AF é necessário que os monitores sejam fixados no corpo do participante por meio de uma cinta (geralmente elástica) ou pulseira no local escolhido (e.g., quadril, punho) . Os monitores devem ser bem fixados, para que não haja vibração e deslocamentos que resultem em ruído/artefato na medida do movimento[9](#_ENREF_9), [15](#_ENREF_15). Os principais locais para utilização do acelerometro são: quadril, punhos, região anterior e posterior da caixa torácica, coxas, e tornozelo[9](#_ENREF_9), [16-18](#_ENREF_16). A maioria das pesquisas tem posicionado o monitor no quadril dos participantes, devido a proximidade do centro de massa do corpo humano[9](#_ENREF_9), [15](#_ENREF_15), [16](#_ENREF_16). Assim, as acelerações medidas por um único sensor neste local podem representar melhor o gasto energético proveniente do movimento humano. Além disso, o posicionamento do monitor no quadril resulta em baixo constrangimento aos avaliados e pouco desconforto no movimento corporal. Contudo, apesar das atividades envolvendo movimento do quadril serem adequadamente medidas quando o acelerômetro é posicionado no quadril, existem atividades da vida diária com movimentos predominantes dos membros superiores que frequentemente não são capturados por esse posicionamento[15](#_ENREF_15). Portanto, é necessário ponderar quais atividades serão predominantemente aferidas antes de escolher o posicionamento do acelerômetro.

Taxa de amostragem: a tecnologia atual permite que os dados sejam coletados em sua forma bruta (múltiplos de força g) e em diferentes taxas de amostragem[9](#_ENREF_9). Os monitores da marca *ActiGraph*, por exemplo, tem uma capacidade atual de coletar dados a 100 Hz[9](#_ENREF_9). É recomendável que os pesquisadores coletem os dados em maior frequência e realizem a reintegração de dados para frequências menores no período pós-coleta. Um ponto importante é que os *softwares* de processamento reintegram os dados em múltiplos de 10Hz (e.g., 100, 90, 80, 70 e assim por diante).

Multi-sensores: estudos têm combinado diferentes monitores no intuito de melhorar as estimavas de AF, sendo uma das combinações mais frequentemente utilizadas a acelerometria com a frequência cardíaca[14](#_ENREF_14). Essa última variável pode ser útil para auxiliar na estimativa da AF quando o registro de aceleração não é linearmente relacionado ao gasto energético da atividade[14](#_ENREF_14). Um exemplo é a execução de atividades do lar quando o acelerômetro está posicionado no quadril. Neste caso, os movimentos do quadril são esporádicos, predominando os movimentos de membros superiores. Dessa forma, a frequência cardíaca é útil para identificar a elevação na taxa metabólica que é decorrente dos movimentos de membros superiores. Além da frequência cardíaca, a combinação do acelerômetro com outros sinais físicos e fisiológicos (e.g., pressão barométrica, temperatura da pele) pode auxiliar na utilização dos dados para melhor classificar os períodos do dia em que se está ativo e inativo[9](#_ENREF_9), [14](#_ENREF_14). Recentemente, protótipos que combinam um acelerômetro triaxial e sensores para avaliar a pressão barométrica, umidade, temperatura, luz e posicionamento global têm sido propostos. Além disso, outros monitores combinam um acelerômetro biaxial com sensores para avaliar a frequência cardíaca, o fluxo de calor e resposta da pele[9](#_ENREF_9).

Uma outra estratégia para atividades que demandam pouco movimento do quadril é a utilização de múltiplos acelerômetros em diferentes partes do corpo. Por exemplo, o monitor IDEEA utiliza cinco acelerômetros em diferentes pontos do corpo, sendo um preso ao peito, em ambas as coxas, e na parte inferior do pé[12](#_ENREF_12). A utilização de multi-sensores deve levar em consideração o tipo e objetivo de estudo (observacional ou intervenção), tamanho e característica da amostra, necessidade e viabilidade.

Número de dias e horas de coleta:para a coleta de dados é necessário estipular um tempo – dias e horas/dia. Esse tempo deve refletir a rotina habitual do avaliado. Nesse sentido, tem sido usual a coleta de dados por pelo menos quatro dias (três dias de semana e um de fim de semana) para crianças e adolescentes, e três dias (dois dias de semana e um de fim de semana) para adultos[16](#_ENREF_16). Esses números consistem no mínimo para se alcançar um bom nível de confiabilidade[16](#_ENREF_16). Contudo, quando possível, o ideal é coletar os dados dos sete dias da semana[16](#_ENREF_16), o que permite verificar os indivíduos que atingem as recomendações de 150 min. de atividade física moderada, sem que seja necessário utilizar métodos de imputação de dados.

Criação de diário de registro: a função do diário de registro é compilar todas as informações relacionadas as adversidades e situações vivenciadas pelos indivíduos que estão participando da pesquisa. No caso do uso de acelerômetros, o diário de registro é muito importante na anotação de situações de retirada e colocação do aparelho, bem como das razões que levaram a tais ações. Vale ressaltar que essas instruções devem ser transmitidas aos participantes durante a visita de entrega dos acelerômetros. O diário de registro é um importante instrumento de pesquisa que auxilia no uso do acelerômetro para a avaliação do tempo gasto em AF, pois ajuda a verificar qual tipo de atividade foi realizada durante a não-utilização do monitor, e com qual objetivo. Desta forma, o diário de registro auxilia na interpretação dos dados oriundos do acelerômetro, tornando possível o ajuste dos mesmos quando necessário.

Em síntese para a pré-coleta é importante: 1) realizar e dominar todos os passos para aplicação do acelerômetro, tendo claro qual o acelerômetro será utilizado; 2) atualizar o *firmware* dos monitores e realizar a calibração dos mesmos; 3) decidir aspectos relacionados ao protocolo de coleta de dados (e.g., número de dias a serem coletados, local do corpo para afixação do aparelho); 4) realizar um teste piloto e criar um diário de registro.

**FASE DE COLETA DOS DADOS**

Distribuição dos acelerômetros:previamente a data marcada para a entrega dos acelerômetros é importante verificar o material e suas condições de uso. Todos os aparelhos que serão entregues devem estar inicializados e com a bateria em nível suficiente de carga. Cintas elásticas de vários tamanhos devem estar disponíveis, uma vez que aquela cinta previamente separada pode não se ajustar as medidas do avaliado.

A estratégia para entregar os acelerômetros aos participantes dependerá dos custos, do desenho do estudo e do tamanho da amostra. Os acelerômetros podem ser entregues por postagem ou face-a-face. O envio dos acelerômetros por correio tem sido mais utilizado em estudos realizados em países desenvolvidos[19](#_ENREF_19). sendo pouco viável no Brasil. Por outro lado, a entrega face-a-face é uma estratégia mais aplicável a nossa realidade e possibilita ao pesquisador explicar os procedimentos de uso e demonstrar a correta colocação do acelerômetro, além de responder as dúvidas dos avaliados quanto a todos os demais procedimentos. As instruções básicas e demonstração do uso do acelerômetro dependem da faixa etária dos participantes, sendo importante enfatizá-las principalmente para as crianças (e seus responsáveis) e idosos.

Mesmo após todas as instruções e orientações de uso do acelerômetro, é importante que o pesquisador entregue também para o avaliado um material informativo com essas orientações, ressaltando a sua retirada em atividades aquáticas, no banho e a noite ao dormir. Uma foto ou imagem ilustrando o posicionamento do aparelho no corpo é fundamental para facilitar o entendimento do avaliado. Além disso, recomenda-se fornecer aos participantes informações de contato pessoal, como telefones e e-mails, para que as dúvidas possam ser esclarecidas durante o período de utilização do aparelho[17](#_ENREF_17).

Para a organização e gerenciamento da coleta de dados, convém criar um formulário de coleta de dados para armazenar informações referentes aos acelerômetros e aos participantes. Informações como o código de identificação do participante, a data de entrega, o número serial do acelerômetro e a data de início do registro das atividades devem constar no formulário.

Recomenda-se que o diário de registro (ver tópico anterior) seja entregue aos participantes, juntamente com o aparelho. Os participantes devem registrar nesse diário o horário que despertam, que se deitam e o horário de colocação e retirada do aparelho em cada dia em que foi utilizado[17](#_ENREF_17). Além disso, devem ser registrados os períodos em que o aparelho não foi utilizado e as razões para tal (e.g., atividade aquática). Embora a utilização do diário de registro seja importante[17](#_ENREF_17), pesquisadores brasileiros têm relatado que em estudos com idosos o instrumento comumente não é preenchido pelos mesmos devido à baixa escolaridade.

Contato com participantes:durante a coleta de dados, recomenda-se a realização de pelo menos dois contatos com os participantes, podendo ser realizados via telefone, *e-mail* ou SMS[17](#_ENREF_17). O ideal é que o contato seja feito após o segundo ou terceiro dia da entrega dos acelerômetros. O pesquisador deverá perguntar sobre a utilização do acelerômetro, o preenchimento do diário de registro, além de reforçar as informações com relação ao número de dias e tempo de uso necessário para validar um dia habitual. Caso o participante relate não estar utilizando o acelerômetro corretamente, o pesquisador poderá aproveitar esse contato para agendar uma nova data de entrega, possibilitando que o aparelho fique com o avaliado por mais um ou dois dias, a fim de atingir o tempo de utilização estabelecido previamente para caracterizar a semana habitual.

