



FCDEF FACULDADE DE CIÊNCIAS DO  
DESPORTO E EDUCAÇÃO FÍSICA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

# FERNANDO ANTÓNIO DE SÁ CORREIA

## METROLOGIA DA ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL: AVALIAÇÃO COM O RECURSO A MEDIDAS OBJETIVAS EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES

Dissertação de mestrado em Atividade Física em Contexto Escolar, na especialidade de Ciências do Desporto, orientada por Prof. Doutor Aristides Machado-Rodrigues e Prof. Doutor Manuel Coelho e Silva e apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

Setembro de 2014



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

## DEDICATÓRIA

Á minha família mais próxima, pela compreensão, incentivo e encorajamento constantes.

## **AGRADECIMENTOS**

O autor gostaria de agradecer aos seus orientadores, pelo apoio e disponibilidade demonstrados, pelo aconselhamento sustentado na extensa experiência acadêmica e de investigação, disponibilizando sempre os vastos conhecimentos na área.

Um agradecimento especial, ao sempre atencioso e amigo, Doutor Aristides Machado-Rodrigues, pelo constante encorajamento, compreensão e apoio.

## RESUMO

A prevalência de obesidade, associada a fatores de risco cardiovasculares e metabólicos, aumentou dramaticamente na população adulta nas últimas décadas. Mais recentemente, o mesmo conjunto de fatores de risco também tem sido reconhecido em crianças e adolescentes. A evidência epidemiológica sugere que altos níveis de atividade física estão associados com um perfil de risco metabólico favorável em adultos; no entanto, em crianças e adolescentes o efeito desses fatores é menos claro, reclamando pesquisas adicionais e com maior precisão. Na verdade, a avaliação precisa e confiável da atividade física é necessária para qualquer estudo de pesquisa no âmbito da atividade física habitual, especialmente para que melhor se possa inferir acerca da sua relação com os diferentes marcadores de saúde.

O objetivo desta revisão da literatura é examinar a utilização de técnicas de mensuração objetiva para a avaliação e interpretação da atividade física das crianças e adolescentes.

A literatura mais recente foi analisada para tentar clarificar as principais características desses instrumentos, evidenciando particularmente as suas principais vantagens e desvantagens na investigação em crianças e adolescentes.

O registo da frequência cardíaca aparenta ser adequado para a medição de períodos prolongados de atividade moderada e vigorosa, a pedometria fornece uma medida válida da atividade física total, e a acelerometria fornece uma medida válida da atividade habitual, bem como do padrão e intensidade dessa atividade; além disso, há novas tecnologias que podem colmatar algumas limitações dos métodos acima mencionados, como a utilização de instrumentos multisensor ou a combinação de instrumentos.

A natureza esporádica e intermitente da atividade física habitual da população pediátrica torna difícil de recordar essa atividade em períodos prolongados, pelo que são cada vez mais recomendadas técnicas objetivas para a sua avaliação. Nenhuma metodologia isolada está isenta de limitações e a seleção de instrumentos para cada projeto de investigação deverá considerar sempre o objetivo principal do estudo, a amostra, e outras características contextuais onde o projeto irá ser implementado.

Palavras-chave: atividade física, fatores de risco, medidas objetivas, saúde pública, crianças e adolescentes.

## ABSTRACT

The prevalence of obesity and metabolic and cardiovascular risk factors has increased dramatically in adult populations in the last decades. More recently, the same cluster of risk factors has also been recognized in children and adolescents. Epidemiological evidence suggests that high levels of physical activity are associated with a favorable metabolic risk profile in adults; however, in youth the role of these factors is less clear which claim for further accurate research. Indeed, the accurate and reliable assessment of physical activity is necessary for any research study where physical activity is either an outcome measure or an intervention.

The aim of this review is to examine the use of objective measurement techniques for the assessment and interpretation of children's physical activity.

The most recent literature was analysed to clarify the main features of those tools, specially providing their advantages and drawbacks.

Heart rate is suited to the measurement of sustained periods of moderate and vigorous activity, pedometry provides a valid measure of total activity, and accelerometry provides a valid measure of total activity as well as the pattern and intensity of activity; furthermore, there are new technologies which may overcome some limitations of the afore-mentioned methods such as ActiHeart monitors.

The sporadic, episodic and intermittent nature of habitual physical activity in the pediatric population makes it difficult or impossible to remember, objective techniques are recommended for the assessment of their physical activity. No single measure is without limitations and the selection of tools for each experimental design should consider the main purpose of the study, the sample and further contextual features where the project will be implemented.

Keywords: Physical activity, risk factors, objective measures, youth, public health.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1 – Caraterização geral dos acelerómetros em função do sensor, medidas de saída capacidade de registo, local de fixação, tamanho e peso.**

**Tabela 2 – Estudos de calibração em crianças e adolescentes, usando ActiGraph, RT3 e Actical**

**Tabela 3 – Caraterização geral dos instrumentos multisensor em função do sensor, medidas de saída capacidade de registo, local de fixação, tamanho e peso.**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACR – Aptidão Cardiorrespiratória AF – Atividade Física

AF – Aptidão Física

AFL – Atividade Física de intensidade Ligeira

AFM – Atividade Física de intensidade Moderada

AFMV – Atividade Física de intensidade Moderada a Vigorosa

AFV – Atividade Física de intensidade Vigorosa

AFVMV – Atividade Física de intensidade Vigorosa a Muito Vigorosa

DE – Dispêndio Energético

FC – Frequência Cardíaca

GIS – Geographic Information System

GPS – Global Positioning System

Ob – Obesidade

SED – Comportamento(s) Sedentário(s)

SM – Síndrome Metabólica

## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	1
Introdução .....	1
1.1.1.Tendências da atividade física em crianças e jovens.....	2
1.1.2. Inatividade como fator de risco na população pediátrica.....	3
1.1.3. Valorização da atividade física de intensidade moderada e vigorosa em jovens.....	3
1.1.4. Dificuldades metodológicas de estudar a atividade física .....	5
1.1.5 Pertinência do estudo .....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1. Atividade física e sua delimitação conceptual .....	6
2.1.1 Quantificação da atividade física .....	7
2.1.2 Avaliação da atividade física e questões metodológicas.....	8
2.2 Origem das preocupações com a atividade física.....	9
2.3 Métodos de mensuração da atividade física .....	10
2.3.1 Métodos subjetivos v.s. Métodos objetivos.....	10
2.3.2 Validade e fiabilidade dos instrumentos. ....	11
2.4 Instrumentos de avaliação da atividade física.....	12
2.4.1 Medidas subjetivas da atividade física .....	12
2.4.1.1 Observação direta.....	12
2.4.1.2 Instrumentos de autorrelato .....	13
Diário.....	13
Questionários.....	14



2.4.2 Medidas objetivas da atividade física .....	14
2.4.2.1 Monitorização da frequência cardíaca .....	15
2.4.2.2. Acelerometria .....	15
2.4.2.4 Métodos combinados .....	23
3. CONCLUSÕES .....	27
4. BIBLIOGRAFIA .....	28

# 1. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

## Introdução

O desenvolvimento económico e a globalização dos mercados têm provocado rápidas e sérias alterações dos estilos de vida (Baptista e colegas, 2011), refletindo-se num aumento de oportunidades de envolvimento em comportamentos sedentários (SED) (Tremblay MS e colegas, 2001; Machado-Rodrigues, 2013) e uma conseqüente diminuição do tempo despendido em atividade física (AF), quer na população adulta, quer em crianças e adolescente. Na população escolar (como objeto de estudo deste trabalho) tem-se verificado, não só um aumento do tempo de ecrã, como um aumento substancial da utilização de telemóveis, computadores e, recentemente, “*tablets*” e “*smartphones*”, uso que se generaliza sobretudo devido ao fato de os alunos, nas próprias escolas, terem acesso grátis a redes sem fios de internet, permitindo o acesso às redes sociais e jogos *online*.

A literatura mais atual considera que os jovens passam demasiado tempo a ver televisão, no computador, não despendem tempo suficiente em AF e que estes comportamentos podem contribuir para uma diminuição da aptidão cardiorrespiratória (ACR) e excesso de peso/obesidade (Ob) (Eisenmann e Malina R, 2002; Ekelund e colegas, 2006; Tremblay MS e colegas, 2010), fatores que estão associados de forma direta à saúde metabólica (Aires e colegas, 2009; Thibault e colegas, 2010), tornando mais evidente um vasto número de doenças hipocinéticas - atribuídas à falta de movimento (Baptista e colegas, 2011).

A AF foi o indicador de saúde líder no Healthy People 2010, com revisão em 2012 (CDC, 2012), para a redução das ameaças evitáveis mais significativas para a saúde. Vários estudos mostram que a AF praticada por crianças e adolescentes não é suficiente para atingir as recomendações que os diversos organismos mundiais emitem. Desta forma, torna-se necessário o estudo mais aprofundado da AF, especialmente ao nível da avaliação comportamental, com técnicas que monitorizem de forma adequada as relações entre a AF e os indicadores do estado de saúde (Rush e colegas, 2008; Schutz e colegas, 2001; Trost, 2001; Wickel e colegas, 2006).

### 1.1.1. Tendências da atividade física em crianças e jovens

Há muitos benefícios da AF regular e uma grande quantidade de evidências para apoiá-los, pois crianças e jovens, de ambos os sexos, com hábitos de AF regular, têm maior probabilidade de se tornarem adultos ativos (Malina R e colegas, 2004, Nader e colegas, 2008).

Os níveis de AF habitual têm diminuído de forma substancial em crianças e jovens ao longo das últimas décadas, com um decréscimo acentuado desde o final da infância através da adolescência, num período de transição física, fisiológica, psicológica, cognitiva e emocional. É evidente em ambos os sexos (Sallis, 2000), sendo os rapazes, em média, fisicamente mais ativos e mais propensos a envolver-se em exercício físico do que raparigas da mesma idade cronológica (Malina R e colegas, 2004; Ridloch C.J. e colegas, 2004; Troiano e colegas, 2008; Blaes e colegas, 2011), especialmente quando comparada a porção vigorosa da AF (Machado-Rodrigues, 2013). Contudo existe um conjunto de autores que têm salientado o potencial efeito de confundimento das diferenças de género associadas à maturidade biológica, sobretudo nos anos terminais da adolescência (Sherar e colegas, 2010).

Outra fonte de variação, associada à AF, é a diferença dos níveis de AF habitual nos fins de semana e nos dias de semana. A generalidade dos estudos na população juvenil tem reportado uma diminuição na prática de AF nos dias de fim de semana em relação aos da semana, principalmente para níveis de intensidade mais elevados (Nader e colegas, 2008; Kolle e colegas, 2010).

Tem sido intuitivamente assumido que os indivíduos que residem nos centros urbanos são menos ativos, e claro está, apresentam níveis menores de aptidão cardiorrespiratória e mais excesso de peso e obesidade. Porém, a literatura mostra que a AF, sedentarismo e aptidão física, variam de país para país e de região para região. Fatores culturais, climáticos, e métodos de avaliação têm influência na variação sociogeográfica verificada. O impacto da urbanização na AF, aptidão física e na saúde não é claro e o acesso a centros comerciais, parques recreativos/desportivos, locais onde caminhar, locais onde se possa desenvolver AF associado à autonomia social e à tendência dos jovens, para seguir as atividades da moda, contribui para a variação observada (Machado-Rodrigues, 2013).

### 1.1.2. Inatividade como fator de risco na população pediátrica

O estudo do estilo de vida das crianças e jovens é extremamente importante, nomeadamente a prevalência de sedentarismo. O uso de ecrãs é um dos indicadores mais utilizados para a avaliação do comportamento SED (Tammelin T. e colegas, 2007). No entanto, o tempo de ecrã não é a única forma de comportamentos SED em adolescentes. Estes também ocupam grande parte do seu tempo sentados em salas de aula, em meios de transportes, a comer, a socializar, ler e estudar. Este tempo SED, utilizado em comportamentos que não incluem o visionamento de TV, uso do computador e videojogos tem sido relativamente pouco estudado (Biddle e colegas, 2009).

Altos níveis de comportamento SED encontram-se associados a Ob (Tremblay MS e colegas, 2011) e estão positivamente associados a resistência à insulina e risco metabólico em crianças (Ekelund e colegas, 2006). No mesmo sentido, crianças e adolescentes com excesso de peso ou Ob apresentam um risco acrescido para comorbilidades como diabetes mellitus tipo II, desordens ortopédicas e endócrinas e redução da qualidade de vida (Cumming e Riddoch, 2008; Machado-Rodrigues, 2013). Por outro lado, a obesidade infantil constitui uma importante fonte de preocupação, uma vez que está associada a maior probabilidade de Ob na idade adulta e diminuição da longevidade (WHO, 2013). Assim, torna-se importante diminuir os comportamentos SED's nas crianças e adolescentes, uma vez que estes comportamentos tendem a acompanhar o jovem até à idade adulta (Biddle e colegas, 2010). Por fim, é importante referir que interromper o tempo SED, mais frequentemente, durante o dia de trabalho escolar, pode trazer benefícios importantes, quer para a saúde metabólica, quer músculo-esquelética dos jovens (Abbott R. e colegas, 2013).

