



Universidade de Lisboa

Faculdade de Motricidade Humana

**Comparação dos Algoritmos de Validação do Tempo de Utilização e Tempo de
Não Utilização do ActiGraph nas Principais Variáveis do Comportamento
Sedentário**

Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em
Exercício e Saúde

Orientador: Professora Doutora Analiza Mónica Lopes Almeida Silva

Júri:

Presidente:

Professor Doutor Adilson Passos da Costa Marques

Vogais:

Professora Doutora Analiza Mónica Lopes Almeida Silva

Professor Doutor Pedro Alexandre Barracha da Guerra Júdice

Hugo Dentinho Candeias Macias
2019

Agradecimentos

A conclusão de uma tese de mestrado traduz o culminar de um ciclo de formação. Este percurso não se faz sozinho e, direta ou indiretamente, várias pessoas participam nele, mesmo que sem o saber.

Desta forma, começo por agradecer à fantástica equipa do Laboratório de Exercício e Saúde da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa. No final deste percurso, e olhando para trás, tenho a convicção de ter conseguido colocar questões a todos, tendo sempre ficado devidamente esclarecido. Gostaria no entanto de deixar um especial agradecimento à Catarina Nunes, Filipe Jesus, Gil Rosa e João Magalhães, por todo o apoio ao longo deste percurso.

Tive ainda a oportunidade de conhecer o Pedro Júdice que, além de ser uma referência no campo de investigação do comportamento sedentário, revelou ser uma pessoa extraordinária, muito acessível e sempre disponível para ajudar. O seu contributo para esta tese é inestimável. Muito obrigado Pedro!

Por fim, um agradecimento muito especial à Professora Doutora Analiza Mónica Lopes Almeida Silva que prontamente se disponibilizou para orientar a minha tese de mestrado. Agradeço toda a confiança que me foi depositada e todo o profissionalismo e rigor que caracterizou a orientação da minha tese. Muito obrigado!

Resumo

São reconhecidos os efeitos negativos do Comportamento Sedentário (CS) para a saúde. O acelerómetro *ActiGraph* (AG) tem sido amplamente usado neste campo de investigação. Diferentes algoritmos foram desenvolvidos para classificar o tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização do AG, contudo, o impacto de diferentes algoritmos nas variáveis do CS têm sido pouco explorados. Assim, o objetivo principal deste estudo foi o de comparar três algoritmos de validação nas variáveis do CS.

O estudo incluiu 92 participantes (65% homens; 22-68 anos) do Projeto *Champ4Life*. Foi utilizado o AG para comparar três algoritmos de validação: “Troiano”, “Choi” e “Troiano sem período de tolerância” (“Troiano-S/PT”).

Os resultados mostram diferenças significativas nas variáveis do CS em função do algoritmo aplicado, com o algoritmo de “Choi” a apresentar valores significativamente maiores ($p < 0.05$) no tempo total em CS, na condição “ ≥ 3 dias válidos” ($M_{\text{Choi}} = 647,98 > M_{\text{Troiano-S/PT}} = 642,68 > M_{\text{Troiano}} = 632,93 \text{ min.dia}^{-1}$) e “ ≥ 3 dias válidos, ≥ 1 dia válido de fim de semana” ($M_{\text{Choi}} = 653,68 > M_{\text{Troiano-S/PT}} = 647,38 > M_{\text{Troiano}} = 637,03 \text{ min.dia}^{-1}$).

Os resultados deste estudo sugerem poder ser mais vantajoso optar pelo algoritmo de “Choi” para análise do CS ao permitir validar um maior número de dias e incluir mais participantes no estudo.

Palavras chave: **comportamento sedentário; algoritmo de validação de Choi; algoritmo de validação de Troiano; período de tolerância; *ActiGraph*; acelerómetro.**

Abstract

Sedentary behavior (SB) negative impact on human health has been widely recognized. ActiGraph (AG) accelerometers have been extensively used throughout this research field. Different algorithms were developed in order to classify wear-time/non-wear-time for the AG, however, little is known about the impact of different algorithms in SB outcomes. Thus, the main goal of this study was to compare three validation algorithms in SB outcomes.

Ninety-two participants (65% male, aged 22-68 years) of the *Champ4Life* Project were included in this study. AG were used to compare 3 validation algorithms: “Troiano”, “Choi” e “Troiano without spike tolerance” (“Troiano-S/ST”).

Results have shown significant differences on the SB outcomes, depending on the chosen algorithm, with “Choi” presenting noteworthy higher values ($p < 0.05$) in total time spent in SB for “ ≥ 3 validated days” inclusion criterion ($M_{\text{Choi}} = 647,98 > M_{\text{Troiano-S/PT}} = 642,68 > M_{\text{Troiano}} = 632,93 \text{ min.dia}^{-1}$) and for “ ≥ 3 validated days, ≥ 1 validated day out of the weekend” inclusion criterion ($M_{\text{Choi}} = 653,68 > M_{\text{Troiano-S/PT}} = 647,38 > M_{\text{Troiano}} = 637,03 \text{ min.dia}^{-1}$).

The findings from this study suggest that choosing the “Choi” algorithm might be a better option when considering an analysis on SB that allows a higher number of days and participants to be included.

Key words: sedentary behavior; Choi validation algorithm; Troiano validation algorithm; Tolerance period; ActiGraph; acelerometer.