Devolução dos acelerômetros: a devolução do acelerômetro pode ser realizada em visita do participante ao laboratório ou visita do pesquisador ao domicílio do participante [17](#_ENREF_17). A forma de recuperação do acelerômetro deve ser previamente estabelecida, sempre considerando a conveniência e comodidade do participante. Durante a devolução, o pesquisador deve identificar se o avaliado encontrou dificuldades para a utilização do acelerômetro e conferir o preenchimento do diário de registro, solicitando ao avaliado que recorde informações faltantes para completar o diário. Logo após a devolução dos acelerômetros, é importante que o pesquisador faça o *download* dos dados, tendo em vista que o aparelho continua registrando informações, o que gera um acúmulo desnecessário de dados e pode sobrecarregar o armazenamento e descarregamento das informações.

Em síntese, para a fase de coleta de dados recomenda-se: 1) organizar o material com antecedência; 2) considerar o desenho do estudo, bem como o tamanho e características da amostra para escolher a melhor estratégia de entrega dos acelerômetros; 3) conceder instruções e demostrar o uso do equipamento; 4) entregar material informativo com essas instruções; 5) fornecer contato do pesquisador aos participantes; 6) entrar em contato com os participantes durante o período de uso; 7) após devolução dos acelerômetros, realizar o *download* dos dados tão logo seja possível, evitando assim coleta desnecessária de dados, o que pode onerar a fase de redução e processamento dos dados.

**FASE PÓS-COLETA**

A utilização de um fluxograma pode auxiliar na decisão para triagem e processamento dos dados do acelerômetro na fase pós-coleta, como apresentado na figura 1. Ao analisar os dados obtidos com o uso dos acelerômetros, é interessante levar em consideração três aspectos: o período de tempo de uso do acelerômetro, os momentos em que o monitor foi removido do corpo e quantos dias o avaliado utilizou o aparelho.

**INSERIR FIGURA 1 AQUI**

Conduta imediata de processamento de dados:a etapa de processamento de dados tem três objetivos: 1) identificação bruta dos dados que podem não representar com precisão o comportamento da AF; 2) decisão de como lidar com esses dados; e 3) preparação dos dados para análise estatística e interpretação. Os arquivos inadequados devem estar descritos em um resumo com as razões por não estarem incluídos na análise. Isso poderá ajudar a manter uma organização para análises futuras[20](#_ENREF_20).

O pesquisador deverá realizar a identificação dos dados discrepantes para o controle de qualidade, ou seja, valores muito altos e/ou muito baixos de acordo com limites conhecidos e esperados. Essa identificação é realizada por meio de técnicas e combinações quantitativas e qualitativas de avaliação. A verificação quantitativa comum é realizada na tela bruta dos dados, onde se identifica os pontos que excedem um limiar predeterminado (e.g., não existência de valores superiores a 10.000 counts/min). Um método qualitativo eficaz inclui a inspeção visual de gráficos para identificar valores divergentes e períodos de não-uso ou de uso do aparelho demasiadamente longo[20](#_ENREF_20). O controle de qualidade também inclui a identificação dos requisitos mínimos para validar o dia de uso (e.g., dias com o mínimo de 10 horas; 4 dias de uso, sendo um no final de semana).

Transformação de dados:os dados brutos do monitor de AF são normalmente transformados em uma ou mais variáveis fisiologicamente significativas. Essas transformações utilizam uma variedade de técnicas analíticas, exemplificadas pela regressão linear simples [21](#_ENREF_21), [22](#_ENREF_22), pela regressão múltipla23,24[23](#_ENREF_23), [24](#_ENREF_24). e pelas redes neurais artificiais [25-27](#_ENREF_25). Esses algoritmos de calibração utilizam os dados brutos (força g) ou *counts* do monitor de atividade para estimar o gasto energético, a intensidade, ou o tipo de atividade[20](#_ENREF_20).

Transformação de unidades de consumo de energia:estudos de revisão sobre a calibração dos acelerômetros[18](#_ENREF_18), [28](#_ENREF_28) evidenciam que não existe um padrão universal para transformar dados brutos do monitor de atividade em unidades de gasto de energia. Um exemplo disso pode ser observado em estudos de calibração em crianças, em que os pesquisadores geram algoritmos de calibração que predizem o consumo de oxigênio (VO2), do equivalente metabólico (METs), do gasto energético total e do gasto energético da AF (Kcals)[20](#_ENREF_20). Outro fator complicador desse processo é o fato de que cada algoritmo de calibração é específico para cada marca de monitor de atividade e localização do corpo em que o monitor de atividade foi originalmente validado. Além disso, cada algoritmo de calibração é considerado válido apenas para populações semelhantes àquelas para a qual o algoritmo foi originalmente derivado.

Definição de *bout* para a AF:são definidos como um período de 10 minutos sucessivos de AF moderada a vigorosa[29](#_ENREF_29), [30](#_ENREF_30) no entanto esta definição não tem sido consistentemente aplicada na avaliação da AF. Portanto, quando o objetivo é relacionar o comportamento da AF com a adesão às recomendações de AF, é recomendado que *bouts* contínuos de 10 minutos de AMFV devem ser utilizados[30](#_ENREF_30).

Outras informações relevantes: ainda que não haja um critério estabelecido em relação ao período de tempo que o sujeito deve usar o acelerômetro para representar um dia válido[31](#_ENREF_31), Corder K, Brage S, Ekelund U.alguns pesquisadores têm adotado o período mínimo de 10 horas (600 minutos)[19](#_ENREF_19), [32-34](#_ENREF_32), enquanto outros consideram períodos mais curtos de aproximadamente 8 horas por dia (480 minutos)[35](#_ENREF_35), [36](#_ENREF_36). Em relação ao abandono parcial do monitor, os registros de valor zero durante determinada sequência de tempo (e.g., 60 minutos de zeros consecutivos) podem ser adotados para detectar o tempo de não-uso[19](#_ENREF_19), [37](#_ENREF_37), embora não exista nenhuma diretriz que indique qual a melhor opção a ser utilizada[38](#_ENREF_38). Por fim, o número de dias necessários para um sujeito ser incluído no processo de análise dos dados varia de acordo com os estudos e com os dias de semana ou final de semana em que foram computados. Andersen et al.[32](#_ENREF_32) e Riddoch et al.[33](#_ENREF_33) consideram um mínimo de três dias, enquanto Cleland et al.[36](#_ENREF_36) consideram quatro dias, sendo que em ambos os casos um dos dias deve ser de fim de semana. A utilização do aparelho durante cinco dias[34](#_ENREF_34), incluindo um dia do fim de semana[39](#_ENREF_39), e sete dias[40](#_ENREF_40), [41](#_ENREF_41), também têm sido utilizadas em pesquisas com crianças e adultos.

Sugere-se, dessa forma, que todas as informações em relação aos detalhes de como os dados foram manipulados sejam fornecidos, especificando o número mínimo de dias em que o acelerômetro foi utilizado, o período de utilização para considerar um dia válido, bem como os períodos prolongados de zeros nas contagens para determinar o abandono parcial[38](#_ENREF_38). Esses registros são de extrema importância para esclarecer os processos de tomada de decisões, justificar a análise final dos dados e os níveis de AF obtidos e relatados[39](#_ENREF_39), além de auxiliar nas comparações entre os estudos[38](#_ENREF_38).

Atualmente, o uso dos acelerômetros para a mensuração dos níveis de AF tem sido muito debatido, tendo em vista a variedade de pontos de corte utilizados para classificar a intensidade da atividade[42](#_ENREF_42). Essa diversidade, consequentemente, afeta a comparabilidade dos estudos[31](#_ENREF_31), incorpora erro nos dados, bem como classifica as pessoas em ativas ou inativas de forma equivocada[43](#_ENREF_43). Além de não haver conformidade a respeito dos limiares para *counts* de acelerômetros que identificam e classificam as atividades em sedentária, leve, moderada e vigorosa[18](#_ENREF_18), [28](#_ENREF_28), os pontos de corte divergem para cada população[31](#_ENREF_31).

Portanto, a partir dos cuidados que deverão ser tomados em cada fase para obtenção de dados de qualidade, e das questões pontuadas acima, torna-se importante conhecer os pontos de corte mais comumente utilizados na literatura, a fim de identificar seus pontos fortes e limitações. Neste sentido, apresentamos os dados que consideramos relevantes para crianças e adolescentes, adultos, idosos e populações especiais.

**PONTOS DE CORTE PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES**

No quadro 1, estão apresentados os principais pontos de corte para crianças e adolescentes com observações acerca de suas vantagens e limitações, características gerais de desenvolvimento (tamanho da amostra, atividades e método) e modelo de acelerômetro utilizado. Ressalta-se que as informações foram adaptadas do artigo de Romanzini et al.[44](#_ENREF_44), cujo objetivo principal foi revisar sistematicamente a validade dos limiares de *counts* de acelerômetros para classificação da intensidade da atividade física em crianças e adolescentes.

**INSERIR AQUI QUADRO 1**

A partir do exposto, observa-se que existem diferenças e peculiaridades entre os diferentes pontos de corte. Nesse contexto e devido a grande diferença das estimativas que podem ser obtidas, considerando também as limitações de cada referência, sugere-se que os pesquisadores planejem a utilização de um determinado ponto de corte de acordo com as características de interesse da AF a serem estimadas. Dessa forma, a comparação entre os estudos torna-se mais eficiente e a chance de classificar as crianças e adolescentes em ativos ou inativos de maneira errônea é reduzida.

**PONTOS DE CORTE PARA ADULTOS**

No quadro 2 estão apresentados os principais pontos de corte para adultos com suas vantagens e desvantagens, características gerais (tamanho da amostra, atividades e método) e modelo de acelerômetro utilizado. Os estudos apresentados utilizaram o acelerômetro ActiGraph e o Genea.