### 1.1.3. Valorização da atividade física de intensidade moderada e vigorosa em jovens

É hoje claro o papel que a AF moderada a vigorosa (AFMV) desempenha na manutenção da saúde. A adolescência é um período durante o qual a prática de AF pode contribuir para um estilo de vida ativo, que persistirá durante a idade adulta (Malina R e Bouchard, 2004, Mota J. e colegas, 2010), revestindo-se de inúmeras transformações físicas, orgânicas, volitivas e de caráter. Constituindo-se como uma fase de formação, construção e maturação, onde é

fundamental adquirir hábitos de vida saudável, associando uma alimentação rica e equilibrada à prática regular e sistemática de AF de qualidade, quantidade e intensidade adequadas, uma vez que a Ob e fatores de risco da Síndrome Metabólica (SM) tendem também a prevalecer desde a infância e adolescência até à idade adulta (Kelishadi, 2007; Halpern e colegas, 2010; Damiani D. e colegas, 2011).

Vários organismos internacionais têm apresentado, e atualizado, as suas recomendações de quantificação dos níveis de AF aconselhados para benefícios evidentes na saúde dos jovens. Estas resultam de consensos alargados, cientificamente fundamentados, e visam potenciar a saúde através da atividade física e da redução de comportamentos SED (Rodrigues Machado, 2013). Atualmente, para jovens dos 5 aos 17 anos, a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda AF com intensidade AFMV de, pelo menos, 60 minutos acumulados diariamente, sendo que um aporte superior traz sempre benefícios, com prevalência de atividades aeróbias incluindo as atividades para fortalecimento muscular e ósseo, pelo menos 3 vezes por semana. Promovendo o crescimento saudável dos tecidos músculo-esqueléticos, do sistema cardiovascular, das funções neuromusculares, facilita a manutenção de um peso saudável, com benefícios psicológicos no controlo sobre sintomas de ansiedade e depressão, auxiliando no desenvolvimento social, fornecendo oportunidades para autoexpressão, contribuindo para a autoconfiança, interação social e integração (OMS 2011). Estas recomendações são corroboradas por outros autores, Strong e colegas, em 2005, O'Donovan e colegas, em 2010 e Tremblay e colegas, em 2011. Não obstante, para casos particulares, como sejam indivíduos com sobrepeso ou Ob, estas recomendações poderão não ser suficientes, necessitando de adequações individualizadas (American College of Sports Medicine, 2001).

Vários estudos, com base em medidas objetivas (acelerometria), realizados em diferentes contextos geográficos, têm relatado taxas preocupantes de observância dessas recomendações de AFMV, com valores de 49,9% do sexo feminino e 54,1% do sexo masculino, em jovens de 15 anos, na Noruega (Kolle e colegas, 2010), nos EUA uns preocupantes 6-8% em adolescentes (Troiano e colegas, 2008) e um estudo com adolescentes europeus, 56,8% do sexo masculino contra 27,5% do sexo feminino, reuniu as recomendações de, pelo menos, 60 minutos por dia de AFMV (Ruiz e colegas, 2011).

#### 1.1.4. Dificuldades metodológicas de estudar a atividade física

A quantificação da AF pode ser realizada de formas muito diferentes e são usadas várias taxionomias. Globalmente podem considerar-se metodologias subjetivas e objetivas. Nas primeiras, os diários, a observação direta, questionários/entrevistas, nas segundas os marcadores fisiológicos, monitorização mecânica/eletrónica (sensores de movimento, como os pedómetros e acelerómetros, ou cardiofrequencímetros) e o aporte nutricional (Sousa M, 2006).

A escolha dos instrumentos reveste-se de algumas dificuldades. Deverão ponderar-se os objetivos do trabalho, as características da amostra, recursos humanos e temporais, a validade e a fiabilidade (Freedson PS, 1996). Outras considerações deverão incluir a intrusão provocada pelo instrumento, a sua influência nos níveis de AF dos participantes, as possíveis falhas e a “contaminação” ou alteração dos dados (Bouchard C e colegas, 1994, Montoye H e colegas, 1996).

Torna-se assim evidente, o quão difícil é medir com precisão um comportamento que é de natureza multidimensional, em que qualquer técnica ou instrumento de avaliação mede somente uma parte do “todo” da AF habitual (Bassett DR Jr., 2000; Montoye H, e colegas, 1996; Harro e Riddoch, 2000) e não retrata com precisão todas as dimensões da AF (Armstrong e Welsman, 2006; Trost, 2001; Welk, 2002b). Daqui resulta que uma avaliação mais completa reclame uma recolha de informação, associada às diferentes dimensões (Bouchard C e colegas, 1997) e que seja multimodal na sua instrumentação.

#### 1.1.5 Pertinência do estudo

Até há pouco tempo, o conhecimento dos padrões e níveis de atividade nas crianças, especialmente as associações entre a AF e a saúde, era limitado, devido à falta de instrumentos de quantificação objetivos (Machado Rodrigues, 2013). Os avanços tecnológicos, com cada vez mais instrumentos, melhorando significativamente a precisão dos mesmos e a custos mais reduzidos, viabilizando inclusive o uso simultâneo de instrumentos que se complementam, tem possibilitado estudar a influência de vários fatores relacionados com a AF, entre crianças e adolescentes (Riddoch, 2010).

O propósito deste trabalho será analisar as metodologias e instrumentos de metrologia do constructo comportamental multidimensional que é a AF, centrando-se numa análise mais meticulosa das medidas objetivas de AF, salientando as vantagens e inconvenientes e de que forma podem fornecer informação válida e fiável à investigação.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Atividade física e sua delimitação conceptual**

Pode definir-se AF como todo e qualquer movimento produzido pelos músculos esqueléticos que resulte num substancial incremento do dispêndio energético (DE), relativamente ao consumo metabólico basal (Malina R e colegas, 2004; Montoye H e colegas, 1996; Shephard e Bouchard, 1994; Welk, 2002a), constituindo-se como um constructo multidimensional onde se incluem variáveis como o tipo, a frequência, a intensidade, a duração e, embora menos referida, a circunstância e o propósito da atividade (Bouchard C e colegas, 1997; Bouchard C e colegas, 1994; Montoye H, e colegas, 1996), onde tanto o envolvimento físico (altitude, temperatura ambiente e/ou outras) como o conteúdo emocional ou psicológico podem alterar os efeitos fisiológicos da atividade.

O DE diário é o somatório da taxa metabólica em repouso, do efeito térmico e da AF (McArdle WD e colegas, 1992). As duas primeiras componentes apresentam uma variabilidade inter e intra-individual pequena (representando 60 a 75% do DE diário total) comparativamente com a maior fonte de variação que é, sem qualquer dúvida, a que resulta da enorme variabilidade dos valores da AF dos sujeitos (Bouchard C e colegas, 1997; Montoye H e colegas, 1996). Pode ser expresso em várias unidades, quantidade de trabalho (watts), equivalentes metabólicos (MET's), tempo de atividade (minutos, horas), unidades de movimento (contagens), ou qualquer outra que seja convencionada (Montoye H e colegas, 1996; Coelho e Silva & Malina R, 2003).

A AF não deve ser confundida com exercício físico, que é entendido como uma das suas manifestações, associado à repetição/ treino ao longo de um período extenso de tempo, e que tem objetivos claramente traçados, que a AF não contempla (Martins R, 2006), como sendo o movimento corporal repetitivo, planeado e estruturado, com o objetivo de melhorar e/ou manter um ou mais parâmetros da ACR (Peterson, 2006). Segundo Warburton, o exercício refere-se à

AF de lazer, estruturada e repetitiva, cujo principal objetivo é manter ou melhorar a aptidão física, o desempenho ou o estado de saúde (Warburton 2010). Já a participação desportiva pode ter lugar em situações de lazer, desportos organizados e nas aulas de educação física. É geralmente aceite considerar a educação física como educação desportiva (Seabra e colegas, 2008). Por outro lado, alguns autores referem-se à participação desportiva apenas como a componente de carácter competitivo e supervisionado da AF (Katzmarzyk e Malina R, 1998; Wickel e Eisenman, 2007).

É essencial ter uma compreensão clara das várias componentes desta variável multidimensional (Machado Rodrigues, 2013). Especificamente, deve-se reconhecer que há um continuum de comportamento que varia entre estar inativo a ser fisicamente muito ativo (Warburton, 2010). É muitas vezes classificada pelo contexto em que ela ocorre, onde estão incluídas as atividades laborais/domésticas/escolares e/ou desportivas, de lazer/recreação e deslocações (Oliveira e Maia, 2001). Em crianças e adolescentes torna-se mais evidente a AF na escola (incluindo o recreio e educação física), fora da escola e noutras configurações específicas de comportamento (por exemplo, atividades enquadradas de ensino e formação desportiva) também podem ser considerados domínios importantes (Machado Rodrigues, 2013)

### 2.1.1 Quantificação da atividade física

A quantificação da AF tem melhorado ao longo do tempo (Armstrong e Welsman, 2006; Cumming e Riddoch, 2008), disponibilizando um conjunto alargado de métodos para a avaliação da AF e do DE. Apesar desta variedade, há evidências convincentes de que nenhum método, só por si, pode refletir totalmente o comportamento da atividade de uma pessoa e o seu gasto de energia (Malina R e colegas, 2004; Trost, 2007; Welk, 2002a), pelo que quantificar, com precisão, a AF continua a ser um desafio para os investigadores.

Ainda mais desafiante, e extremamente difícil, se torna a quantificação destes comportamentos em contextos de AF espontânea em crianças e jovens, especialmente devido à natureza esporádica dos seus padrões de movimento (Machado-Rodrigues, 2013), pelo que requer técnicas, abrangentes e adequadas, para avaliar as relações entre AF e os indicadores do estado de saúde, de aptidão e de comportamento (Rush e colegas, 2008; Schutz e colegas, 2001; Trost 2001; Wickel e colegas, 2006).



## 2.1.2 Avaliação da atividade física e questões metodológicas

Até recentemente, a escassez de instrumentos de medição precisos, tem limitado a nossa compreensão dos padrões e níveis de atividade na população e, especialmente, as associações entre AF e saúde mas, os avanços tecnológicos de medição objetiva, fornecem atualmente uma oportunidade decisiva para melhorar os seus níveis de precisão e, portanto, a possibilidade de estudar a influência dos vários fatores sobre a AF entre crianças e adolescentes (Riddoch, 2010). Quantificar o seu comportamento em contextos de AF espontânea é um desígnio extremamente difícil, especialmente devido à natureza esporádica e intermitente dos seus padrões de movimento (Rowlands AV e colegas, 2007), tornando mais difícil desenhar conclusões sobre o impacto do envolvimento regular em AF sobre o estado atual e futuro da saúde.

Além disso, também é geralmente assumido que nenhuma técnica de medição, única, retrata com precisão todas as dimensões da AF (Armstrong e Welsman, 2006; Trost, 2001; Welk, 2002b), não refletindo, na totalidade, a AF habitual (Harro e Riddoch, 2000) pelo que, de forma ideal, deveria ser ponderada a utilização de diferentes técnicas/instrumentos de medição (Armstrong, 1998), o que poderá também trazer custos elevados e inviáveis para a realização de investigações epidemiológicas. A técnica a utilizar deve ser socialmente aceite, o equipamento não pode trazer mau estar ao jovem e ter uma influência mínima na AF habitual. As medições devem ser efetuadas durante vários dias, no mínimo são recomendados períodos de 3 a 5 dias, com um dia de fim de semana, de monitorização (Bouchard C e colegas, 1983; Armstrong, 1998; Corder K e colegas, 2008), mas a maioria dos estudos usa somente uma ocasião de medida para avaliar a AF habitual. Assim, não é tido em consideração a variação intra-individual durante os períodos mais longos de tempo e pode conseqüentemente não representar o verdadeiro nível de AF, bem como a modelação sazonal, uma vez que as crianças são mais ativas na primavera e no verão do que nos meses de inverno e períodos escolares ou de interrupção letiva (Mattocks e colegas, 2007).

## 2.2 Origem das preocupações com a atividade física

Por causa da epidemia global de Ob e da relação entre Ob e AF, há um interesse considerável de saúde pública, em estudar os níveis de AF de crianças e adolescentes (Hills AP e colegas, 2007), uma vez que está associada a maior probabilidade de Ob na idade adulta, diminuição da longevidade e algumas incapacidades futuras (OMS, 2013).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) a cada ano 1,9 milhões de pessoas morrem como resultado da inatividade física, em 2008 cerca 17.3 milhões de pessoas morreram devido a doenças cardiovasculares, ou seja, 30% do número total de mortes (OMS, 2011), prevendo-se que a sua prevalência continue a aumentar nas próximas décadas (Fiuza M e colegas, 2088). Em Portugal, segundo dados do Instituto Nacional de Estatística, relativos aos censos de 2011, situa-se nos 30,4%. Estes valores estão diretamente associados à prevalência diária de comportamentos SED com o consumo de alimentos mais calóricos e/ ou da menor AF, secundária à urbanização, mecanização e especialização profissional (Arderm, 2006).

Em conformidade com a investigação internacional, em 2008 um estudo nacional afirma que a prevalência de excesso de peso/Ob em adolescentes foi de 16,6%, sendo 20,9% para o sexo masculino e 14,3% para o sexo feminino (Sousa PM, 2008). Em 2010, Valente H. e colegas, estudou a “Prevalência de inadequação nutricional em crianças portuguesas” registando um aumento deste valores, onde 30,8% das crianças (32,9% nas raparigas e 28,8% nos rapazes) apresentavam excesso de peso/Ob, com prevalência de uma alimentação especialmente rica em lípidos e proteína, pobre em hidratos de carbono e ingestões de fibra inferiores ao recomendado.

Uma vez que a investigação tem documentado um declínio na atividade física entre a infância e a adolescência (Armstrong e Welsman, 2006; Riddoch e colegas, 2004) e que, por contraste com a evidência dos benefícios da AF na saúde nos adultos, a evidência empírica nas crianças é menos extensiva (Tudor-Locke C e colegas, 2001; Painter JE e colegas 2008), em parte, devido às dificuldades em medir a atividade física em crianças (Siegel PZ e colegas, 1995), impõe-se um incremento do seu estudo na população pediátrica.

## **2.3 Métodos de mensuração da atividade física**

A avaliação de um comportamento tão abrangente como a AF reveste-se de complexidades e dificuldades ao nível da precisão da sua medição (Freedson PS e Melanson EL, 1996). Na literatura podemos encontrar uma grande diversidade de metodologias para avaliar a AF. Essa diversidade é, pelo menos em parte, justificada pelo vasto conjunto de dimensões que o fenómeno apresenta e pelas complexas relações que cada uma delas estabelece com diferentes aspetos da saúde (Laporte RE e colegas, 1985; Montoye H e colegas, 1996).

De acordo com a dimensão da AF que se pretende estudar, deverá emergir uma diferente operacionalização do conceito assim como o instrumento de medição mais apropriado. Cada uma das abordagens na avaliação é suscetível de medir apenas uma parte do padrão do comportamento global (Laporte RE e colegas, 1985).

Os vários métodos existentes podem ser divididos em duas grandes categorias: os que usam instrumentos de mensuração subjetivos que dependem da capacidade dos participantes se lembrarem e/ou relatarem o seu próprio comportamento e os que utilizam instrumentos de mensuração objetivos, que fornecem dados concretos e, em geral, são menos influenciados pelos participantes e/ou viés do pesquisador.

### **2.3.1 Métodos subjetivos v.s. Métodos objetivos**

Grande parte do conhecimento atual na área da AF, principalmente o de carácter epidemiológico, baseia-se em estudos que recorreram a instrumentos de autorrelato que incluem diários, questionários e relatórios de proximidade da atividade. Contudo, é evidente que possuem limitações inerentes, já que são por natureza subjetivos.

Estes instrumentos são relativamente baratos e fáceis de administrar e têm sido usados em grandes estudos epidemiológicos mas têm limitações consideráveis, como sejam, dificuldades em recordar a intensidade e a duração dos episódios da AF e a falta de objetividade dos instrumentos (Shephard, 2003), com tendência para sobrestimar as variáveis tempo e intensidade das atividades (Leenders NYM e colegas, 2000; Montoye H e colegas, 1996; Sallis

e Saelens, 2000). Tais limitações são particularmente pertinentes nas crianças, em que a maioria da AF espontânea é esporádica, de duração curta e difícil ou impossível de recordar.

A evolução dos métodos objetivos de avaliação da AF tem tido incremento considerável e oferece a oportunidade de recolher dados mais precisos sendo usados, cada vez mais, em grandes estudos, mas há ainda incertezas sobre seu uso.

Durante a década de 1990, a monitorização da frequência cardíaca foi usada extensivamente por Armstrong e colegas (Armstrong e colegas, 1990; Armstrong e Bray, 1991; Welsman e Armstrong 1992) e era o método preferido de avaliação da AF em jovens. No entanto, ao longo da última década a pedometria e acelerometria (Duncan e colegas, 2008; Hohepa e colegas, 2008; Mattocks e colegas, 2008a; Nader e colegas, 2008; Ness e colegas, 2007; Riddoch e colegas, 2004; Riddoch e colegas, 2007; Rowlands e colegas, 1999; Trost e colegas 2002a; Trost e colegas 2002b) tornaram-se mais populares e também amplamente utilizados em estudos com crianças e jovens. O acelerómetro é atualmente o método objetivo de eleição e é usado cada vez mais para a medição da quantidade de AF, da intensidade da AF e da quantidade de comportamento SED em crianças e adolescentes (Reilly e colegas, 2008).

Embora sejam instrumentos objetivos e tenham vantagens sobre instrumentos subjetivos ainda têm defeitos e há algumas questões ainda não, ou mal, resolvidas na metodologia e na interpretação dos dados (Trost e colegas, 2005) que merecem discussão alargada.

Nomeadamente, não há consenso quanto ao número de horas por dia e número total de dias de medida exigidos para caracterizar a atividade usual; a conformidade provável em grandes estudos; no potencial confundidor resultante do tempo de não uso; no potencial para a reatividade ao instrumento (a tendência do instrumento modificar o comportamento normal do sujeito) (Mattocks e colegas, 2008b; Trost e colegas, 2005; Corder e colegas, 2008), tudo isto, tendo sempre em atenção a idade dos sujeitos, não sendo igual a sua utilização em crianças, adolescentes e adultos.

### 2.3.2 Validade e fiabilidade dos instrumentos.

Enquanto uns instrumentos medem o DE, outros medem a frequência, a duração, a intensidade ou o tipo de atividade. A escolha deverá ser orientada pelos objetivos da pesquisa (Kohl HW e colegas, 2000; Montoye H e colegas, 1996), as idades dos participantes (Kohl HW e

colegas, 2000) os custos, aceitabilidade do instrumento por parte da amostra, exequibilidade (Laporte RE e colegas, 1985), bem como a praticabilidade do instrumento (Freedson PS e colegas, 1996), a validade e fiabilidade (Machado Rodrigues, 2013).

Por validade entende-se o grau de precisão com que o instrumento mede ou avalia o que se propõe medir ou avaliar (Kohl HW e colegas, 2000; Laporte RE e colegas, 1985; Maia JAR, 1995). Quando falamos de fiabilidade estamos a referir-nos à consistência dos resultados de um instrumento (repetibilidade), ou seja, se apresenta os mesmos resultados perante as mesmas circunstâncias na medição de uma variável (Kohl HW e colegas, 2000; Laporte RE e colegas, 1985). Se for fidedigno e válido, também preciso (Laporte RE e colegas, 1985) e, para ser prático, deve ter “custos” aceitáveis tanto para o investigador como para o participante.

Outras considerações deverão incluir as possíveis falhas e a “contaminação” ou alteração dos dados (Ainsworth BE e colegas, 1994; Montoye H e colegas, 1996), devem ser socialmente aceites, não devem sobrecarregar o sujeito com equipamento pesado e só devem influenciar minimamente o padrão normal da AF do sujeito (reatividade) (Armstrong e Welsman, 2006; Montoye, 1996). Esta reatividade pode ocorrer quando o sujeito toma consciência da presença do observador ou tem que usar um instrumento de monitorização da atividade (Malina R e colegas, 2004).

## **2.4 Instrumentos de avaliação da atividade física**

### **2.4.1 Medidas subjetivas da atividade física**

#### **2.4.1.1 Observação direta**

É um dos primeiros métodos utilizados para registar a AF. Implica a gravação em vídeo para posterior observação e registo, com utilização de vários observadores (Montoye, 1996); permite descrever com precisão o que está a acontecer na AF espontânea, produzindo informações, tanto qualitativas como quantitativas (Welk, 2002a). No entanto, a tarefa de visionamento dos vídeos torna-se monótona, a precisão diminui à medida que aumenta o período de observação e exige elevados níveis de treino entre os observadores.

Tem como principais desvantagens a sua difícil aplicabilidade para amostras grandes, apresentar problemas de reatividade, influenciando a atividade habitual dos observados e pode tornar-se dispendiosa (Speck e Looney, 2006; Pate e colegas, 2008).

#### 2.4.1.2 Instrumentos de autorrelato

Vários instrumentos de autorrelato são usados para medir AF, tais como diários, questionários e entrevistas conduzidos por observador e relatórios de proximidade para pais ou professores.

A literatura cita como principais vantagens a facilidade de administração, inclusive em grandes amostras, o baixo custo e a capacidade para caracterizar o contexto em que a AF é realizada, permitindo a recolha de informações qualitativas e quantitativas, o que é muito importante para descrever o comportamento de AF em crianças e adolescentes (Montoye, 1996, Machado-Rodrigues, 2013).

Como principais desvantagens o grande volume de dados a processar, a necessidade de cooperação e consciencialização dos sujeitos da amostra, para recordar informações do seu comportamento com precisão (Montoye, 1996; Wickel e colegas, 2006), sendo particularmente difícil em crianças (Baranowski, 1988; Sallis, 1991), uma vez que estas tendem a envolver-se em AF de forma episódica com intensidades variáveis e menos consistentes (Bailey e colegas, 1995; Baquet e colegas, 2007). Podem ainda interpretar mal as perguntas ou deturpar deliberadamente informações, com viés de memória ou deseabilidade social (Armstrong e Welsman, 2006), criando problemas de validade de conteúdo (Sallis e Saelens, 2000; Welk, 2002a). Desta forma, deve ter-se muito cuidado ao usar instrumentos de autorrelato, pois podem não ser apropriados para o uso em crianças com idades inferiores a 10 anos (Bouchard e colegas, 1983; Corder e colegas, 2008; Sallis e Saelens, 2000; Riddoch, 2010), uma vez que estas podem não entender completamente o conceito de AF (Trost, 2007).

#### Diário

O diário consiste no autorregisto da tipologia das atividades realizadas e pode ser feito em períodos tão distintos como a cada minuto (Riumallo e colegas, 1989), mais raramente a cada 30 minutos ou, mais frequentemente, em períodos de 15 minutos (Bouchard e colegas, 1983;

Biddle e colegas, 2009b; Biddle e colegas, 2009; Gorely e colegas, 2009a; Gorely e colegas, 2007). Pode ser utilizado para a avaliação da AF de apenas um dia (Wickel e colegas, 2006) ou até sete dias (Bratteby e colegas, 1997); no entanto, o mais amplamente utilizado refere-se a um registo diário de três dias proposto por Bouchard e colegas, onde foram encontradas medidas de confiabilidade para jovens com idade suficiente para registar os seus comportamentos em AF (Bouchard e colegas, 1983). Este protocolo de registo diário de três dias tem sido amplamente utilizado com adolescentes no Canadá (Katzmarzyk e colegas, 1999; Katzmarzyk e colegas 1998a), nos Estados Unidos (Katzmarzyk e Malina R, 1998), em Taiwan (Huang e Malina R, 1996; Huang e Malina R, 2002), na Austrália (Lee e Trost, 2006) e no Reino Unido (Atkin e colegas, 2008; Biddle e colegas, 2009; Gorely e colegas, 2009a; Gorely e colegas 2009b). Este instrumento permite uma estimativa do GE diário e, também, do tipo de intensidade, frequência e duração das atividades específicas, incluindo comportamentos SED (Katzmarzyk e Malina R, 1998).

### Questionários

Aplicação dos questionários é feita pelo investigador com base no autorrelato efetuado pelo sujeito. São frequentemente utilizados o questionário de exercício de lazer (Godin e Shephard, 1985a; Godin e Shephard, 1985b), os questionários de atividade física para crianças (Crocker e colegas, 1997) e adolescentes (Martinez-Gomez e colegas, 2010a), a lista de verificação semanal (Sallis e colegas, 1996) e o questionário Baecke (Baecke e colegas, 1982). O Questionário Internacional de Atividade Física para Adolescentes (IPAQ), que é uma adaptação do questionário para adultos, demonstrou ser um instrumento válido e confiável para medir a AF em populações europeias (Craig e colegas, 2003). Estes instrumentos diferenciam-se pelas dimensões da AF que eles são capazes de avaliar e também pelo tipo e número de respostas que recolhem.

#### 2.4.2 Medidas objetivas da atividade física

Conseguir medidas válidas de comportamento SED e dos níveis de AF de intensidade ligeira (AFL), moderada (AFM) e vigorosa (AFV) em crianças e adolescentes é de grande importância, uma vez que a relação entre estes comportamentos e os indicadores de saúde

parece depender da intensidade da AF (Parikh T e Stratton G, 2011; Tremblay MS, e colegas 2010). Uma vez que as medidas subjetivas de AF, citadas anteriormente, não são capazes de distinguir comportamento SED das atividades de intensidade ligeira (Pate RR e colegas, 2008), nem distinguir com precisão os restantes limites, o uso de medidas objetivas da AF tem aumentado muito nas duas últimas décadas.

#### 2.4.2.1 Monitorização da frequência cardíaca

Os cardiofrequencímetros usam o sinal elétrico do coração para registrar cada pulsação do coração e podem ser usados para avaliar a frequência, a intensidade e a duração da AF (Janz, 2002). Com base no pressuposto que, crianças e jovens que passam longos períodos de tempo com taxas elevadas de frequência cardíaca (FC) são geralmente mais ativos do que aqueles que têm menores taxas FC, isso possibilita uma estimativa mais objetiva da AF (Armstrong e Welsman 2006).

Esta estimativa baseia-se na relação linear entre o consumo de oxigênio e FC, mas a relação entre FC e GE não é linear em intensidades baixas de AF e tempo SED (Corder e colegas, 2008). Além disso, é necessária uma calibração personalizada, em virtude da variação individual da FC em repouso (Livingstone, 1997), que influencia a relação dos níveis da FC na estimativa do DE, podendo tornar o seu uso impraticável em estudos epidemiológicos. Outro dilema adicional é que a FC pode ser aumentada por estímulos da própria AF, como fatores emocionais, e também pode ser influenciada pelo *stress* (Janz, 2002). Acrescendo que, a natureza esporádica de atividade física de crianças pequenas, combinada com a desfasagem da resposta da FC à atividade, pode afetar a avaliação do padrão intermitente da AF (Rowlands AV e colegas, 2007).