**INSERIR AQUI QUADRO 2**

**PONTOS DE CORTE PARA IDOSOS**

No quadro 3 estão apresentados os principais pontos de corte utilizados na população idosa, suas vantagens e desvantagens, características gerais (tamanho da amostra, atividades e método) e modelo de acelerômetro utilizado.

**INSERIR AQUI QUADRO 3**

**PONTOS DE CORTE PARA POPULAÇÕES CLÍNICAS**

Um considerável corpo de evidências suporta a AF como prevenção primária de diversas doenças crônicas não transmissíveis (DCNT’s) como as cardiovasculares, dislipidemias e obesidade, além disso, é evidente a redução do risco relativo de morte prematura. Recentemente, a *American Heart Association* publicou um documento sobre o monitoramento da AF habitual, destacando as aplicações na clínica e na pesquisa, sobre a AF como indicador de saúde, sendo semelhante a qualquer outro fator de risco para doenças cardiovasculares. Nesse aspecto, a AF mensurada por acelerômetros, representa uma importante ferramenta à equipe de saúde, pois permite de forma objetiva, identificar sujeitos com níveis insuficientes de AF, além da análise sobre a eficácia e a efetividade de intervenções para a mudança de comportamento[9](#_ENREF_9).

Sendo assim, os sensores de movimento, especialmente os acelerômetros, tem recebido atenção no contexto clínico. Isto se deve pela capacidade em captar as dimensões da frequência, duração e intensidade da AF em um dispositivo de pequeno, mas com amplo espaço de armazenamento, que permite quantificar a AF como uma variável contínua. Dessa forma, a acelerometria tem sido cogitada como o método mais promissor para avaliar, objetivamente, a AF habitual como reflexo da saúde metabólica, ou mesmo, como um determinante de risco metabólico[45](#_ENREF_45).

Os estudos recentes que empregaram acelerômetros na medida da AF em pacientes com doença de Parkinson[46](#_ENREF_46), doença pulmonar crônica obstrutiva – DPOC[47](#_ENREF_47), doença arterial periférica[48](#_ENREF_48), em geral, não destacaram cuidados metodológicos, para além daqueles empregados em sujeitos saudáveis, ou mesmo sobre a utilização de pontos de corte específico as variações na AF ambulatorial ou no gasto energético. Essas adequações são importantes uma vez que o padrão locomotor alterado e a fisiopatologia da doença podem impactar diretamente na AF ambulatória e no gasto energético dos sujeitos enfermos, criando um ciclo de hipoatividade que leva a um efeito de redução do condicionamento físico e da capacidade funcional que retroalimenta os baixos níveis de AF habitual negativo a saúde[49](#_ENREF_49). Em exemplo, adultos com alguma limitação de mobilidade engajam-se mais em atividades sedentárias e menos em AF leves e moderadas às intensas – mensuradas por acelerômetros, além de apresentar indicadores elevados de risco cardiovascular, quando comparados a adultos sem limitações de mobilidade[50](#_ENREF_50).

Em um estudo, com pacientes idosos com doença de Parkinson, os autores buscaram comparar os escores obtidos de AF, medida por um acelerômetro actigraph® GT3X+, aplicando diferentes filtros na fase de aquisição dos dados. Os autores observaram que o filtro *low frequency extension* quando comparado ao padrão, processou valores superiores para média de *counts* e passos por dia, e para minutos em atividades de intensidade baixa e moderada, mas não para atividades vigorosas[46](#_ENREF_46). Porém, em uma amostra do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) a AF, medida por um acelerômetro ActiGraph® 7164, foi superior em sujeitos saudáveis quando comparados a portadores de doença arterial periférica, nesse caso a condição clínica representou uma redução de 23% da AF habitual[50](#_ENREF_50). Outro estudo, com pacientes portadores de DPOC, revelou que acelerômetros de baixo custo, como o Fitbit® e o *Personal Activity Monitor*® AM300, apresentaram validade quando comparados ao SenseWear Armband® e usabilidade de ambos os acelerômetros[47](#_ENREF_47), para o monitoramento da AF desses pacientes.

Nesse contexto, a necessidade de padronizar os aspectos metodológicos da utilização do uso de acelerômetros é importante para não enviesar os escores obtidos de AF, especialmente, em sujeitos com limitações no padrão locomotor, podendo levar a classificação equivocada do atendimento às recomendações de AF. Isto sugere que pesquisas prévias, que testem as características psicométricas dos equipamentos, sejam realizadas.

**COMPARABILIDADE DE DADOS**

O conhecimento sobre a comparabilidade dos dados provenientes de diferentes acelerômetros é imprescindível quando se quer fazer comparações entre estudos e particularmente em análises de tendências dos níveis de AF[51](#_ENREF_51), [52](#_ENREF_52). Além disso, muitos estudos são utilizados para tomada de decisões relacionadas a políticas de saúde pública e estimativas incorretas podem trazer sérias consequências[52](#_ENREF_52).

Resultados divergentes podem ser verificados ao analisar os dados de diferentes acelerômetros, mas essas disparidades podem ser observadas não apenas em acelerômetros de marcas distintas. Em aparelhos da mesma marca, mas de modelos diferentes, também são identificadas divergências nos dados obtidos[51-53](#_ENREF_51). As diferenças verificadas em testes mecânicos também são constatadas em ambiente livre[52](#_ENREF_52). Os acelerômetros de modelos diferentes, principalmente ao comparar modelos mais antigos e mais novos diferem na resolução de conversão e taxa de amostragem, que são parâmetros que podem influenciar a saída dos dados[52](#_ENREF_52), [54](#_ENREF_54).

Em aparelhos de mesma marca e modelos diferentes podem ser verificadas diferenças nos *counts* em caminhadas[51](#_ENREF_51), [53](#_ENREF_53), principalmente em velocidades lentas[54](#_ENREF_54) Contudo, ainda não parece haver consenso na literatura quanto à diferença na contagem de *counts* resultar em diferentes classificações de intensidade de AF. Pesquisadores têm verificado que diferenças nos *counts* não resultaram em diferenças no tempo gasto nas categorias de intensidade de AF[53](#_ENREF_53). Outros estudos apontam que resultam em diferenças no nível médio e em todas as intensidades de AF[52](#_ENREF_52).

A ativação da opção *Low Frequency Extension* (LFE) parece ser uma alternativa para reduzir as diferenças verificadas entre alguns modelos de acelerômetros, considerando bons resultados em testes de configuração de vida livre, principalmente no que se refere a comportamento sedentário e atividades leves[52](#_ENREF_52).

Em aparelhos de marcas diferentes as evidências acerca da equivalência do algoritmo e dos dados brutos de aceleração são escassas. Na comparação da saída dos dados brutos dos sensores de movimento da AF ActiGraph GT3X e GENEA, por exemplo, observou-se que a magnitude do vetor da aceleração bruta foi significativamente diferente entre os aparelhos durante o teste agitador para quatro frequências de oscilação. O acelerômetro GENEA produziu média de magnitude do vetor estatisticamente maior (p<0,05; 3,5 para 6,2%) do que o GT3X+ em todas as frequências durante o teste agitador e, portanto, pode ser inadequado aplicar um modelo desenvolvido no GENEA para prever o tipo de atividade, utilizando dados GT3X+ quando das características do domínio de tempo são atributos de aceleração bruta[55](#_ENREF_55).

**SUGESTÕES**

Tendo em vista todos os aspectos abordados nesse estudo, recomendamos que os pesquisadores brasileiros utilizem essas recomendações em suas pesquisas, com todas as faixas etárias. A utilização dos mais diversos métodos e formas de coletar, processar e analisar os dados de acelerometria tem se mostrado mais danoso do que benéfico para o nosso campo. Muitas questões e incongruências têm surgido em função da falta de um padrão a ser seguido para a utilização de sensores de movimento. Nesse sentido, o maior relacionamento entre pesquisadores da área é necessário para garantir o avanço nas técnicas e métodos aplicados para mensurar a AF de forma objetiva. As recomendações aqui propostas são uma iniciativa nessa direção, sendo que sua adoção pode facilitar a comparabilidade de resultados entre estudos com acelerômetros no Brasil. Acreditamos que essas recomendações devam ser democráticas. Por isso, esperamos que com o maior diálogo entre pesquisadores possamos atualizar essas recomendações em um futuro próximo.

Portanto, a adoção dessas recomendações possibilitará maior padronização dos procedimentos empregados, bem como resultará em estudos comparáveis. E, em futuro próximo algum grupo no Brasil poderá criar um banco repositório dos dados de AF coletados por meio de acelerômetro, para que possamos ter um perfil da AF no Brasil de uma for mais fidedigna.

**REFERÊNCIAS**

1. Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. CMAJ, 2006. 174(6): 801-9.

2. Barros, M.V.G. and M.V. Nahas, Medidas da atividade física: teoria e aplicação em diversos grupos populacionais. Londrina: Midiograf, 2003.

3. Hallal PC, Reichert FF, Clark VL,Cordeira KL, Menezes AM, Eaton S, Ekelund U, Wells JC. Energy expenditure compared to physical activity measured by accelerometry and self-report in adolescents: a validation study. PLo S One, 2013. 8(11): e77036.

4. Chen KY, Bassett Jr DR. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. Med Sci Sports Exerc, 2005. 37(11 Suppl): p. S490-500.

5. Reilly JJ, Penpraze V, Hislop J, Davies G, Grant S, Paton JY. Objective measurement of physical activity and sedentary behaviour: review with new data. Arch Dis Child, 2008. 93(7): 614-9.