#### 2.4.2.2. Acelerometria

Os acelerómetros são dispositivos que medem a aceleração produzida pelo movimento corporal, entendendo-se aceleração como a alteração da velocidade ao longo do tempo (Kavouras SA e colegas, 2008). Em termos práticos, cada movimento corporal sofre processos de aceleração e desaceleração. Quando o acelerómetro é fixo ao corpo, as acelerações são



detetadas e transformadas num sinal digital, mediante a utilização de tradutores elétricos ou eletrónicos (Rowlands AV e colegas, 2004), permitindo o seu uso medir a AF, visto que são capazes de avaliar a magnitude e o volume total do movimento em função do tempo (Cliff DP e colegas, 2009).

Os instrumentos sensíveis à aceleração num único eixo, vulgo pedômetros, são aparelhos simples, desenhados para avaliar o comportamento do indivíduo durante a marcha, e permitem contar o número de vezes que um determinado limite de aceleração é alcançado, registando o número dos impulsos das acelerações efetuadas (Corder e colegas, 2008).

São práticos, com baixo custo e fáceis de usar, mesmo em grandes amostras, mas limitados, pois só registam o número de contagens/passos dados num determinado período de tempo (Bassett e colegas, 2000a). Podem também dar estimativas de AF total, uma vez que uma grande parte da atividade em geral das populações são movimentos de locomoção (De Vries e colegas, 2006).

No entanto não são capazes de medir a intensidade da AF (Mattocks e colegas, 2008c) e não fazem distinção entre caminhar e correr, a inclinação dos planos de deslocamento, pedalar no ciclismo ou transportar peso (Rowlands AV e colegas, 2007). Para evitar a reatividade, os sujeitos não devem ter acesso direto às contagens, os resultados devem ser expressos como contagens/passos dados ao longo de um determinado período de tempo (De Vries e colegas, 2006), sem qualquer outra inferência, de distância ou do gasto de energia, porque o nível de incerteza nestas previsões pode ser inaceitavelmente elevado, (Corder e colegas, 2008; Rowlands AV e colegas, 2007).

Instrumentos mais complexos, vulgo acelerómetros, concebidos para registar uma gama variada de movimentos, são sensíveis às variações da aceleração nos três eixos axiais, ântero-posterior, médio-lateral e vertical. Proporcionam leituras para cada plano, bem como uma leitura composta, nos três eixos, permitindo gravar as intensidades de todos os movimentos (Rowlands AV, 2007), fornecendo uma medição direta e objetiva da frequência, intensidade e duração dos movimentos referentes à AF realizada (Bouten CV e colegas, 1994), apesar de, ainda, não medirem corretamente determinadas atividades (Boreham CA e colegas 2011).

Os dados são, normalmente, apresentados como contagens, calculados sobre o tempo pré definido para medição, bem como o número de minutos/horas das contagens por dia e dos níveis de AF (Machado-Rodrigues, 2013). Com capacidades de registo cada vez maiores, podem fornecer informações sobre os níveis e padrões da AF com graus muito elevados de precisão

(Mattocks e colegas, 2008c, Riddoch 2010, Vanhelst e colegas, 2011), permitindo fornecer informações do tempo gasto diariamente em atividade sedentária, ligeira, moderada e vigorosa (Pate RR e colegas, 2008). Mais recentemente, permitem identificar posturas diferenciadas, por exemplo as posições de sentado, deitado e em pé, e ainda a transição entre cada uma das posições, com recurso ao inclinómetro incorporado no próprio acelerómetro (McClain JJ e colegas, 2009), ou giroscópio triaxial do Stayhealthy® RT6™. Outro tipo de informação, como seja o contexto onde se realizam as atividades, pode ser obtida por georreferenciação (Maddison e colegas, 2009) ou usando Tecnologia Bluetooth® Smart Wireless, de que é exemplo o novo ActiGraph wGT3X-BT.

Têm capacidade de gravar dados com tempos de registo (epoch) de 1 segundo a vários minutos, por longos períodos de tempo (Pate RR, e colegas 2008), sendo particularmente interessantes nos estudos em crianças e adolescente, em virtude de, nestes casos, a AF se revestir de um carácter mais esporádico e episódico, podendo melhorar o registo dos picos mais curtos da AF de intensidade vigorosa, que as crianças tendem a fazer (Baquet e colegas, 2007; Reilly e colegas, 2008). De um modo geral, os estudos têm demonstrado que a utilização de intervalos de amostragem de um minuto tende a subestimar o tempo que crianças e adolescentes gastam em AF de intensidades vigorosa (Edwardson CL e colegas 2010; Vale S e colegas, 2009) e muito vigorosa (Rowlands AV e colegas, 2006; Reilly e colegas, 2008), quando comparados a intervalos de amostragem mais curtos.

Sendo uma técnica não invasiva, com peso e dimensões bastante reduzidas, influenciando minimamente os movimentos durante as atividades diárias (Chen KY e colegas, 2005), com baixa reatividade no comportamento de criança e adolescentes (Rowlands AV, 2007; Mattocks e colegas, 2008b; Mattocks e colegas, 2008c; Riddoch, 2010). Apresentam potencial para melhorar o entendimento da relação entre atividade física e saúde, e, para estabelecer uma relação quantidade/qualidade de resposta entre AF e implicações na saúde (Reilly e colegas, 2008), para prescrição de AF.

São cada vez mais, utilizados em grandes estudos (Nader e colegas, 2008; Ness e colegas, 2007; Riddoch e colegas, 2004; Riddoch e colegas, 2007; Troiano e colegas, 2008)., contribuindo significativamente para uma melhor compreensão da tipologia dos padrões de AF habitual (Janz KF e colegas, 2006; Rowlands, AV e colegas, 2000; Rowlands AV e colegas, 2004), de fatores de confundimento como a idade, maturação biológica, sexo (Trost SG e colegas, 2002; Rowlands AV e colegas, 2007), influências ambientais e culturais sobre a atividade (Jago, R e colegas, 2005; Rowlands AV e colegas, 2007) e várias outras áreas.

Contudo, ainda há incertezas sobre o seu uso. Pelo que podem: não registrar, com precisão, atividades mais ligeiras e alguns podem ter que ser removidos no meio aquático (Sousa M, 2006); apresentar algumas imprecisões no registo dos movimentos relativos aos segmentos corporais aos quais não estão fixos (Chen KY, 2005) e dificuldades em medir corretamente a aceleração em alguns tipos de AF, como o ciclismo ou natação (Oliver M e colegas, 2007; Matthew CE, 2005; Pate RR e colegas, 2010); ter dificuldade em distinguir o aumento na intensidade do movimento de atividades realizadas com elevação de cargas externas (Oliver M e colegas, 2007; Sirard JR e colegas, 2001; Cliff DP e colegas 2009) ou em terrenos com alicive e/ou declive. Além disso, não existe consenso, quanto ao número de horas por dia e o número total de dias de registo, necessários para melhor caracterizar a AF habitual, bem como sobre o viés introduzido pelo tempo de não uso (Mattocks e colegas, 2008b).

Apesar da comparabilidade entre os estudos ser afetada por questões metodológicas, os acelerómetros representam um avanço importante na metrologia da AF e têm aumentado muito a nossa compreensão sobre a natureza da relação entre AF, Ob e fatores de risco de doenças CV, que têm as suas origens na infância e juventude (Machado-Rodrigues, 2013).

Diferentes instrumentos apresentam características diversas no que se refere às dimensões físicas, peso, tipo de medida fornecida, capacidade de armazenamento das informações recolhidas e local de fixação. De uma maneira geral, os acelerómetros ActiGraph (Pensacola, Flórida, EUA), RT3 (StayHealthy, Inc; Monrovia, Califórnia) e Actical (Phillips, Respironics, Bend, Oregon) têm sido os mais utilizados em estudos de calibração (Dinesh J e Freedson PS, 2012), no entanto existem vários outros instrumentos no mercado, em contínua evolução e com atualizações constantes (conforme tabela 1).

Os equipamentos da ActiGraph possuem a mais extensa e vasta gama de estudos a suportar o seu uso. Inicialmente usando os uniaxiais 7164 e GT1M, tem atualmente no mercado apenas os triaxiais GT3X + e wGT3X-BT. Os modelos iniciais de estimativa do GE e dos limiares relacionados à intensidade da AF para crianças e adolescentes, disponíveis na literatura, foram desenvolvidos a partir do uso das versões mais antigas, o que pode limitar a comparabilidade dos estudos.

No entanto, Sasaki e colegas em 2011, não observaram diferenças significativas nos valores de contagens do eixo vertical do GT3X e do GT1M nas atividades de deslocamento realizadas na passadeira rolante, em quatro diferentes velocidades, considerando que as informações do eixo vertical do GT3X podem ser utilizadas para estimar o GE ou a intensidade

**Tabela 2 – Caracterização geral dos acelerômetros em função do sensor, medidas de saída capacidade de registo, local de fixação, tamanho e peso.**

<b>Acelerômetro</b>	<b>Tipo de sensor</b>	<b>Medidas</b>	<b>Tempo de registo / Capacidade</b>	<b>Aceleração</b>	<b>Local de fixação</b>	<b>Tamanho (cm)</b>	<b>Peso (g)</b>
ActiGraph GT1M <sup>a)</sup>	Uniaxial	Contagens, passos, GE	1 a 240 Seg. / 1Mb		Cintura, pulso e tornozelo	3,8x3,7x1,8	27
ActiGraph GT3X	MEMS capacitivo Triaxial	Contagens, vetor magnitude, passos, tempo de não uso	1 a 360 Seg. / 4 Mb	0,05 a 2,5 g	Cintura, pulso e tornozelo	3,8x3,7x1,8	27
ActiGraph GT3X+ <sup>b)</sup>	+ Inclínometro	Tempo total de sono, níveis de luz ambiente, posição do corpo	1 a 360 Seg. 512Mb	- 6 a + 6 g		4,6x3,3x1,5	19
ActiGraph wGT3X-BT <sup>c)</sup> Bluetooth ® Smart Wireless	MEMS capacitivo Triaxial + Inclínometro	Contagens, vetor magnitude, passos, posição do corpo, tempo de não uso, FC <sup>d)</sup> , localização <sup>d)</sup> , o tempo total de sono, eficiência do sono e os níveis de luz ambiente.	1 a 360 Seg. 2Gb	- 8 a + 8 g	Pulso, cintura, Tornozelo, Coxa	4,6x3,3x1,5	19
Tritac-R3D <sup>a)</sup>	Triaxial	Contagens, vetor magnitude, GE	60 seg.	---	Cintura	10,8x6,8x3,3	170
RT3 <sup>a)</sup>	Triaxial	Contagens, vetor magnitude, GE	1 a 540 seg.	---	Cintura	7, x5,6x2,8	65,2
Stayhealthy® RT6™ (fase de lançamento, único sistema disponível atualmente)	MEMS acelerômetro triaxial e giroscópio triaxial	---	---	---	Cintura	5.1x5.1x1,3	
Actical <sup>e)</sup>	Omni-direcional	Contagens, passos, GE	1 a 60 Seg. /32Mb	0,05 a 2 g	Cintura, pulso e tornozelo	2,9x3,7x1,1	16
ActivPAL 3™	MEMS capacitivo Triaxial	Contagens, passos, GE, posição do corpo	--- / 16Mb	-2 a + 2g	Coxa	5,3x3,5x0,7	15

a) Já não disponível comercialmente; b) Evolução do modelo anterior; d) Monitor de frequência cardíaca sem fio compatível; Bluetooth ® Smart, para identificar localização e aplicativos para plataformas iPhone, iPad e Android, USB, b), c), e) Resistência à água até 1m por 30 minutos; GE = gasto energético; FC = frequência cardíaca; --- = Informação não disponível ; (MEMS), microelectro-mechanical sensor

da atividade física. Já os valores do vetor magnitude do GT3X e do eixo vertical dos modelos 7164 e GT1M não são comparáveis. Em 2012, Hänggi JM e colegas, investigaram a comparabilidade entre o GT3X e o GT1M concluindo que os instrumentos podem ser comparáveis para a classificação de tempo gasto nos níveis de intensidade da AF mas, a classificação de postura dada pelo GT3X, deve ser interpretada com cuidado, pois são comuns erros de classificação. Os eixos adicionais podem distinguir melhor o tempo de não uso e o tempo em comportamentos SED.

Uma vez que a medida dos acelerômetros (contagens) não tem significado biológico ou comportamental (Freedson PS e colegas, 2005), um aspeto fundamental será transformar as contagens em estimativas da intensidade da AF em crianças e/ou adolescentes, a partir do uso de limites específicos para cada modelo de acelerômetro, processo este designado de calibração.

A falta de padronização quanto ao uso de limiares de acelerômetros para determinação de comportamento SED, AFL, AFM e AFV dificulta o entendimento da relação entre estes comportamentos e desfechos de saúde (Parikh e Stratton, 2011).

A calibração permite fazer estimativas de limiares para a identificação dos níveis relativos à intensidade da AF, ou, a transformação dos valores das contagens em unidades de GE, podendo ter como métodos de referência a calorimetria, a água duplamente marcada ou a observação direta. Uma vez que, a relação entre as contagens e as medidas biológicas ou comportamentais é influenciada por parâmetros físicos e fisiológicos (Freedson PS e colegas, 2005) e, que a recolha e armazenamento de dados difere entre os modelos de acelerômetros (Biddle S.J e colegas, 2011), é recomendado que os pontos de corte dos níveis de intensidade da AF e/ou modelos de predição do GE sejam específicos para a população e modelo de acelerômetro usado. Na tabela 2 são apresentados alguns estudos recentes de calibração de três, dos principais, modelos de acelerômetros.

**Tabela 2 – Estudos de calibração em crianças e adolescentes, usando ActiGraph, RT3 e Actical**

Estudos	Pontos de corte	Validade
<b>ActiGraph (7164/GT1M)</b>		
Mattocks e colegas, (2007) Amostra: n=163 (12 anos); Atividades: repouso, jogar video-jogos, caminhar (lento e rápido) e correr em ritmo próprio, jogo da macaca. Critério: calorimetria indireta.	----- ----- AFM $\geq 3581$ c.min <sup>-1</sup> AFV $\geq 6130$ c.min <sup>-1</sup>	S=96%; E=61%* S=74%; E=95%*
Evenson e colegas, (2008)* Amostra: n=33 (5-8 anos); Atividades: sentado, ver DVD, colorir, caminhar (3,2 e 4,8 km/h), subir degraus, dribles de basquetebol, pedalar, saltitares, correr (6,4km/h). Critério: calorimetria indireta.	SED $\leq 25$ c.15 s <sup>-1</sup> AFL $\leq 573$ c.15 s <sup>-1</sup> AFM $\leq 1002$ c.15 s <sup>-1</sup> AFV $\geq 1003$ c.15 s <sup>-1</sup>	S=95%; E=93%* ----- S=77%; E=81%* S=68%; E=89%*
Vanhelst e colegas, (2011) Amostra: n=40 (10-16 anos); Atividades: repouso, ler, jogar vídeo-jogos, jogos de salão, chutar a bola, caminhar (1,5 e 3km/h), correr (4 e 6 km/h). Critério: calorimetria indireta.	SED $\leq 400$ c.min <sup>-1</sup> AFL $\leq 1900$ c.min <sup>-1</sup> AFM $\leq 3918$ c.min <sup>-1</sup> AFV $> 3918$ c.min <sup>-1</sup>	k=0,85 k=0,72 k=0,88 k=0,91
<b>ActiGraph (GT3X – Eixo Vertical)</b>		
Hänggi JM e colegas, (2012) Amostra: n=49 (10-15 anos); Atividades: deitado, sentado, em pé, vídeo-jogos, caminhada e corrida. Critério: calorimetria indireta.	SED $< 3$ c.1s <sup>-1</sup> AFL $\leq 56$ c.1s <sup>-1</sup> AFMV $> 56$ c.1s <sup>-1</sup>	---- ---- ----
<b>Actical</b>		
Evenson e colegas (2008) Amostra: n=33 (5-8 anos); Atividades: sentado, ver DVD, colorir, caminhar (3,2 e 4,8 km/h), subir degraus (88 bpm), dribles de basquetebol, polichinelos, pedalar, correr (6,4 km/h). Critério: calorimetria indireta.	SED $\leq 11$ c.15s <sup>-1</sup> AFL $\leq 507$ c.15s <sup>-1</sup> AFM $\leq 718$ c.15s <sup>-1</sup> AFV $\geq 719$ c.15s <sup>-1</sup>	S=97%; E=98% ----- S=78%; E=79% S=77%; E=79%
Colley e Tremblay (2011) Amostra: n=12 (9-15 anos); Atividades: caminhar, correr. Critério: calorimetria indireta.	SED ----- AFL----- AFM $\geq 1600$ c.min <sup>-1</sup> AFV $\geq 4760$ c.min <sup>-1</sup>	---- ---- ---- ----
<b>RT3</b>		
Chu e colegas, (2007) Amostra: n=35 (8-12 anos); Atividades: ler, colorir ou jogar, jogos de tabuleiro, caminhar (2, 4 e 6 km/h), correr (8 km/h). Critério: calorimetria indireta.	SED $\leq 7$ c.1s <sup>-1</sup> AFL $\leq 29$ c.1s <sup>-1</sup> AFM $\leq 68$ c.1s <sup>-1</sup> AFV $\geq 69$ c.1s <sup>-1</sup>	S=100%; E=100% ----- S=87%; E=100% S=88%; E=97%
Kavouras e colegas (2008) Amostra: n=42 (10-14 anos); Atividades: caminhar (4 e 6 km/h), correr (8 km/h), caminhada em inclinação (4 e 6 km/h a 6% de inclinação). Critério: calorimetria indireta.	SED $\leq$ ----- AFL $\leq 1322$ c.min <sup>-1</sup> AFM $\leq 2610$ c.min <sup>-1</sup> AFV $\geq 2611$ c.min <sup>-1</sup>	---- ---- ----
Vanhelst e colegas (2010) Amostra: n=40 (10-16 anos); Atividades: repouso, ler, jogar, vídeo-jogos, jogos de salão, chutar a bola, caminhar (1,5 e 3km/h), correr (4 e 6 km/h). Critério: calorimetria indireta.	SED $< 41$ c.min <sup>-1</sup> AFL $\leq 951$ c.min <sup>-1</sup> AFM $\leq 3410$ c.min <sup>-1</sup> AFV $\geq 3411$ c.min <sup>-1</sup>	k=0,87 k=0,75 k=0,91 k=0,89
* Indicadores de generalidade derivados do estudo de validação de Trost e colegas, 2011;		S- Sensibilidade E- Especificidade k = Kappa

Não há um claro entendimento quanto aos procedimentos mais adequados para derivação de limiares de acelerómetros, o que justifica a falta de padronização quanto aos procedimentos metodológicos aplicados em estudos de calibração. A interpretação e/ou comparação dos resultados observados nos estudos de calibração é relativamente difícil em

virtude das diferenças nos critérios utilizados para definição da intensidade da AF, tamanho e características da amostra, protocolo de estudo (nomeadamente na composição do conjunto de atividades utilizadas e na definição da intensidade de cada uma delas) e procedimentos estatísticos. Contribuindo, assim, para as discordâncias entre os limiares de um mesmo modelo de acelerómetro.

Nenhuma metodologia é precisa na classificação das atividades em todas as intensidades, sobestimando a atividade vigorosa e subestimando a ligeira, tendendo a subestimar mais o GE nas atividades do dia-a-dia em relação às condições laboratoriais (ex. passadeira), com melhores desempenhos dentro de uma gama especificada de intensidades e/ou tipos de atividade (Lyden K e colegas, 2011).

Estes limites apresentaram validade boa a moderada, para a determinação da intensidade da AF quando comparados com as medidas critérios adotadas nos estudos de calibração. Apesar disso, é importante ressaltar que os limites para AF moderada e vigorosa, derivados de protocolos de atividades físicas ambulatoriais (caminhada e corrida) apresentam, na sua maioria, melhores indicadores de validade (van Cauwenberghe E. e colegas, 2011, Sirard JR e colegas, 2005, Chu EYW e colegas, 2007, Pfeiffer KA e colegas, 2006) relativamente aos derivados a partir da combinação de atividades ambulatoriais e não-ambulatoriais (Evenson KR e colegas, 2008, Puyau MR e colegas 2004, Tanaka C e colegas, 2007). Já que, determinadas atividades não-ambulatoriais (dribles de basquetebol, subir escadas, saltar à corda, artes marciais, lançar ou chutar bolas) tendem a apresentar menores valores de contagens em relação às ambulatoriais com menor DE.

Os acelerómetros identificados são mais sensíveis às atividades com grande componente de aceleração no plano vertical, tais como caminhar e correr e tendem a apresentar registros menos precisos dos movimentos relacionados com os segmentos corporais onde não estão posicionados (Cliff DP e colegas, 2009), o que pode explicar a maior validade observada entre os limites derivados a partir de atividades ambulatoriais. Mas, uma vez que as atividades diárias de crianças e adolescentes não se resumem às atividades ambulatoriais, é recomendada a inclusão de atividades representativas do quotidiano desta população em estudos de calibração (Welk GJ e colegas, 2005).

Assim, pode constatar-se que limiares estimados com base na acelerometria apresentam boa a moderada validade para a estimativa da intensidade da AF em crianças e adolescentes (Evenson KR e colegas, 2008 validado por Trost e colegas, 2011).

Pelo que, pode concluir-se que a acelerometria constitui-se com potencial promissor na metrologia objetiva da AF, no entanto, mesmo as técnicas de processamento de dados mais atuais não conseguem perceber como este potencial poderá fornecer estimativas mais precisas de DE e estimativas do tempo gasto em intensidades ligeiras, moderadas e vigorosas.

É por isso importante que pesquisas futuras desenvolvam técnicas mais sofisticadas de processamento dos dados de saída dos acelerómetros para estimar o GE e caracterizar a AF.

#### 2.4.2.4 Métodos combinados

Um dos recentes desafios está em combinar informações da acelerometria com parâmetros fisiológicos, tais como a frequência cardíaca, resposta galvânica da pele, temperatura da pele e calorimetria (Chen K.Y., e colegas 2005). Instrumentos como o Actiheart (CamNtech, Cambridge, UK), SenseWear Pro Armband (Bodymedia Inc., Pittsburgh, PA) e GENEActiv foram desenvolvidos com esta finalidade e também têm sido validados em jovens (De Bock F, e colegas, 2010; Dorminy CA, e colegas 2008, Esliger, Dale W e colegas, 2011).

O ActiHeart é um instrumento que combina a monitorização da FC e simultaneamente a medição das oscilações do movimento para a metrologia da AF. Esta combinação parece ter mais precisão de predição, do que qualquer outro método usado sozinho, em condições laboratoriais (Corder e colegas 2007); já em condições do quotidiano, produziu uma classificação precisa de AFMV, mas desempenho inferior para classificar comportamentos SED (De Bock F., e colegas, 2010).

De forma genérica, a combinação da acelerometria com o aumento da frequência cardíaca parece potenciar melhor discriminação da AFMV, em contraponto a identificação de SED e AFL é estimada com menos precisão, nomeadamente por possíveis variações da frequência cardíaca decorrentes de outros fatores (ex: stress emocional). Outros estudos em AF espontânea, combinando a monitorização da FC e acelerometria, são necessários para se tentar verificar se a esta sofisticação e precisão dos métodos correspondem aos custos que lhe estão associados, de forma aceitável (Corder e colegas 2008).



**Tabela 3 – Tabela 3 – Caracterização geral dos instrumentos multisensor em função do sensor, medidas de saída capacidade de registo, local de fixação, tamanho e peso.**

<b>Acelerômetro Multisensor</b>	<b>Tipo</b>	<b>Medidas</b>	<b>Tempo de registo / Capacidade</b>	<b>Aceleração</b>	<b>Local de fixação</b>	<b>Tamanho (cm)</b>	<b>Peso (g)</b>
Actiheart	Triaxial	Contagens, passos, GE FC, variabilidade da FC	15, 30 e 60 seg.	- 2,5 a + 2,5g	Peito	3,3x0,7	10
SenseWear® PRO 2 Armband (2003)	Biaxial	Passos, GE, Resposta galvânica da pele (GSR), Fluxo de calor, temperatura cutânea, Temperatura junto ao corpo	? (14 dias)	-2 a + 2g	Braço	8,8x5,6x2,1	
SenseWear® PRO 3 Armband (2007)	Biaxial	Passos, GE, Resposta galvânica da pele (GSR), Fluxo de calor, temperatura cutânea, Temperatura junto ao corpo	? (14 dias)	-2 a + 2g	Braço	8,5x5,3x1,9	
SenseWear® Mini MF-SW ou WMS <sup>a)</sup>	Triaxial	Passos, GE, Resposta galvânica da pele (GSR), Fluxo de calor, temperatura cutânea, Temperatura junto ao corpo, posição do corpo, tempo e eficiência do sono	? (28 dias)	-1 a +2g	Braço	5,5x6,3x1,3	45

a) À prova de água; sensor de uso (permite registar o tempo de não uso); FC = frequência cardíaca; “?” = Informação não disponível ; (MEMS), microelectro-mechanical sensor

A braçadeira SenseWear Pro combina cinco diferentes sensores num único dispositivo para monitorizar uma série de parâmetros fisiológicos (resposta galvânica da pele, fluxo de calor, temperatura cutânea e temperatura junto ao corpo) e de movimentos (aceleração), permitindo fornecer estimativas precisas para determinar padrões de intensidade da AF em crianças, por comparação com a calorimetria indireta (Calabro MA e colegas, 2009). Em 2010, Welk GJ e colegas, utilizando o SenseWear Pro3 e as braçadeiras SenseWear Mini, em condições do quotidiano, concluíram que são instrumentos promissores para medir com precisão o DE total, utilizando como medida critério a água duplamente marcada.

Outro possível desafio será identificar a contextualização do comportamento SED e/ou AF com a finalidade de se recolher simultaneamente informação acerca das características dos locais onde as pessoas se encontram e executam as tarefas, bem como informação quantitativa dos impulsos (Sardinha, L. e Magalhães, J., 2012).