6. Hallal PC, Dumith Sde C, Bastos JP, Reichert FF, Siqueira FV, Azevedo MR. Evolution of the epidemiological research on physical activity in Brazil: a systematic review. Rev Saúde Públ, 2007. 41(3):453-60.

7. Tassitano RM, Miranda R, Bezerra J, Tenório MCM, Colares V, Barros MVG, Hallal PC. Physical activity in brazilian adolescents: a systematic review. Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance, 2007. 9(1): 5.

8. Santos CM, Barbosa JMV, Cheng LA, Wanderley Júnior RS, Barros MVG. Atividade física no contexto dos deslocamentos: revisão sistemática dos estudos epidemiológicos realizados no Brasil. Rev bras ativ fís saúde, 2009. 14(1): 7.

9. Strath SJ, Kaminsky LA, Ainsworth BE, Ekelund U, Freedson PS, Gary RA, Richardson CR, Smith DT, Swartz AM. Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation, 2013. 128(20): 2259-79.

10. Chen EK, Reid MC, Parker SJ, Pillemer K. Tailoring Evidence-Based Interventions for New Populations: A Method for Program Adaptation Through Community Engagement. **Eval Health Prof**, 2012. 36(1):73-92

11. Rothney MP, Apker GA, Song Y, Chen KY. Comparing the performance of three generations of ActiGraph accelerometers. J Appl Physiol (1985), 2008. 105(4): 1091-7.

12. Rothney MP, Neumann M, Beziat A, Chen KY. An artificial neural network model of energy expenditure using nonintegrated acceleration signals. J Appl Physiol (1985), 2007. 103(4):1419-27.

13. Freedson P, Bowles HR, Troiano R, Haskell W. Assessment of physical activity using wearable monitors: recommendations for monitor calibration and use in the field. Med Sci Sports Exerc, 2012. 44(1 Suppl 1): S1-4.

14. Chen KY, Reid MC, Parker SJ, Pillemer K.Redefining the roles of sensors in objective physical activity monitoring. Med Sci Sports Exerc, 2012. 44(1 Suppl 1): S13-23.

15. Yang CC, Hsu YL. A review of accelerometry-based wearable motion detectors for physical activity monitoring. Sensors (Basel), 2010. 10(8): 7772-88.

16. Trost SG, McIver KL, Pate RR. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. Med Sci Sports Exerc, 2005. 37(11 Suppl): S531-43.

17. Matthews CE, Hagstromer M, Pober DM, Bowles HR. Best practices for using physical activity monitors in population-based research. Med Sci Sports Exerc, 2012. 44(1 Suppl 1): S68-76.

18. Matthew CE. Calibration of accelerometer output for adults. Med Sci Sports Exerc, 2005. 37(11 Suppl): S512-22.

19. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Masse LC, Tilert T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. Med Sci Sports Exerc, 2008. 40(1): 181-8.

20. Heil DP, Brage S, Rothney MP. Modeling physical activity outcomes from wearable monitors. Med Sci Sports Exerc, 2012. 44(1 Suppl 1): p. S50-60.

21. Freedson PS, Melanson E, Sirard J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. Med Sci Sports Exerc, 1998. 30(5): 777-81.

22. Pfeiffer KA, McIver KL, Dowda M, Almeida MJ, Pate RR. Validation and calibration of the actical accelerometer in preschool children. Med Sci Sports Exerc, 2006. 38(1): 152-7.

23. Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Zakeri I, Butte NF Validation and calibration of physical activity monitors in children. Obesity research, 2002. 10(3): 150-7.

24. Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Zakeri I, Butte NF. Prediction of activity energy expenditure using accelerometers in children. Med Sci Sports Exerc, 2004. 36(9): 1625-31.

25. Staudenmayer J, Pober D, Crouter S, Bassett D, Freedson PJ. An artificial neural network to estimate physical activity energy expenditure and identify physical activity type from an accelerometer. J Appl Physiol (1985), 2009. 107(4): 1300-7.

26. Zhang K, Pi-Sunyer FX, Boozer CN. Improving energy expenditure estimation for physical activity. Med Sci Sports Exerc, 2004. 36(5): 883-9.

27. Zhang S, Murray P, Zillmer R, Eston RG, Catt M, Rowlands AV. Activity classification using the GENEA: optimum sampling frequency and number of axes. Med Sci Sports Exerc, 2012. 44(11): 2228-34.

28. Freedson P, Pober D, Janz KF. Calibration of accelerometer output for children. Med Sci Sports Exerc, 2005. 37(11 Suppl): S523-30.

29. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, Bauman AWL, Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Circulation, 2007. 116(9): 1081-93.

30. US Department of Health and Human Services. Physical Activity Guidelines for Americans. The secretary of Health and Human Services: Washintgon. 2008, p. 61.

31. Corder K, Brage S, Ekelund U. Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2007. 10(5): 597-603.

32. Andersen LB, Harro M, Sardinha LB, Froberg K, Ekelund U, Brage S, Anderssen SA. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). Lancet, 2006. 368(9532): 299-304.

33. Riddoch CJ, Mattocks C, Deere K, Saunders J, Kirkby J, Tilling K, Leary SD, Blair SN, NESS AR. Objective measurement of levels and patterns of physical activity.  Arch Dis Child, 2007. 92(11): 963-9.

34. Davis MG, Fox KR. Physical activity patterns assessed by accelerometry in older people. European journal of applied physiology, 2007. 100(5): 581-9.

35. Ruiz JR, Ortega FB, Martinez-Gomez D, Labayen I, Moreno LA, De Bourdeaudhuij I, Manios Y, et al., Objectively measured physical activity and sedentary time in European adolescents: the HELENA study. Am J Epidemiol, 2011. 174(2): 173-84.

36. Cleland V, Crawford D, Baur LA, Hume C, Timperio A, Salmon J. A prospective examination of children's time spent outdoors, objectively measured physical activity and overweight.  Int J Obes, 2008. 32(11): 1685-93.

37. Catellier DJ, Hannan PJ, Murray DM, Addy CL, Conway TL, Yang S, Rice JC. Imputation of missing data when measuring physical activity by accelerometry. Med Sci Sports Exerc, 2005. 37(11 Suppl): S555-62.

38. Ridgers ND, Fairclough S. Assessing free-living physical activity using accelerometry: Practical issues for researchers and practitioners. **Eur J Sport Sci**, 2011. 11(3): 8.

39. Dale W, Esliger JLC. Standardizing and Optimizing the Use of Accelerometer Data for Free-Living Physical Activity Monitoring. Human Kinetics Journals: Champaign. 2010.

40. Matthews CE, Ainsworth BE, Thompson RW, Bassett DR Jr. Sources of variance in daily physical activity levels as measured by an accelerometer. Med Sci Sports Exerc, 2002. 34(8):1376-81.

41. Trost SG, Owen N, Bauman AE, Sallis JF, Brown W. Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. Med Sci Sports Exerc, 2002. 34(12): 1996-2001.

42. Mattocks C, Leary S, Ness A, Deere K, Saunders J, Tilling K, Kirkby J, Blair SN, Riddoch C. Calibration of an accelerometer during free-living activities in children. Int J Pediatr Obes, 2007. 2(4): 218-26.

43. Mota J, Valente M, Aires L, Silva P, Santos MP, Ribeiro JC. Accelerometer cut-points and youth physical activity prevalence. . European Physical Education Review, 2007. 13(3): 12.

44. Romanzini M, Petroski EL, Reichert FF. Accelerometers thresholds to estimate physical activity intensity in children and adolescents: a systematic review. [Rev bras cineantropom desempenho hum.](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjL_avL46XKAhVETZAKHcPVDVEQFggiMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.scielo.br%2Frevistas%2Frbcdh%2Fpinstruc.htm&usg=AFQjCNF0TdzE3CpZ3wZhhY1hrS0ZEwzsUw&sig2=BZj3gfSnkd66oKh7VQa1WQ&bvm=bv.111396085,d.Y2I) 2012. 14(1): 12.

45. Westerterp KR. Reliable assessment of physical activity in disease: an update on activity monitors. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2014. 17(5): 401-6.

46. Wallen MB, Nero H, Franzen E, Hagstromer M. Comparison of two accelerometer filter settings in individuals with Parkinson's disease. Physiol Meas, 2014. 35(11): 2287-96.

47. Vooijs M, Alpay LL, Snoeck-Stroband JB, Beerthuizen T, Siemonsma PC, Abbink JJ, Sont JK, Rovekamp TA. Validity and usability of low-cost accelerometers for internet-based self-monitoring of physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Interact J Med Res, 2014. 3(4): e14.

48. Loprinzi PD, Abbott K. Association of diabetic peripheral arterial disease and objectively-measured physical activity: NHANES 2003-2004. J Diabetes Metab Disord, 2014. 13:63.

49. Van Brussel M, Van Der Net J, Hulzebos E, Helders PJ, Takken T. The Utrecht approach to exercise in chronic childhood conditions: the decade in review. Pediatr Phys Ther, 2011. 23(1): 2-14.

50. Loprinzi PD, Sheffield J, Tyo BM, Fittipaldi-Wert J. Accelerometer-determined physical activity, mobility disability, and health. Disabil Health J, 2014. 7(4): 419-25.

51. Kozey SL, Staudenmayer JW, Troiano RP, Freedson PS. Comparison of the ActiGraph 7164 and the ActiGraph GT1M during self-paced locomotion. Med Sci Sports Exerc, 2010. 42(5): 971-6.

52. Ried-Larsen M, Brond JC, Brage S, Hansen BH, Grydeland M, Andersen LB, Moller NC. Mechanical and free living comparisons of four generations of the Actigraph activity monitor. Int J Behav Nutr Phys Act, 2012. 12(9): 113.

53. Sasaki JE, John D, Freedson PS. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. J Sci Med Sport , 2011. 14(5): 411-6.

54. Sasaki JE, John D, Freedson PS. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. J Sci Med Sport , 2011. 14(5): 411-6.

55. John D, Sasaki J, Staudenmayer J, Mavilia M, Freedson PS. Comparison of raw acceleration from the GENEA and ActiGraph GT3X+ activity monitors. Sensors (Basel), 2013. 13(11): 14754-63.

56. Evenson KR, Catellier DJ, Gill K, Ondrak KS, Mc Murray RG. Calibration of two objective measures of physical activity for children. [J Sports Sci](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18949660), 2008. 26(14): 1557-65.

57. Trost SG, Loprinzi PD, Moore R, Pfeiffer KA.Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. Med Sci Sports Exerc, 2011. 43(7): 1360-8.

58. Treuth MS, Schmitz K, Catellier DJ, McMurray RG, Murray DM, Almeida MJ, Going S, Norman JE, Pate R. Defining accelerometer thresholds for activity intensities in adolescent girls. Med Sci Sports Exerc, 2004. 36(7): 1259-66.

59. Cauwenberghe EV, Labarque V, Trost SG, Bourdeaudhuij I, Cardon G. Calibration and comparison of accelerometer cut points in preschool children. Int J Pediatr Obes, 2011. 6(2-2): e582-9.

60. Hislop JF, Bulley C, Mercer TH, Reilly JJ. Comparison of accelerometry cut points for physical activity and sedentary behavior in preschool children: a validation study. Pediatric exercise science, 2012. 24(4): 563-76.

61. Pate RR, Almeida MJ, McIver KL, Pfeiffer KA, Dowda M. Validation and calibration of an accelerometer in preschool children. Obesity, 2006. 14(11): 2000-6.

62. Sirard JR, John R, Trost SG, Pfeiffer KA, Dowda M, Pate RR. Calibration and Evaluation of an Objective Measure of Physical Activity in Preschool Children. Journal of physical activity and health, 2005. 2(3): 12.

63. Reilly JJ, Coyle J, Kelly L, Burke G, Grant S, Paton JY. An objective method for measurement of sedentary behavior in 3- to 4-year olds. Obesity research, 2003. 11(10): 1155-8.

64. Trost SG, Fees BS, Haar SJ, Murray AD, Crowe LK. Identification and validity of accelerometer cut-points for toddlers. Obesity, 2012. 20(11): 2317-9.

65. Brage S, Wedderkopp N, Franks PW, Andersen LB, Froberg K. Reexamination of validity and reliability of the CSA monitor in walking and running. Med Sci Sports Exerc, 2003. 35(8): 1447-54.

66. Lee IM, Shiroma EJ. Using accelerometers to measure physical activity in large-scale epidemiological studies: issues and challenges. Br J Sports Med, 2014. 48(3): 197-201.

67. Hendelman D, Miller K,Baggett C,Debold E,Freedson P. Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. Med Sci Sports Exerc, 2000. 32(9 Suppl):S442-9.

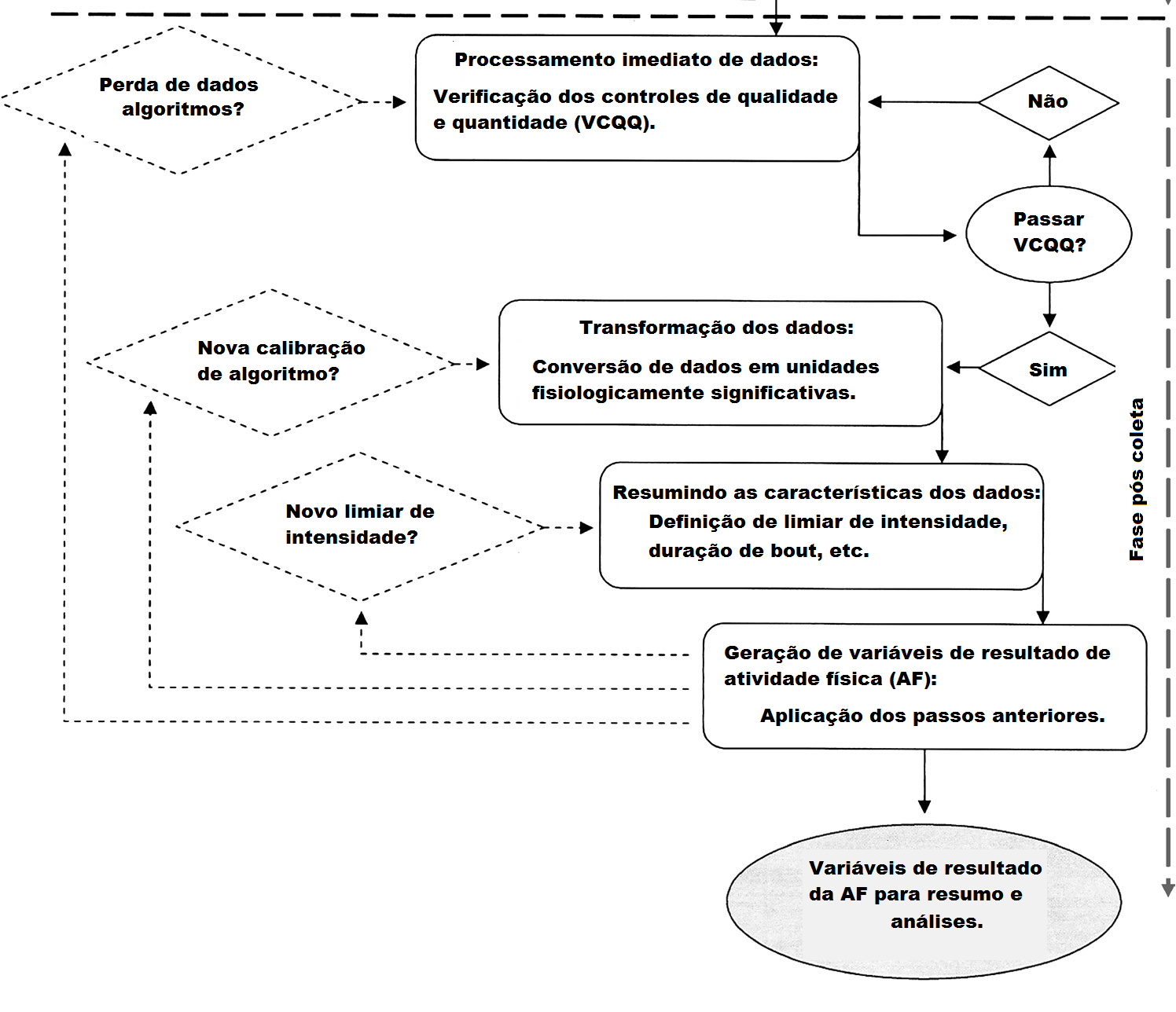
68. Swartz AM, Strath SJ, Bassett DR, O'Brien WL, King GA, Ainsworth BE. Estimation of energy expenditure using CSA accelerometers at hip and wrist sites. Med Sci Sports Exerc, 2000. 32(9 Suppl): S450-6.

69. Nichols JF, Morgan CG, Sarkin JA, Sallis JF, Calfas KJ. Validity, reliability, and calibration of the Tritrac accelerometer as a measure of physical activity. Med Sci Sports Exerc, 1999. 31(6): 908-12.

70. Yngve A, Nilsson A, Sjostrom M, Ekelund U. Effect of monitor placement and of activity setting on the MTI accelerometer output. Med Sci Sports Exerc, 2003. 35(2): 320-6.

71. Miller TR, Dickerson JB, Smith ML, Ory MG. Assessing Costs and Potential Returns of Evidence-Based Programs for Seniors. **Eval Health Prof**, 2010. 34(2):201-25

72. Copeland JL, Esliger DW. Accelerometer assessment of physical activity in active, healthy older adults. J Aging Phys Act, 2009. 17(1):17-30.

****

**Figura 1.** Procedimentos da fase pós coleta: fluxograma de decisão para triagem e processamento dos dados do acelerômetro[20](#_ENREF_20).