O novo ActiGraph Bluetooth® Smart wGT3X-BT (tabela 1), que utiliza tecnologia Bluetooth® Smart Wireless, permite registos objetivos de AF e medições de sono/vigília, incluindo registos da frequência cardíaca, posição do sujeito e os níveis de luz ambiente. Pode ainda detetar e registar outros dispositivos, dentro do alcance do Bluetooth, para obter informações valiosas sobre a interação social entre os indivíduos. Dispositivos estacionários podem ser colocados em vários locais pré-determinados permitindo registar a localização do sujeito. Suporta ainda aplicações móveis para as plataformas iPhone, iPad e Android, permitindo comunicação em tempo real.

Outra possibilidade é uma combinação do GPS (sistema global de posição) e acelerometria, para relacionar o local (físico) em associação com AF (Maddison e colegas 2009; Oliver e colegas 2010), o que permite fornecer informação precisa da velocidade, altitude, duração, frequência e localização da atividade, bem como identificar os ambientes mais comuns em que ocorre a AF. No entanto o sinal de GPS do satélite é afetado por várias interferências, como as condições atmosféricas e as obstruções locais (em edificações, em áreas urbanas e de vegetação, muito densas), o que pode produzir erros no cálculo da distância para aos satélites, bem como na velocidade e posição (Rodríguez DA, Brown AL e colegas, 2005).

A combinação de contagens do acelerómetro com trajetos e velocidade do GPS, foram capazes de classificar corretamente os parâmetros da AF em 91% (Troped PJ e

colegas, 2008) e 89% (Ermes M e colegas, 2008) das observações e identificar os principais locais onde ocorreram os episódios de AF, bem como para descrever os padrões típicos de AF (Maddison R. e colegas em 2009). Em conjunto, estes estudos sugerem que o GPS é uma ferramenta útil para aumentar a nossa compreensão da AF, fornecendo o contexto (localização) da atividade e se usado em conjunto com o GIS (Geographic Information System) pode melhorar a percepção de como os sujeitos interagem com o ambiente. No entanto, nenhum estudo mostrou que o GPS, por si só, é uma medida válida e confiável e de atividade física.

Outras possibilidades podem utilizar o GPS para determinar a exposição do sujeito a condições ambientais obesogénicas, como publicidade de alimentos não saudáveis ou os seus pontos de venda, para determinar a exposição ou a utilização de instalações de atividade física (como piscinas, ginásios etc.) e determinar a associação entre AF e comportamentos SED com locais e ambientes específicos.

No entanto, é importante ter em atenção que, parâmetros combinados possam ter mais variabilidade nos dados, do que único um instrumento. Por outro lado, o sistema de GPS está associado a diversas preocupações, como a privacidade individual do sujeito ou a falta de pesquisa entre as crianças (Pate, 2010). Além disso, o elevado custo de alguns destes métodos inibe a sua utilidade para estudos epidemiológicos, em grande escala.

### 3. CONCLUSÕES

A realização do presente trabalho de pesquisa permitiu concluir que a precisão da avaliação da AF habitual é fundamental para qualquer estudo, mas especialmente em pesquisas que associam este comportamento com marcadores de saúde. Adicionalmente, em crianças e jovens afigura-se um desafio acrescido pois a sua AF habitual é esporádica e intermitente, tornando-se difícil de recordar com exatidão os detalhes desse comportamento prolongado no tempo. Assim, o recurso à utilização de medidas objetivas tem-se tornado cada vez mais usual.

Paralelamente à massificação do uso de metodologias objetivas, tem-se igualmente assistido a rápidos avanços tecnológicos que têm permitido colmatar algumas das lacunas detetadas nos instrumentos utilizados. As atualizações constantes, bem como o desenvolvimento de novos instrumentos, têm tornado os métodos de avaliação da AF cada vez mais versáteis e adaptados às características da população alvo permitindo grandes incrementos na precisão e capacidade de registo, com custos cada vez mais reduzidos.

Por outro lado, e segundo a literatura mais atual, a interpretação e/ou a comparação dos resultados observados nos diferentes estudos é relativamente difícil em virtude das diferenças nos critérios utilizados para definição das porções de intensidades da AF, tamanho e características da amostra, protocolo de estudo, e os contextos sociais e económicos onde se realizam. Assim, tornar-se-á necessário no futuro o desenvolvimento de estudos de validação mais abundantes com os novos instrumentos entretanto produzidos, a criação de mais consensos relativamente a aspetos como os valores de corte para a definição dos níveis de intensidade da AF em crianças e adolescentes, especialmente em condições do dia-a-dia (free-living), que permitam um melhor entendimento da relação entre AF e os diferentes marcadores de saúde.

## 4. BIBLIOGRAFIA

### Artigo de revista:

Abbot R., Straker L., Mathiassen S (2013) Patterning of Children's Sedentary Time At and Away from School.

Obesity (Silver Spring),21(1):E131-3

Aires L1, Mendonça D, Silva G, Gaya AR, Santos MP, Ribeiro JC, Mota J., 2009; A 3-year longitudinal analysis of changes in Body Mass Index.; Int J Sports Med. 2010 Feb;31(2):133-7

Armstrong N, Balding J, Gentle P, Kirby B. 1990. Patterns of physical activity among 11 to 16 year old British children. BMJ, 301(6745):203-5.

Armstrong N, Bray S,1991;Physical activity patterns defined by continuous heart rate monitoring. Arch Dis Child,66(2):245-7.

Armstrong N (1998). Young people's physical activity patterns has assessed by heart rate monitoring. Journal of Sport Sciences. 16: S9-S16.

Armstrong, N., & Welsman, J. R. 2006: The physical activity patterns of European youth with reference to methods of assessment. Sports Medicine, 36, 1067–1086.

Baecke JA, Burema J, Frijters JE. 1982. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. Am J Clin Nutr, 36(5):936- 42.

Bailey RC, Olson J, Pepper SL, Porszasz J, Barstow TJ, Cooper DM. 1995. The level and tempo of children's physical activities: an observational study. Med Sci Sports Exerc 27(7):1033-41.

Baptista F, Silva AM, Santos DA, Mota J, Santos R, Vale S, Ferreira JP, Raimundo A, Moreira H (2011) Livro Verde da Atividade Física. Instituto do Desporto de Portugal, I.P., Lisboa

Baquet G, Stratton G, Van Praagh E, Berthoin S. 2007. Improving physical activity assessment in prepubertal children with high-frequency accelerometry monitoring: a methodological issue. Prev Med 44(2):143-7.

Baranowski T. 1988. Validity and reliability on elf-report measures of physical activity: an information processing perspective. Research Quarterly for Exercise and Sport 59(4):314-327.

Bassett DR Jr (2000): Validity and reliability issues in objective monitoring of physical activity. Research Quarterly for Exercise and Sport, 71 (2): 30 – 36.

Bassett DR Jr, Cureton AL, Ainsworth BE (2000a): Measurement of daily walking distance – questionnaire versus pedometer. Medicine & Science in Sports & Exercise, 32 (5): 1018- 1023

Biddle SJ, Marshall SJ, Gorely T, Cameron N., 2009; Temporal and environmental patterns of sedentary and active behaviors during adolescents' leisure time. Int J Behav Med. 16(3):278-86.

Biddle SJ, Gorely T, Marshall SJ. 2009a. Is television viewing a suitable marker of sedentary behavior in young people? Annals of behavioral medicine : a publication of the Society of Behavioral Medicine, 38(2):147-53.

- Biddle SJ, Gorely T, Marshall SJ, Cameron N. 2009b. The prevalence of sedentary behavior and physical activity in leisure time: A study of Scottish adolescents using ecological momentary assessment. *Prev Med*, 48(2):151-5.
- Biddle S.J., Pearson N., Ross G.M., Braithwaite R. 2010; Tracking of sedentary behaviours of young people: a systematic review. *Preventive medicine*, 51(5):345-51.
- Biddle SJ, Asare M. 2011; Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. *Br J Sports Med*. 45(11):886-95.
- Blaes A, Baquet G, Fabre C, Van Praagh E, Berthoin S. ,2011; Is there any relationship between physical activity level and patterns, and physical performance in children?, *Int J Behav Nutr Phys Act.*, 4;8:122. doi: 10.1186/1479-5868-8-122.
- Boreham CA, McKay HA. Physical activity in childhood and bone health. *Br J Sports Med*. 2011; 45(11):877-9.
- Bouchard C, Malina R, Pérusse L 1997: Genetics of fitness and physical performance. Champaign. Human Kinetics, Illinois.
- Bouchard C, Shephard R, Stephens T 1994: Physical activity, Fitness and health: International Proceedings and Consensus Statement. Champaign. Human Kinetics, Illinois.
- Bratteby LE, Sandhagen B, Fan H, Samuelson G. 1997. A 7-day activity diary for assessment of daily energy expenditure validated by the doubly labelled water method in adolescents. *Eur J Clin Nutr*, 51(9):585-91.
- Baptista F, Silva AM, Santos DA, Mota J, Santos R, Vale S, Ferreira JP, Raimundo A, Moreira H 2011; Livro Verde da Atividade Física. Instituto do Desporto de Portugal, I.P., Lisboa
- Bouten CV1, Westerterp KR, Verduin M, Janssen JD. 1994; Assessment of energy expenditure for physical activity using a triaxial accelerometer. *Med Sci Sports Exerc.*;26(12):1516-23.
- Calabro MA1, Welk GJ, Carriquiry AL, Nusser SM, Beyler NK, Mathews CE. 2009; Validation of a computerized 24-hour physical activity recall (24PAR) instrument with pattern-recognition activity monitors. *J Phys Act Health.*;6(2):211-20.
- Chen KY, Bassett DR, Jr. 2005; The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Med Sci Sports Exerc*. 37 Suppl 11:S490-500.
- Chu EYW, McManus AM, Yu CCW. 2007; Calibration of the RT3 Accelerometer for Ambulation and Nonambulation in Children. *Med Sci Sports Exerc*. 39(11):2085-91.
- Cliff DP, Reilly JJ, Okely AD. 2009; Methodological considerations in using accelerometers to assess habitual physical activity in children aged 0-5 years. *J Sci Med Sport.*, 12(5):557-67.
- Coelho e Silva M, Sobral F, Malina RM. 2003. Determinância sociogeográfica da prática desportiva na adolescência: Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra.
- Corder K, Ekelund U, Steele RM, Wareham NJ, Brage S, 2008; Assessment of physical activity in youth, *Journal of Applied Physiology*, Vol. 105 , 977-987
- Craig, C.L.; Marshall, A.L.; Sjostrom, M.; Bauman, A.E.; Booth, M. L.; Ainsworth, B. E. et all. 2003; International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Official Journal of the American College of Sports Medicine*, 35, 1381- 1395.
- Crocker PR, Bailey DA, Faulkner RA, Kowalski KC, McGrath R. 1997. Measuring general levels of physical activity: preliminary evidence for the Physical Activity Questionnaire for Older Children. *Med Sci Sports Exerc*, 29(10):1344-9.
- Colley RC, Tremblay MS. 2011; Moderate and vigorous physical activity intensity cut-points for the Actical accelerometer. *J Sports Sci.*;29(8):783-9.

- Cumming SP, Standage M, Gillison F, Malina RM. 2008. Sex differences in exercise behavior during adolescence: is biological maturation a confounding factor? *J Adolesc Health*, 42(5):480-5.
- Damiani D., Kuba V., Cominato L., Damiani D., Dichtchekian V., Menezes Filho H. 2011; Síndrome metabólica em crianças e adolescentes: dúvidas na terminologia, mas não nos riscos cardiometabólicos. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2011;55/8
- De Bock F, Menze J, Becker S, Litaker D, Fischer J, Seidel I., 2010 ;Combining accelerometry and HR for assessing preschoolers' physical activity. *Med Sci Sports Exerc.*;42(12):2237-43.
- de Vries S, Bakker I, Hopman-Rock M, Hirasings R, van Mechelen W. 2006. Clinimetric review of motion sensors in children and adolescents. *Journal of Clinical Epidemiology*, 59:670-680.
- Dinesh J.; Freedson PS, 2012; Physical Activity and Actigraph, Actical monitors: a peek under the hood; *Med Sci Sports Exerc.*, 44 (Supl 1): S86-S89.
- Dorminy CA, Choi L, Akohoue SA, Chen KY, Buchowski MS. 2008; Validity of a multisensor armband in estimating 24-h energy expenditure in children. *Med Sci Sports Exerc.*;40(4):699-706.
- Duncan EK, Scott Duncan J, Schofield G. 2008. Pedometer-determined physical activity and active transport in girls. *Int J Behav Nutr Phys, Act* 5:2
- Edwardson CL, Gorely T., 2010; Epoch length and its effect on physical activity intensity. *Med Sci Sports Exerc.*, 42(5):928-34.
- Ekelund U, Brage S, Froberg K, Harro M, Anderssen SA, Sardinha LB, Riddoch C, Andersen LB 2006; TV viewing and physical activity are independently associated with metabolic risk in children: The European Youth Heart Study. *PLoS Med*, 3(12):e488.
- Ermes M, Pärkka J, Mantyjarvi J, Korhonen I, 2008, Detection of daily activities and sports with portable sensors in controlled and uncontrolled conditions. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicin* 12 (1): 20-26.
- Esliger DW, Rowlands AV, Hurst TL, Catt M, Murray P, and Eston RG. 2011; Validation of the GENE accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 43(6):1085-93.
- Evenson KR, Catellier DJ, Gill K, Ondrak KS, McMurray RG., 2008; Calibration of two objective measures of physical activity for children. *J Sports Sci*. 26(14):1557-65.
- Fiuzza M., Cortez-Dias N., Martins S., Belo B. 2008, Síndrome Metabólica em Portugal: Prevalência e Implicações no Risco Cardiovascular - Resultados do Estudo VALSIM [107]. *Revista Portuguesa Cardiologia* 2008; 27 (12): 1495-1529.
- Freedson PS, Melanson EL (1996): Measuring physical activity. In: D. Docherty (eds). *Measurement in Pediatric Exercise Science*. Champaign., Illinois. Human Kinetics. pp: 261-283.
- Freedson PS, Miller K (2000): Objective monitoring of physical activity using motion sensors and heart rate. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71 (2): 21 – 29.
- Freedson PS, Pober D, Janz KF. (2005): Calibration of accelerometer output for children. *Med Sci Sports Exerc.*; 37 Suppl
- Godin G, Shephard RJ. 1985a. Psycho-social predictors of exercise intentions among spouses. *Can J Appl Sport Sci*, 10(1):36-43.
- Godin G, Shephard RJ. 1985b. A simple method to assess exercise behavior in the community. *Can J Appl Sport Sci*, 10(3):141-6.

- Gorely T, Atkin AJ, Biddle SJ, Marshall SJ. 2009a. Family circumstance, sedentary behaviour and physical activity in adolescents living in England: Project STIL. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 6:33.
- Gorely T, Biddle SJ, Marshall SJ, Cameron N. 2009b. The prevalence of leisure time sedentary behaviour and physical activity in adolescent boys: An ecological momentary assessment approach. *Int J Pediatr Obes*:1-10.
- Gorely T, Marshall SJ, Biddle SJ, Cameron N. 2007. Patterns of sedentary behaviour and physical activity among adolescents in the United Kingdom: Project STIL. *J Behav Med*, 30(6):521-31.
- Halpern A, Mancini MC, Magalhaes ME, Fisberg M, Radominski R, Bertolami MC, Bertolami A, et al. 2010. Metabolic syndrome, dyslipidemia, hypertension and type 2 diabetes in youth: from diagnosis to treatment. *Diabetol Metab Syndr* 2:55.1:S523-30.
- Hänggi JM, Lisa Phillips RS, Rowlands Alex V., 2012: Validation of GT3X ActiGraph in children and comparison with the ActiGraph GT1M. *Journal of Science and Medicine in Sport* Volume 16, 40-44.
- Harro M & Ridoch C (2000). Physical activity. In: *Paediatric Exercise Science and Medicine*. Neil Armstrong and Willem Van Mechelen (Eds). Oxford University Press. 77-84.
- Hills, A. P., King, N. A., & Armstrong, T. P. 2007: The contribution of physical activity and sedentary behaviours to the growth and development of children and adolescents: Implications for overweight and obesity. *Sports Medicine*, 37, 533–545.
- Hohepa M, Schofield G, Kolt GS, Scragg R, Garrett N. 2008. Pedometer-determined physical activity levels of adolescents: differences by age, sex, time of week, and transportation mode to school. *J Phys Act Health*, 5 Suppl 1:S140-52.
- Jago, R., T. Baranowski, I. Zakeri, and M. Harris. 2005; Observed environmental features and the physical activity of adolescent males. *Am. J. Prev. Med.* 29:98-104,
- Janz, K.F., T.L. Burns, and S.M. Levy. 2005. Tracking of activity and sedentary behaviours in young children. *Am. J. Prev. Med.* 29:171-178,
- Katzmarzyk PT, Malina RM. 1998. Contribution of organized sports participation to estimated daily energy expenditure in youth. *Pediatric Exercise Science*, 10:378- 386.
- Kavouras SA, Sarras SE, Tsekouras YE, Sidossis LS. 2008; Assessment of energy expenditure in children using the RT3 accelerometer. *J Sports Sci.* 26(9):959-66.
- Kelishadi R., 2007; Childhood overweight, obesity, and the metabolic syndrome in developing countries. *Epidemiol Rev.* 29:62-76.
- Kolle E, Steene-Johannessen J, Andersen LB, Anderssen SA., 2010; Objectively assessed physical activity and aerobic fitness in a population-based sample of Norwegian 9- and 15-year-olds., *Scand J Med Sci Sports.* Feb;20(1):e41-7. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00892.x. Epub 2009 Apr 14.
- Kohl HW, Fulton JE, Caspersen CJ 2000: Assessment of Physical activity among children and adolescents: a review and synthesis. *Preventive Medicine*, 31(2): S54 – S76.
- Laporte RE, Montoye HJ, Caspersen CJ, 1985: Assessment of Physical Activity in Epidemiologic Research: Problems and prospects. *Public Health Reports*, 100 (2): 131 - 146.
- Leenders NYM, Sherman WM, Nagaraja HN (2000): Comparisons of four methods of estimating physical activity in adult women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32 (7): 1320-1326. Lubans, D. R.; Sylva, K.; Osborn, Z. (2008). Convergent validity and test- retest reliability of the Oxford physical activity questionnaire for secondary school students. *Behavior Change*, 25(1), 23-34.



Livingstone MB. 1997; Heart-rate monitoring: the answer for assessing energy expenditure and physical activity in population studies? *Br J Nutr. Dec*;78(6):869-71.

Lyden K, Kozey S. L., Staudenmeyer, J. W., Freedson P. S., 2011; A comprehensive evaluation of commonly used accelerometer energy expenditure and MET prediction equations, *Eur J Appl Physiol*, 111:187–201

Maddison R, D Exeter, Hoorn S, Jiang Y, Ni Mhurchu C, E Dorey, Bullen C, Utter J, 2009; Describing patterns of physical activity in adolescents using global positioning systems and accelerometry. *Pediatric Exercise Science*

Machado-Rodrigues AM, Coelho e Silva MJ, Mota J, Cumming SP e Malina RM, (2011a) Correlates of aerobic fitness in urban and rural Portuguese adolescents, *Annals of Human Biology, Journal of the Society for the Study of Human*

Machado-Rodrigues AM, Coelho e Silva MJ, Mota J, Cyrino E, Cumming SP, Riddoch C, Beunen G e Malina RM, (2011b) Activity energy expenditure assessed by accelerometer and self-report in adolescents: Variation by sex, age, and weight status

Machado-Rodrigues, AM, Coelho e Silva, MJ, Figueiredo, AJ, Mota, J, Cumming, SP, Eisenmann, JC e Malina, RM, (2012) Concurrent validation of estimated activity energy expenditure using a 3-day diary and accelerometry in adolescents. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 22, 259–264.

Machado-Rodrigues, AM, Leite N, Coelho-e-Silva, MJ, Martins, RA, Valente-dos-Santos, J, Mascarenhas, LPG, Boguszewski, MCS, Padez, C, e Malina, RM, (2013) Independent association of clustered metabolic risk factors with cardiorespiratory fitness in youth aged 11–17 years, *Annals of Human Biology, Journal of the Society for the Study of Human Biology*, TAHB\_A\_856471

Matthew CE. 2005;Calibration of accelerometer output for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 37 Suppl 11:S512-22.

Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O., 2004; Growth, Maturation, and Physical Activity. *Human Kinetics: Champaign, IL.*

Malina RM: 2001.Tracking of physical activity across the lifespan. *Research Digest President's Council on Physical Fitness and Sports*, 14:3-10.

Mattocks C, Leary S, Ness A, DGEre K, Saunders J, Tilling K, et al., 2007; Calibration of an accelerometer during free-living activities in children. *Int J Pediatr Obes.* 2(4):218-26.

Mattocks C, Ness A, Leary S, Tilling K, Blair SN, Shield J, DGEre K, Saunders J, Kirkby J, Smith GD and others. 2008b. Use of accelerometers in a large field-based study of children: protocols, design issues, and effects on precision. *J Phys Act Health*, 5 Suppl 1:S98-111.

Mattocks C, Tilling K, Ness A, Riddoch C. 2008c. Improvements in the measurement of physical activity in childhood obesity research; lessons from large studies of accelerometers. *Clinical Medicine: Pediatrics*, 2:27-36

Martinez-Gomez D, Gomez-Martinez S, Warnberg J, Welk GJ, Marcos A, Veiga OL. 2010a. Convergent validity of a questionnaire for assessing physical activity in Spanish adolescents with overweight. *Med Clin (Barc)*.

McArdle WD 1 , Toner MM , Magel JR , Spina RJ , Pandolf KB . 1992 ; Thermal responses of men and women during cold-water immersion: influence of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 65 (3): 265-70.

McClain JJ, Tudor-Locke C. 2009;Objective monitoring of physical activity in children: considerations for instrument selection. *J Sci Med Sport.* 12(5):526-33.

Montoye H, Kemper H, Saris W, Washburn R 1996: *Measuring Physical Activity and Energy Expenditure.* Human Kinetics. Champaign, Illinois.

- Mota J., Vale S., Martins C., Gaya A., Moreira C., Santos S., Ribeiro J. 2010 Influence of muscle fitness test performance on metabolic risk factors among adolescent girls. <http://www.dmsjournal.com/content/2/1/42>
- Nader PR, Bradley RH, Houts RM, McRitchie SL, O'Brien M. 2008; Moderate-to-vigorous physical activity from ages 9 to 15 years. *JAMA*, 300(3):295-305.
- Ness AR, Leary SD, Mattocks C, Blair SN, Reilly JJ, Wells J, Ingle S, Tilling K, Smith GD, Riddoch C. 2007. Objectively measured physical activity and fat mass in a large cohort of children. *PLoS Med*, 4(3):e97.
- O'Donovan G, Blazevich AJ, Boreham C, Cooper AR, Crank H, Ekelund U, Fox KR, Gately P, Giles-Corti B, Gill JM and others. 2010. The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences. *J Sports Sci*, 28(6):573-91.
- Oliveira, M.M.; Maia, J. A. (2001). Avaliação da actividade física em contextos epidemiológicos: Uma revisão da validade e fiabilidade do acelerómetro Tritac-R3D, do pedómetro Yamax Digi-Walter e do questionário de Baecke. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1(3), 73-87.
- Oliver M, Schofield GM, Kolt GS., 2007; Physical activity in preschoolers: understanding prevalence and measurement issues. *Sports Med*. 37(12):1045-70.
- Oliver M, Badland HM, Duncan MJ, Duncan JS, Mavoa S. 2010; Examining commute routes: applications of GIS and GPS technology. *Environ Health Prev Med*. ;15(5):327-30.
- Pate, R. R., O'Neill, J. R. & Lobelo, F. (2008). The evolving definition of "sedentary". *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36, 173-178.
- Pate, R.R.; Mclver, K.; Dowda, M.; Brown, W.H.; Addy, C. 2008: Directly observed physical activity levels in preschool children. *Journal of School Health*, 78(8), 438-444.
- Pate RR, O'Neill JR, Mitchell J., 2010; Measurement of physical activity in preschool children. *Med Sci Sports Exerc*. 42(3):508-12.
- Painter JE, Borba CP, Hynes M, e colegas, 2008: The use of theory in health behavior research from 2000 to 2005: a systematic review. *Ann Behav Med* 2008 Jun; 35 (3): 358-62
- Parikh, T. & Stratton, G. 2011; Influence of intensity of physical activity on adiposity and cardiorespiratory fitness, in 5-18 year olds. *Sports Medicine*, 41, 477-488.
- Peterson, M. J. (2006). Epidemiologic evidence for physical activity as a preventative factor for metabolic syndrome and frailty: the health ABC study. Tese para a obtenção do grau de Doctor of Philosophy, na School of Medicine, University of North Carolina, 1- 165. Disponível na base de dados "Digital Dissertations and Theses".
- Pfeiffer KA, Mclver KL, Dowda M, Almeida MJCA, Pate RR., 2006; Validation and Calibration of the Actical Accelerometer in Preschool Children. *Med Sci Sports Exerc*. 38(1):152-7.
- Puyau MR, Adolph AL, Vohra FA, Zakeri I, Butte NF., 2004; Prediction of Activity Energy Expenditure Using Accelerometers in Children. *Med Sci Sports Exerc*.; 36(9):1625-31.
- Puyau MR, Tanaka C, Tanaka S, Kawahara J, Midorikawa T. 2007; Triaxial Accelerometry for Assessment of Physical Activity in Young Children. *Obesity (Silver Spring)*. 15(5):1233-41.
- Reilly JJ, Penpraze V, Hislop J, Davies G, Grant S, Paton JY. 2008; Objective measurement of physical activity and sedentary behaviour: Review with new data. *Arch Dis Child*., 93(7):614-9.
- Riddoch, C. J., Andersen, L. B., Wedderkopp, N., Harro, M., Klasson-Heggebo, L., Sardinha, L. B. e colegas 2004: Physical activity levels and patterns of 9- and 15-yr-old European children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 86–92.