**Quadro 1.** Limiares para *counts* de acelerômetros relacionados à intensidade da atividade física para crianças, pré-escolares e adolescentes.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Características** | **Limiares** | **Observações** |
| **ActiGraph Crianças e adolescentes** |  |  |
| ***Evenson et al. (2008)***[***56***](#_ENREF_56)  **Amostra**: n=33 (5-8 anos);  **Atividades:** sentado, ver DVD, colorir, caminhar (3,2 e 4,8 km.h-1), subir degraus, dribles de basquete, pedalar, polichinelos, correr (6,4 km.h-1).  **Critério**: calorimetria indireta.  **Método**: curvas ROC | **Sedentária**=0-25 counts.15s-1  **Leve**=26-573 counts.15s-  **Moderada**=574-1002 counts.15s-  **Vigorosa**≥1003 counts.15s- | Demonstra precisão na classificação de atividade física de intensidade leve. |
| ***Mattocks et al. (2007)***[***42***](#_ENREF_42)  **Amostra**: n=163 (12 anos);  **Atividades**: repouso, jogar videogame, caminhar (lento e rápido), correr em ritmo próprio e amarelinha.  **Critério**: calorimetria indireta.  **Método**: modelo regressão | **Moderada**=3581-6129 counts. min-1  **Vigorosa**≥6130 counts. min-1 | Subestima a predição negativa do gasto energético.[57](#_ENREF_57) |
| ***Treuth et al. (2004)***[***58***](#_ENREF_58)  **Amostra**: n=74 (13-14 anos);  **Atividades**: repouso, ver TV, jogar no computador, varrer, caminhar (4 e 5,6 km.h-1), passos aeróbios, andar de bicicleta (19 km.h-1), arremessos basquetebol, subir degraus, correr (8 km.h-1).  **Critério**: calorimetria indireta.  **Método**: análise de falsos positivos e negativos | **Sedentária**=0-50 counts.30s-1  **Leve**=51-1499 counts.30s-1  **Moderada**=1500-2600 counts.30s-1  **Vigorosa**>2600 counts.30s-1 | Subestima significativamente os METs médios no deitar, jogar no computador, escrever, arremessar e receber, lavar e varrer, caminhada rápida na esteira, no basquete e corridas externas. Superestima os METs médios durante as caminhadas lentas e rápidas no pátio.[57](#_ENREF_57) |
| ***Puyau et al.(2002)***[***23***](#_ENREF_23)  **Amostra**: n=26 (6-16 anos);  **Atividades**: jogar videogame, colorir, brincar com objetos, exercícios de aquecimento, caminhar (4 e 5,6 ou 6,4 km.h-1), artes marciais, jogos diversos, correr (6,4 ou 8 ou 9,6 km.h-1).  **Critério**: calorimetria de sala.  **Método**: modelo de regressão | **Sedentário**=0-800 counts. min-1  **Leve**=800-3199 counts. min-1  **Moderada**=3200-8199 counts. min-1  **Vigorosa**≥8200 counts. min-1 | Subestima significativamente o gasto energético em todas as 12 atividades realizadas.[57](#_ENREF_57) |
| **ActiGraph (pré-escolares)** |  |  |
| ***Cauwenberghe et al.(2011)***[***59***](#_ENREF_59)  **Amostra**: n=18 (4-6 anos);  **Atividades**: sentado, em pé, desenhar, caminhar e correr na esteira em 7 velocidades, caminhar (fora do laboratório) e jogos livres.  **Critério**: observação direta.  **Método**: curvas ROC | **Sedentário**=0-372 counts.15s-  **Leve**=373-584 counts.15s-  **Moderada**=585-880 counts.15s-  **Vigorosa**≥881 counts.15s- | Superestima os minutos de AFMV.[60](#_ENREF_60) |
| ***Pate et al.(2006)***[***61***](#_ENREF_61)  **Amostra**: n=30 (3-5 anos);  **Atividades**: caminhar (3,2 e 4,8 km.h-1) e correr (6,4 km.h-1).  **Critério**: calorimetria indireta.  **Método**: inspeção visual de dados VO2 | **Moderada**=420-841 counts.15s-  **Vigorosa**≥842 counts.15s- | Superestima o comportamento sedentário, a AF leve e VO2 total. Estima com precisão as AFMV. |
| ***Sirard et al.(2005)***[***62***](#_ENREF_62)  **Amostra**: n=16 (3-5 anos);  **Atividades**: sentado, jogar sentado, caminhada lenta e rápida, correr.  **Critério**: observação direta.  **Método**: curvas ROC | **Sedentária**<301ª, 363b, 398c counts. min-1  **Moderada**≥615a, 812b, 891c counts. min-1  **Vigorosa**≥1231a,1235b,1255c counts. min-1 | Estima com boa precisão o comportamento sedentário. |
| ***Reilly et al.(2003)***[***63***](#_ENREF_63)  **Amostra**: n=30 (3-4 anos);  **Atividades**: não especificado.  **Critério**: observação direta.  **Método**: curvas ROC | **Sedentária**<1100 counts. min-1 | Superestima o comportamento sedentário. Subestima a AF leve, e AF moderada a vigorosa.[64](#_ENREF_64) |
| **Actical (pré-escolares)** |  |  |
| ***Evenson et al.(2008)***[***56***](#_ENREF_56)  **Amostra**: n=33 (5-8 anos); **Atividades**: sentado, ver DVD, colorir, caminhar (3,2 e 4,8 km.h-1), subir degraus (88 bpm), dribles de basquetebol, polichinelos, pedalar, correr (6,4 km.h-1).  **Critério**: calorimetria indireta; **Método**: curvas ROC | **Sedentário**=0-11 counts.15s-  **Leve**=12-507 counts.15s-  **Moderada**=508-718 counts.15s-  **Vigorosa**≥719 counts.15s- |  |
| ***Pfeiffer et al. (2006)***[***22***](#_ENREF_22)  **Amostra**: n=18 (3-5 anos);  **Atividades**: caminhar (3,2 e 4,8 km.h-1) e correr (6,4 km.h-1). Critério: calorimetria indireta;  **Método**: modelo de regressão. | **Moderada**=715-1410 counts.15s-1  **Vigorosa**≥1411 counts.15s- | Superestima o comportamento sedentário. Subestima a AF leve. Estima com boa precisão as AFMV. |
| ***Puyau et al. (2004)***[***24***](#_ENREF_24)  **Amostra**: n=32 (7-18 anos);  **Atividades**: repouso, jogar videogame, usar o computador, espanar pó, exercícios aeróbios, lançar bolas, caminhar (3,2 e 6,4 km.h-1), correr (7,2 a 11,2 km.h-1).  **Critério**: calorimetria de sala.  **Método**: modelo de regressão | **Sedentária**=0-100 counts. min-1  **Leve**=100-1499 counts. min-1  **Moderado**=1500-6499 counts. min-1  **Vigoroso**≥6500 counts. min-1 |  |

**Fonte:** Adaptado de Romanzini et al.[44](#_ENREF_44)

\* indicadores de generalidade derivados do estudo de validação de Trost et al. (2011)[57](#_ENREF_57) citado por Romanzini et al.[44](#_ENREF_44)

c.seg=*counts* por segundo; c.15s=*counts* por 15 segundos; c.30s=*counts* por 30 segundos; c.min=*counts* por minuto; alimiar para 3 anos de idade; blimiar para 4 anos de idade; climiar para 5 anos de idade; FC=frequência cardíaca; bpm=batimentos por minuto.

**Quadro 2.** Limiares para *counts* de acelerômetros relacionados à intensidade da atividade física para adultos.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Características** | **Limiares** | **Observações** |
| ActiGraph |  |  |
| ***Freedson et al. (1998)***[***21***](#_ENREF_21)  **Amostra:** n=25 homens (24,8 anos) e 25 mulheres (22,9 anos).  **Atividade:** exercício em esteira rolante em três velocidades diferentes (4,8; 6,4 e 9,7 km.h-1).  **Critério:** calorimetria indireta.  **Método:** Análise de regressão linear entre *counts* e consumo de oxigênio. | **Leve** ≤1951 counts.min-1  **Moderada**= 1952-5724 counts.min-1  **Vigorosa**= 5725- 9498 counts.min-1  **Muito vigorosa** ≥ 9499 counts.min-1 | Os *counts* aumentam de forma linear até 9 km.h-1, porém em aproximadamente 10.000 counts.min-1 apresentam um plateau durante a corrida. Assim, subestimam o consumo de oxigênio na corrida em velocidades > 9 km.h-1. Os erros de estimativa aumentam com a velocidade de 11 para 48 %, de 10 para 16 km.h-1, respectivamente (Brage et al., 2003).[65](#_ENREF_65) |
| ***Sasaki et al. (2011)*** [***54***](#_ENREF_54)  **Amostra:** n=28 homens e 22 mulheres (26,9 anos).  **Atividade:** locomoção em esteira rolante em quatro velocidades diferentes (4,8; 6,4; 9,7 e 12 km.h-1).  **Critério:** calorimetria indireta.  **Método:** Análise de Bland-Altman para concordância entre os modelos GT3X e GT1M. Análise de regressão linear entre o vetor da magnitude e consumo de oxigênio. | **Leve <** 2690 counts.min-1  **Moderada**= 2690-6166 counts.min-1  **Vigorosa**= 6167- 9642 counts.min-1  **Muito vigorosa** ≥ 9642 counts.min-1 | Quase não existem pontos de corte para dados tri-axiais (Lee & Shiroma, 2014)[66](#_ENREF_66). Porém, foram desenvolvidos os pontos de corte para o modelo GT3X, com base no vetor de magnitude composto por três eixos. Anteriormente, os pontos de corte disponíveis, para os modelos 7164 e GT1M só podiam ser aplicados quando os dados eram obtidos apenas no eixo vertical. |
| ***Hendelman et al. (2000)***[***67***](#_ENREF_67)  Amostra: 20-29 anos (n = 30, 24,6 ± 2,5); 40-49 anos (n = 30, 44,6 ± 2,8) e 60-69 anos (n = 30, 64,3 ± 2,9)  **Atividade:** exercício em esteira rolante em quatro velocidades 4,02 km.h-1, 4,83 km.h-1, 5,63 km.h-1, 6,44 km.h-1, 9,66 km.h-1, 11,3 km.h-1 e 12,9 km.h-1.  **Critério:** calorimetria indireta.  **Método**: modelo de regressão. | **Leve=** <190 counts.min-1  **Moderada=** 191-7525 counts.min-1  **Vigorosa** >7525 counts.min-1 | **Desvangatens**: Subestima o tempo gasto em comportamento sedentário. Superestima o tempo gasto em atividade moderada.  **Vantagens:** As relações entre as contagens do acelerômetro e consumo medido de oxigênio confirmam resultados de estudos anteriores. |
| ***Swartz et al. (2000)***[***68***](#_ENREF_68)  Amostra: 70 participantes, 31 homens (41 ± 17) e 39 mulheres ( 42 ± 14).  **Atividade:** Conjunto de 6 atividades da vida diária.  **Critério:** calorimetria indireta.  **Método**: modelo de regressão linear. | **Leve** <574 counts.min-1  **Moderada=** 574-4944 counts.min-1  **Vigorosa**= 3285- 5677 counts.min-1  **Muito vigorosa** >9316 counts.min-1 | **Vantagens**: são capazes de analisar em diferentes eixos, vários tipos de movimentos.  **Desvantagens:** Não são eficazes em detectar movimentos com cargas adicionais ao corpo. Superestima o comportamento sedentário. Superestima o tempo gasto em atividade moderada. |
| ***Nichols et al. (1999)***[***69***](#_ENREF_69)  **Amostra**: Homens e mulheres de 18 a 35 anos, com doença cardiovascular.  **Atividade:** 5 minutos de duração com um intervalo de descanso de 1 min.  **Critério:** calorimetria indireta.  **Método**: modelo de regressão linear. | **Sedentário** <1576 counts.min-1  **Leve=** 1576- 3284 counts.min-1  **Moderada=** 3285- 5677 counts.min-1  **Vigorosa** >5677 counts.min-1 | **Vantagens:** Podem ser utilizadas com grau de confiança nas análises que envolvam a caminha e corrida.  **Desvantagens:** Subestima o tempo gasto em atividades do dia-a-dia de intensidade moderada. |
| ***Brage et al. (2003)***[***65***](#_ENREF_65)  **Amostra:** 12 homens.  **Atividade:** Andarna esteira (3 a 6 km.h) e correr no campo (8, 9, 10, 12, 14, 16, 18 e 20 km).  **Critério:** calorimetria indireta.  **Método**: modelo de regressão linear múltipla. | **Sedentário/Leve** < 1809 counts.min-1  **Moderada=** 1810- 5850 counts.min-1  **Vigorosa** >5850 counts.min-1 | **Vantagens:** Alta acurácia para atividades de locomoção.  **Desvantagens:** Subestima o tempo gasto em atividades do dia-a-dia de intensidade moderada. |
| ***Yngve et al. (2003)***[***70***](#_ENREF_70)  **Amostra:** 14 homens (23,7 ± 2,6 anos) e 14 mulheres (23,1 ± 2,6 anos).  **Atividade:** Caminhada e Corrida (5min).  **Critério:** calorimetria indireta  **Método**: modelo de regressão linear. | **Sedentário/Leve** <2631 counts.min-1  **Moderada**= 2632- 6404  counts.min-1  **Vigorosa** >6404 counts.min-1 | **Vantagens:** Alta acurácia para atividades de locomoção.  **Desvantagens:** Superestima o tempo gasto em atividade de corrida moderada. Subestima o tempo gasto em atividades do dia-a-dia de intensidade moderada. |