- Riddoch CJ, Mattocks C, Deere K, Saunders J, Kirkby J, Tilling K, Leary SD, Blair SN, Ness AR. 2007; Objective measurement of levels and patterns of physical activity. *Arch Dis Child*, 92(11):963-9.
- Riddoch C. 2010; The prevalence of children's physical activity. In: Bouchard C, Katzmarzyk P.T., editors. *Physical activity and obesity*. Champaign, IL: Human Kinetics. p 44-47.
- Riumallo JA, Schoeller D, Barrera G, Gattas V, Uauy R. 1989. Energy expenditure in underweight free-living adults: impact of energy supplementation as determined by doubly labeled water and indirect calorimetry. *Am J Clin Nutr*, 49(2):239-46.
- Rodríguez DA, Brown AL, Troped PJ, 2005; Portable global positioning units to complement physical activity monitors based on accelerometry. *Medicine & Science in Sports & Exercise* (11 Suppl) S572-S581
- Rowlands, A.V., R.G. Eston, and D.K. Ingledew. 1999; The relationship between activity levels, body fat and aerobic fitness in 8–10 year old children. *J. Appl. Physiol.* 86:1428-1435.
- Rowlands, A.V., D.K. Ingledew, and R.G. Eston., 2000; The effect of type of activity measure on the relationship between body fatness and habitual physical activity in children: a meta-analysis. *Ann. Hum. Biol.* 27:479-497.
- Rowlands AV, Thomas PWM, Eston RG, Topping R. 2004; Validation of the RT3 Triaxial Accelerometer for the Assessment of Physical Activity. *Med Sci Sports Exerc.* 36(3):518-24.
- Rowlands AV, Powell SM, Humphries R, Eston RG., 2006; The effect of accelerometer epoch on physical activity output measures. *J Exerc Sci Fit.* 4(1):52-8.
- Rowlands A, Eston R.. 2007; The measurement and interpretation of children's physical activity *J Med Sci Sports* 6: 270 - 276,
- Rowlands AV. 2007; Accelerometer assessment of physical activity in children: an update. *Pediatr Exerc Sci.* 19(3):252-66.
- Ruiz JR, Ortega FB, Martinez-Gomez D, Labayen I, Moreno LA, De Bourdeaudhuij I, Manios Y, Gonzalez-Gross M, Mauro B, Molnar D and others. 2011. Objectively Measured Physical Activity and Sedentary Time in European Adolescents: The HELENA Study. *American Journal of Epidemiology*.
- Rush EC, Valencia ME, Plank LD. 2008. Validation of a 7-day physical activity diary against doubly-labelled water. *Ann Hum Biol*, 35(4):416-21.
- Sallis JF, Buono MJ, Freedson PS; 1991: Bias in estimating caloric expenditure from physical activity in children. *Sports Medicine* , 11:203-209.
- Sallis JF, Strikmiller PK, Harsha DW, Feldman HA, Ehlinger S, Stone EJ, Williston J, Woods S. 1996. Validation of interviewer- and self-administered physical activity checklists for fifth grade students. *Med Sci Sports Exerc*, 28(7):840-51.
- Sallis JF. 2000. Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. *Med Sci Sports Exerc*, 32(9):1598-600.
- Sallis JF, Saelens BE. 2000. Assessment of physical activity by self-report: status, limitations, and future directions. *Res Q Exerc Sport*, 71(2 Suppl):S1-14.
- Sardinha L., Magalhães J., (2012) Artigo Especial Comportamento Sedentário – Epidemiologia e Relevância. *Revista Factores de Risco*, 30:54-64.
- Sasaki JE, John D, Freedson PS. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. *J Sci Med Sport.* 2011;14(5):411-6.
- Schutz Y, Weinsier RL, Hunter GR. 2001. Assessment of free-living physical activity in humans: an overview of currently available and proposed new measures. *Obes Res*, 9(6):368-79.
- Seabra AF, Mendonca DM, Thomis MA, Peters TJ, Maia JA. 2008. Associations between sport participation, demographic and socio-cultural factors in Portuguese children and adolescents. *Eur J Public Health*, 18(1):25-30.
- Shephard R.J., Bouchard C. (1994) Principal components of fitness: relationship to physical activity and lifestyle. *Can J Appl Physiol*, 19(2):200-14.
- Shephard R.J., 2003; Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *Br J Sports Med.* ;37(3):197-206;
- Sherar LB1, Cumming SP, Eisenmann JC, Baxter-Jones AD, Malina RM. , 2010; Adolescent biological maturity and physical activity: biology meets behavior., *Pediatr Exerc Sci.* Aug;22(3):332-49.

- Siegel PZ, Brackbill RM, Heath GW , 1995: The epidemiology of walking for exercise: implications for promoting activity among sedentary groups. *Am J Public Health* 1995 May; 85 (5): 706-10
- Sirard JR, Trost SG, Pfeiffer KA, Dowda M, Pate RR. 2005; Calibration and Evaluation of an Objective Measure of Physical Activity in Preschool Children. *J Phys Act Health*. 2:345-57
- Sirard JR, Pate RR. 2001; Physical activity assessment in children and adolescents. *Sports Med*. 31(6):439-54.
- Speck, B. J.; Looney, S. W. (2006). Self-reported physical activity questionnaire validated by pedometer: a pilot study. *Public Health Nursing*, 23(1), 88- 94.
- Sousa, M. C. 2006; Avaliação da Actividade Física habitual em crianças e adolescentes. Contributo da Educação Física em atividades moderadas a muito vigorosas. Relação com o excesso de peso e obesidade. Dissertação de Mestrado em Desporto, área de especialização de Recreação e Lazer. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- Sousa, P. M. 2008, Relação entre a Obesidade e os dados socio-demográficos numa amostra de adolescentes. *Nursing*, 234(18), 33-40.
- Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Hergenroeder AC, Must A, Nixon PA, Pivarnik JM and others. 2005. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*, 146(6):732-7.
- Tammelin T, Ekelund U, Remes J, Nayha S. 2007. Physical activity and sedentary behaviors among Finnish youth. *Med Sci Sports Exerc*, 39(7):1067-74.
- Tanaka C, Tanaka S, Kawahara J, Midorikawa T. 2007; Triaxial Accelerometry for Assessment of Physical Activity in Young Children. *Obesity (Silver Spring)*.;15(5):1233-41.
- Tremblay MS, Willms JD,.2001;Secular trends in the body mass index of Canadian children, *CMAJ*, 164 (7): 970.
- Tremblay M. 2010. Assessing the level of sedentarism. In: Bouchard C, Katzmarzyk PT, editors. *Physical activity and obesity*. Champaign, IL: Human Kinetics. p 13-17.
- Tremblay MS, Colley RC, Saunders TJ, Healy GN, Owen N. 2010. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquée, nutrition et métabolisme*, 35(6):725-40.
- Tremblay MS, Leblanc AG, Janssen I, Kho ME, Hicks A, Murumets K, Colley RC, Duggan M. 2011. Canadian sedentary behaviour guidelines for children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab*, 36(1):59-64; 65-71.
- Trost SG. 2001. Objective measurement of physical activity in youth: current issues, future directions. *Exerc Sport Sci Rev*, 29(1):32-6.
- Troiano RP1, Berrigan D, Dodd KW, Mâsse LC, Tilert T, McDowell M., 2008; Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*.40(1):181-8.
- Troped PJ, Oliveira MS, Mathews C E, Cromley EK, Melly SJ, Craig BA, 2008; Prediction of activity mode with global positioning system and accelerometer data. *Medicine & Science in Sports*, 40 (5) 972-978.
- Trost SG., 2001; Objective measurement of physical activity in youth: current issues, future directions, *Exerc Sport Sci Rev*. 29(1):32-6.
- Trost SG, Pate RR, Sallis JF, Freedson PS, Taylor WC, Dowda M, Sirard J. 2002a. Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth. *Med Sci Sports Exerc*, 34(2):350-5.
- Trost SG, Saunders R, Ward DS. 2002b. Determinants of physical activity in middle school children. *Am J Health Behav*, 26(2):95-102.
- Trost, S.G., R.R. Pate, J.F. Sallis, e colegas, 2002; Age and gender differences in objectively measured physical activity in youth. *Med. Sci. Sports Exerc*. 34:350-355.

- Trost SG, McIver KL, Pate RR. 2005; Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med Sci Sports Exerc.* Nov;37(11 Suppl):S531-43.
- Trost SG. 2007. State of the Art Reviews: Measurement of Physical Activity in Children and Adolescents. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 1:299-314.
- Trost SG, Loprinzi PD, Moore R, Pfeiffer KA. 2011; Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. *Med Sci Sports Exerc.* 43(7):1360-8.
- Tudor-Locke C, Myers AM, Rodger NW. 2001; Development of a theory-based daily activity intervention for individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Educ* ; 27 (1): 85-93 4.
- Vale S, Santos R, Silva P, Soares-Miranda Ls, Mota J., 2009; Preschool Children Physical Activity Measurement: Importance of Epoch Length Choice. *Pediatr Exerc Sci.*, 21(4):413-20.
- Valente, H., Padez, C., Mourão, I., Rosado, V., Moreira, P. 2010. Prevalência de inadequação nutricional em crianças Portuguesas. *Acta Médica Portuguesa*; 23:365-370.
- van Cauwenberghe E, Labarque V, Trost SG, de Bourdeaudhuij I, Cardon G. 2011; Calibration and comparison of accelerometer cut points in preschool children. *Int J Pediatr Obes.* 6(2-2):e582-9.
- Vanhelst J, Beghin L, Rasoamanana P, Theunynck D, Meskini T, Iliescu C, et al. 2010; Calibration of the RT3 accelerometer for various patterns of physical activity in children and adolescents. *J Sports Sci.* 28(4):381-7.
- Vanhelst J, Beghin L, Turck D, Gottrand F. 2011; New validated thresholds for various intensities of physical activity in adolescents using the Actigraph accelerometer. *Int J Rehabil Res.* 34(2):175-7.
- Warburton D. 2010. The physical activity and exercise continuum. In: Bouchard C, Katzmarzyk PT, editors. *Physical activity and obesity*. Champaign, IL: Human Kinetics. p 7-12.
- Welk GJ, Differding JA, Thompson RW, Blair SN, Dziura J, Hart P (2000a): The utility of the Digi – walker step counter to assess daily physical activity patterns. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32 (9): S481-S488.
- Welk GJ, Blair SN, Wood K, Jones S, Thompson RW (2000b): A comparative evaluation of thrGE accelerometry based physical activity monitors. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32 (9): S489-S497.
- Welk GJ, 2005; Principles of design and analyses for the calibration of accelerometry-based activity monitors. *Med Sci Sports Exerc.* 37(Suppl 11):S501-11.
- Welk GJ, Johannsen DL, Calabro MA, Stewart J, W Franke, Rood JC, 2010; Accuracy of armband monitors for measuring daily energy expenditure in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* Nov; 42 (11): 2134-40.
- Welsman JR, Armstrong N. 1992. Daily physical activity and blood lactate indices of aerobic fitness in children. *Br J Sports Med*, 26(4):228-32.
- WHO (1999). *Definition, Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus and its complications*. Report of a WHO consultation. Genève.
- Wickel GE, Welk GJ, Eisenmann JC. 2006. Concurrent validation of the Bouchard Diary with an accelerometry-based monitor. *Med Sci Sports Exerc*, 38(2):373-9. Youth and Sports study. Na height-year follow-up study. *International Journal of Sports Medicine*, 23:S27-S31.
- Wickel E.E., Eisenmann J.C. (2007). Contribution of youth sport to total daily physical activity among 6- to 12-yr-old boys. *Med Sci Sports Exerc*, 39(9):1493-500.

### Livro:

Ainsworth BE, Montoye HJ, Leon AS 1994: The Consensus Statement. In: Bouchard, C.; Shephard, R., and Stephens, T.; Physical Activity, Fitness and health: International Proceedings and Consensus Statement. Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois.

Machado-Rodrigues, A.M. 2013: Energy expenditure, physical activity and sedentary behaviour. Coimbra 2013

Martins, R. (2006): Exercício Físico e Saúde Pública. Livros Horizonte, Lisboa

OMS, (2004); Global strategy on diet, physical activity and health. Edição, OMS 2004.

OMS, 2005. The European health report 2005: public health action for healthier children and populations, summary. Copenhagen: World Health Organization.

### Documento online:

Australian Government, National Health and Medical Research Council, Department of Health and Ageing, (2013), [http://www.nhmrc.gov.au/files/nhmrc/publications/attachments/n57\\_obesity\\_guidelines\\_130531.pdf](http://www.nhmrc.gov.au/files/nhmrc/publications/attachments/n57_obesity_guidelines_130531.pdf).

Acedido a 25 de março de 2014

CDC, Centers for Disease Control and Prevention, USA, (2012),

[http://www.cdc.gov/nchs/healthy\\_people/hp2010/hp2010\\_indicators.htm](http://www.cdc.gov/nchs/healthy_people/hp2010/hp2010_indicators.htm) Acedido a 5 de maio de 2014

Sardinha, Luís Bettencourt (2009), Orientações da união europeia para a actividade física. IDP

[http://www.idesporto.pt/ficheiros/File/Livro\\_IDPfinalJan09.pdf](http://www.idesporto.pt/ficheiros/File/Livro_IDPfinalJan09.pdf), acedido a 14 de fevereiro de 2014.

The American College of Sports Medicine, <http://exerciseismedicine.org/>, acedido a 28 de março de 2014.

The American College of Sports Medicine, 2013, Exercise is Medicine Month Toolkit,

<http://exerciseismedicine.org/makeithappen.htm>, acedido a 28 de março de 2014.

WHO (2014)- Physical activity. Fact sheet N°385 February 2014., <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/en/>.

Acedido em 15 janeiro de 2014.

WHO 2011- Global status report on noncommunicable diseases 2010. Geneva, World Health Organization, 2011.

[http://www.who.int/nmh/publications/ncd\\_report\\_full\\_en.pdf](http://www.who.int/nmh/publications/ncd_report_full_en.pdf). Acedido em 15 janeiro de 2014.

WHO (2013) Obesity and overweight. Fact sheet N°311, updated March 2013.

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>. Acedido em 15 janeiro de 2014.