**Quadro 3.** Limiares para *counts* de acelerômetros relacionados à intensidade da atividade física para idosos.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Características** | **Limiares** | **Vantagens e/ou Desvantagens** |
| **ActiGraph 7164** |  |  |
| ***Miller et al. (2010)***[***71***](#_ENREF_71)  **Amostra:** n= 90, ambos os sexos.  3 grupos de 30  20-29 anos, 40-49 anos, e 60-69 anos  **Atividades:** Correr na esteira  ergométrica em diferentes  velocidades (3,22 km.h-1; 4,83 km.h-1; 5,63 km.h-1; 6,44 km.h-1; 9,66 km.h-1; 11,3 km.h-1; e 12,9 km.h-1.  **Critério:** calorimetria indireta.  **Método:** análise de Pearson e regressão linear | **Sedentário/Leve** < 1907 counts.min-1  **Moderada=** 1908- 5806 counts.min-1  **Vigorosa**> 5807 counts.min-1 | **Vantagens:** não há a necessidade de recriar diferentes pontos de corte com base na idade, quando interesse é em medir a intensidade da atividade física.  **Desvantagens:**  Somente 7 idosos completaram o teste de esteira.  Pouca aplicabilidade das equações em condições de vida livre. |
| **Copeland e Esliger (2009)** [**72**](#_ENREF_72)  **Amostra:** 38 idosos de ambos os sexos  **Atividades:** caminhada na esteira em 3 diferentes velocidades em uma esteira ergométrica (2,4, 3,2 e 4,8 km.h-1) durante três a seis minutos cada.  Após a avaliação laboratorial, 34 dos 38 participantes utilizaram o acelerômetro, durante 7 dias consecutivos.  **Critério:** calorimetria indireta.  **Método:** análise de Pearson | **Moderado**= 1.041 counts.min-1 | **Vantagens:** alta taxas de adesão para os participantes neste estudo, mais de 90% dos participantes usavam o acelerómetro por a 7 dias e mantiveram uma folha de registo com informações precisas.  **Desvantagens:**  Pequeno número amostral;  O nível de atividade física pode ter sido subestimado pois o acelerômetro não detecta exercício na bicicleta e para parte superior do corpo, além de 2 idosos terem relatado que realizaram natação durante os 7 dias de coleta. |

Legenda: Km.h-1 = Kilometros por hora; counts.min-1= Contagens por minuto.

1. Warburton DE, Nicol CW, & Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne 2006; 174: 801-809.

2. Barros MVG & Nahas MV. Medidas da atividade física: teoria e aplicação em diversos grupos populacionais., Midiograf, 2003.

3. Hallal PC, Reichert FF, Clark VL, Cordeira KL, Menezes AM, Eaton S, Ekelund U, & Wells JC. Energy expenditure compared to physical activity measured by accelerometry and self-report in adolescents: a validation study. PloS one 2013; 8: e77036.

4. Chen KY & Bassett DR, Jr. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. Medicine and science in sports and exercise 2005; 37: S490-500.

5. Reilly JJ, Penpraze V, Hislop J, Davies G, Grant S, & Paton JY. Objective measurement of physical activity and sedentary behaviour: review with new data. Archives of disease in childhood 2008; 93: 614-619.

6. Hallal PC, Dumith Sde C, Bastos JP, Reichert FF, Siqueira FV, & Azevedo MR. [Evolution of the epidemiological research on physical activity in Brazil: a systematic review]. Revista de saude publica 2007; 41: 453-460.

7. Tassitano RM, Bezerra J, Tenório MCM, Colares V, Barros MVGd, & Hallal PC. Physical activity in brazilian adolescents: a systematic review. Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance 2007; 9: 5.

8. Santos CM, Barbosa JMV, Cheng LA, Wanderley júnior RdS, & Barros MVGd. Atividade física no contexto dos deslocamentos: revisão sistemática dos estudos epidemiológicos realizados no Brasil. . Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde 2009; 14: 7.

9. Strath SJ, Kaminsky LA, Ainsworth BE, Ekelund U, Freedson PS, Gary RA, Richardson CR, Smith DT, & Swartz AM. Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation 2013; 128: 2259-2279.

10. Chen EK, Reid MC, Parker SJ, & Pillemer K. Tailoring Evidence-Based Interventions for New Populations: A Method for Program Adaptation Through Community Engagement. Evaluation & the health professions 2012.

11. Rothney MP, Apker GA, Song Y, & Chen KY. Comparing the performance of three generations of ActiGraph accelerometers. J Appl Physiol (1985) 2008; 105: 1091-1097.

12. Rothney MP, Neumann M, Beziat A, & Chen KY. An artificial neural network model of energy expenditure using nonintegrated acceleration signals. J Appl Physiol (1985) 2007; 103: 1419-1427.

13. Freedson P, Bowles HR, Troiano R, & Haskell W. Assessment of physical activity using wearable monitors: recommendations for monitor calibration and use in the field. Medicine and science in sports and exercise 2012; 44: S1-4.

14. Chen KY, Janz KF, Zhu W, & Brychta RJ. Redefining the roles of sensors in objective physical activity monitoring. Medicine and science in sports and exercise 2012; 44: S13-23.

15. Yang CC & Hsu YL. A review of accelerometry-based wearable motion detectors for physical activity monitoring. Sensors (Basel) 2010; 10: 7772-7788.

16. Trost SG, McIver KL, & Pate RR. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. Medicine and science in sports and exercise 2005; 37: S531-543.

17. Matthews CE, Hagstromer M, Pober DM, & Bowles HR. Best practices for using physical activity monitors in population-based research. Medicine and science in sports and exercise 2012; 44: S68-76.

18. Matthew CE. Calibration of accelerometer output for adults. Medicine and science in sports and exercise 2005; 37: S512-522.

19. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Masse LC, Tilert T, & McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. Medicine and science in sports and exercise 2008; 40: 181-188.

20. Heil DP, Brage S, & Rothney MP. Modeling physical activity outcomes from wearable monitors. Medicine and science in sports and exercise 2012; 44: S50-60.

21. Freedson PS, Melanson E, & Sirard J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. Medicine and science in sports and exercise 1998; 30: 777-781.

22. Pfeiffer KA, McIver KL, Dowda M, Almeida MJ, & Pate RR. Validation and calibration of the Actical accelerometer in preschool children. Medicine and science in sports and exercise 2006; 38: 152-157.

23. Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, & Butte NF. Validation and calibration of physical activity monitors in children. Obesity research 2002; 10: 150-157.

24. Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Zakeri I, & Butte NF. Prediction of activity energy expenditure using accelerometers in children. Medicine and science in sports and exercise 2004; 36: 1625-1631.

25. Staudenmayer J, Pober D, Crouter S, Bassett D, & Freedson P. An artificial neural network to estimate physical activity energy expenditure and identify physical activity type from an accelerometer. J Appl Physiol (1985) 2009; 107: 1300-1307.

26. Zhang K, Pi-Sunyer FX, & Boozer CN. Improving energy expenditure estimation for physical activity. Medicine and science in sports and exercise 2004; 36: 883-889.

27. Zhang S, Murray P, Zillmer R, Eston RG, Catt M, & Rowlands AV. Activity classification using the GENEA: optimum sampling frequency and number of axes. Medicine and science in sports and exercise 2012; 44: 2228-2234.

28. Freedson P, Pober D, & Janz KF. Calibration of accelerometer output for children. Medicine and science in sports and exercise 2005; 37: S523-530.

29. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, Macera CA, Heath GW, Thompson PD, & Bauman A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Circulation 2007; 116: 1081-1093.

30. Services UDoHaH. Physical Activity Guidelines for Americans. In: Year Washintgon, The secretary of Health and Human Services, 2008, p 61.

31. Corder K, Brage S, & Ekelund U. Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2007; 10: 597-603.

32. Andersen LB, Harro M, Sardinha LB, Froberg K, Ekelund U, Brage S, & Anderssen SA. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). Lancet 2006; 368: 299-304.

33. Riddoch CJ, Mattocks C, Deere K, Saunders J, Kirkby J, Tilling K, Leary SD, Blair SN, & Ness AR. Objective measurement of levels and patterns of physical activity. Archives of disease in childhood 2007; 92: 963-969.

34. Davis MG & Fox KR. Physical activity patterns assessed by accelerometry in older people. European journal of applied physiology 2007; 100: 581-589.

35. Ruiz JR, Ortega FB, Martinez-Gomez D, Labayen I, Moreno LA, De Bourdeaudhuij I, Manios Y, Gonzalez-Gross M, Mauro B, Molnar D, Widhalm K, Marcos A, Beghin L, Castillo MJ, & Sjostrom M. Objectively measured physical activity and sedentary time in European adolescents: the HELENA study. American journal of epidemiology 2011; 174: 173-184.

36. Cleland V, Crawford D, Baur LA, Hume C, Timperio A, & Salmon J. A prospective examination of children's time spent outdoors, objectively measured physical activity and overweight. International journal of obesity 2008; 32: 1685-1693.

37. Catellier DJ, Hannan PJ, Murray DM, Addy CL, Conway TL, Yang S, & Rice JC. Imputation of missing data when measuring physical activity by accelerometry. Medicine and science in sports and exercise 2005; 37: S555-562.

38. Ridgers ND & Fairclough S. Assessing free-living physical activity using accelerometry: Practical issues for researchers and practitioners. European Journal of Sport Science 2011; 11: 8.

39. Dale W & Esliger JLC. Standardizing and Optimizing the Use of Accelerometer Data for Free-Living Physical Activity Monitoring. In: Human Kinetics Journals Champaign, 2010.

40. Matthews CE, Ainsworth BE, Thompson RW, & Bassett DR, Jr. Sources of variance in daily physical activity levels as measured by an accelerometer. Medicine and science in sports and exercise 2002; 34: 1376-1381.

41. Trost SG, Owen N, Bauman AE, Sallis JF, & Brown W. Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. Medicine and science in sports and exercise 2002; 34: 1996-2001.

42. Mattocks C, Leary S, Ness A, Deere K, Saunders J, Tilling K, Kirkby J, Blair SN, & Riddoch C. Calibration of an accelerometer during free-living activities in children. Int J Pediatr Obes 2007; 2: 218-226.

43. Mota J, Valente M, Aires L, Silva P, Santos MP, & Ribeiro JC. Accelerometer cut-points and youth physical activity prevalence. . European Physical Education Review 2007; 13: 12.

44. Romanzini M, Petroski EL, & Reichert FF. Accelerometers thresholds to estimate physical activity intensity in children and adolescents: a systematic review. Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano 2012; 14: 12.

45. Westerterp KR. Reliable assessment of physical activity in disease: an update on activity monitors. Curr Opin Clin Nutr Metab Care 2014; 17: 401-406.

46. Wallen MB, Nero H, Franzen E, & Hagstromer M. Comparison of two accelerometer filter settings in individuals with Parkinson's disease. Physiol Meas 2014; 35: 2287-2296.

47. Vooijs M, Alpay LL, Snoeck-Stroband JB, Beerthuizen T, Siemonsma PC, Abbink JJ, Sont JK, & Rovekamp TA. Validity and usability of low-cost accelerometers for internet-based self-monitoring of physical activity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Interact J Med Res 2014; 3: e14.

48. Loprinzi PD & Abbott K. Association of diabetic peripheral arterial disease and objectively-measured physical activity: NHANES 2003-2004. J Diabetes Metab Disord 2014; 13: 63.

49. van Brussel M, van der Net J, Hulzebos E, Helders PJ, & Takken T. The Utrecht approach to exercise in chronic childhood conditions: the decade in review. Pediatr Phys Ther 2011; 23: 2-14.

50. Loprinzi PD, Sheffield J, Tyo BM, & Fittipaldi-Wert J. Accelerometer-determined physical activity, mobility disability, and health. Disabil Health J 2014; 7: 419-425.

51. Kozey SL, Staudenmayer JW, Troiano RP, & Freedson PS. Comparison of the ActiGraph 7164 and the ActiGraph GT1M during self-paced locomotion. Medicine and science in sports and exercise 2010; 42: 971-976.

52. Ried-Larsen M, Brond JC, Brage S, Hansen BH, Grydeland M, Andersen LB, & Moller NC. Mechanical and free living comparisons of four generations of the Actigraph activity monitor. The international journal of behavioral nutrition and physical activity 2012; 9: 113.

53. Sasaki JE, John D, & Freedson PS. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia 2011; 14: 411-416.

54. Sasaki JE, John D, & Freedson PS. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia 2011.

55. John D, Sasaki J, Staudenmayer J, Mavilia M, & Freedson PS. Comparison of raw acceleration from the GENEA and ActiGraph GT3X+ activity monitors. Sensors (Basel) 2013; 13: 14754-14763.

56. Evenson KR, Catellier DJ, Gill K, Ondrak KS, & McMurray RG. Calibration of two objective measures of physical activity for children. Journal of sports sciences 2008; 26: 1557-1565.

57. Trost SG, Loprinzi PD, Moore R, & Pfeiffer KA. Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. Medicine and science in sports and exercise 2011; 43: 1360-1368.

58. Treuth MS, Schmitz K, Catellier DJ, McMurray RG, Murray DM, Almeida MJ, Going S, Norman JE, & Pate R. Defining accelerometer thresholds for activity intensities in adolescent girls. Medicine and science in sports and exercise 2004; 36: 1259-1266.

59. van Cauwenberghe E, Labarque V, Trost SG, de Bourdeaudhuij I, & Cardon G. Calibration and comparison of accelerometer cut points in preschool children. Int J Pediatr Obes 2011; 6: e582-589.

60. Hislop JF, Bulley C, Mercer TH, & Reilly JJ. Comparison of accelerometry cut points for physical activity and sedentary behavior in preschool children: a validation study. Pediatric exercise science 2012; 24: 563-576.

61. Pate RR, Almeida MJ, McIver KL, Pfeiffer KA, & Dowda M. Validation and calibration of an accelerometer in preschool children. Obesity 2006; 14: 2000-2006.

62. Sirard JR, Trost SG, Pfeiffer KA, Dowda M, & Pate RR. Calibration and Evaluation of an Objective Measure of Physical Activity in Preschool Children. Journal of Physical Activity and Health 2005; 2: 12.

63. Reilly JJ, Coyle J, Kelly L, Burke G, Grant S, & Paton JY. An objective method for measurement of sedentary behavior in 3- to 4-year olds. Obesity research 2003; 11: 1155-1158.

64. Trost SG, Fees BS, Haar SJ, Murray AD, & Crowe LK. Identification and validity of accelerometer cut-points for toddlers. Obesity 2012; 20: 2317-2319.

65. Brage S, Wedderkopp N, Franks PW, Andersen LB, & Froberg K. Reexamination of validity and reliability of the CSA monitor in walking and running. Medicine and science in sports and exercise 2003; 35: 1447-1454.

66. Lee IM & Shiroma EJ. Using accelerometers to measure physical activity in large-scale epidemiological studies: issues and challenges. British journal of sports medicine 2014; 48: 197-201.

67. Hendelman D, Miller K, Baggett C, Debold E, & Freedson P. Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. Medicine and science in sports and exercise 2000; 32: S442-449.

68. Swartz AM, Strath SJ, Bassett DR, Jr., O'Brien WL, King GA, & Ainsworth BE. Estimation of energy expenditure using CSA accelerometers at hip and wrist sites. Medicine and science in sports and exercise 2000; 32: S450-456.

69. Nichols JF, Morgan CG, Sarkin JA, Sallis JF, & Calfas KJ. Validity, reliability, and calibration of the Tritrac accelerometer as a measure of physical activity. Medicine and science in sports and exercise 1999; 31: 908-912.

70. Yngve A, Nilsson A, Sjostrom M, & Ekelund U. Effect of monitor placement and of activity setting on the MTI accelerometer output. Medicine and science in sports and exercise 2003; 35: 320-326.

71. Miller TR, Dickerson JB, Smith ML, & Ory MG. Assessing Costs and Potential Returns of Evidence-Based Programs for Seniors. Evaluation & the health professions 2010.

72. Copeland JL & Esliger DW. Accelerometer assessment of physical activity in active, healthy older adults. Journal of aging and physical activity 2009; 17: 17-30.