Índice

Tabelas e Figuras	8
Lista de Abreviaturas	10
Capítulo 1	12
Introdução.....	13
Capítulo 2	15
Revisão da Literatura.....	16
2. Comportamento Sedentário.....	16
2.1. Conceito e Definições.....	16
2.2. A Emergência do Comportamento Sedentário como Problema de Saúde Pública.....	19
2.2.1. Mortalidade e Parâmetros de Saúde Associados ao Comportamento Sedentário.....	21
2.2.2. Prevalência do Comportamento Sedentário.....	25
2.3. Instrumentos de Avaliação do Comportamento Sedentário.....	27
2.3.1. Métodos de Avaliação Subjetiva.....	29
2.3.2. Métodos de Avaliação Objetiva.....	31
2.4. <i>ActiGraph</i> – Algoritmos e Critérios Aplicados.....	38
Capítulo 3	42
3. Relevância do Estudo.....	43
Capítulo 4	45
4. Objetivo.....	46
Capítulo 5	47
5. Metodologia.....	48
5.1. Participantes.....	48
5.2. Instrumentos de Recolha de Dados.....	49
5.3. Análise Estatística.....	49

Capítulo 6	51
6. Resultados.....	52
Capítulo 7	57
7. Discussão.....	58
Capítulo 8	61
8. Conclusão.....	62
8.1. Investigações Futuras.....	62
Capítulo 9	64
9. Bibliografia.....	65

Tabelas e Figuras

Lista de Figuras

Figura 1: Ilustração do modelo conceptual final da terminologia baseada no movimento estruturada num período de 24 horas.....	17
Figura 2. <i>activPAL</i> TM . Ilustração do <i>activPAL</i> TM (<i>activPAL</i> ; PAL Technologies Ltd., Glasgow, UK), onde se pode ver a reduzida dimensão do mesmo. Imagem disponibilizada na página web da marca - http://www.palt.com/pals/	33
Figura 3. Número de participantes incluídos e excluídos no estudo. Abreviaturas: AG, <i>ActiGraph</i>	48
Figura 4. Tempo de Utilização do <i>ActiGraph</i> (min/dia), Tempo Total em CS (min/dia), Número de Períodos em CS (número/dia), Número Interrupções ao CS (número/dia), em função do algoritmo de validação aplicado e do critério de inclusão considerado. Nível de significância de 95%.	54

Lista de Tabelas

Tabela 1. Tempo médio diário acumulado em comportamento sedentário em diferentes países.....	26
Tabela 2. Amostra de Questionários do CS.	31
Tabela 3. Valores de corte com base nos Impulsos Por Minuto do eixo vertical.....	35
Tabela 4. Algoritmos de validação do tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização do <i>ActiGraph</i> aplicados em estudos do comportamento sedentário.....	40
Tabela 5. Algoritmos de validação do tempo de não utilização considerados no presente estudo.	44
Tabela 6. Número de participantes incluídos e excluídos, média e desvio padrão do número de dias válidos, soma do número de dias válidos da amostra, em função do algoritmo de validação e critério de inclusão aplicado.	52

Tabela 7. Diferenças no Tempo de utilização do AG, Tempo total em CS, Número de ICS, Número de PCS e Número de dias válidos, em função do algoritmo de validação do tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização do AG aplicado, nas condições “S/FDS” e “C/FDS”.....53

Tabela 8. Diferenças no Tempo de utilização do ActiGraph, Tempo total em comportamento sedentário, Número de períodos em comportamento sedentário e Número de interrupções ao comportamento sedentário, em dias de semana e dias de fim de semana, com recurso a 3 algoritmos de validação do tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização do ActiGraph.....56

Lista de Abreviaturas

AF	Atividade Física
AG	<i>ActiGraph</i>
AP	<i>ActivPAL</i>
CCI	Coefficiente de Correlação Intraclasse
CS	Comportamento Sedentário
DCV	Doenças Cardiovasculares
DE	Dispêndio Energético
DTM2	Diabetes Mellitus Tipo II
FC	Frequência Cardíaca
HOMA-IR	Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance
IC	Intervalo de Confiança
ICS	Interrupções ao Comportamento Sedentário
IMC	Índice de Massa Corporal
IPM	Impulsos Por Minuto
MGN	Metabolismo Glicémico Normal
MGC	Metabolismo Glicémico Comprometido
OR	Odds Ratio
PDA	Personal Digital Assistant
PC	Perímetro da Cintura
PCS	Períodos em CS
RR	Risco Relativo
R	Coefficiente de Correlação
SM	Síndrome Metabólica

SBRN	Sedentary Behaviour Research Network
TNU	Tempo de Não Utilização
TTS	Tempo Total em Comportamento Sedentário
TV	Televisão

CAPÍTULO 1

Introdução

Introdução

O advento tecnológico que tem marcado as últimas décadas tem sido acompanhado por uma redução significativa do Dispendio Energético (DE) nas atividades profissionais (Church, et al., 2011). Os indicadores são alarmantes observando-se que, a nível global, as pessoas despendem a maior parte do seu tempo acordado em Comportamento Sedentário (CS) (Matthews *et al.*, 2008; Løyen, van der Ploeg, Bauman, Brug, & Lakerveld, 2016). Este padrão de comportamento mais sedentário tem sido associado a vários parâmetros deletérios de saúde (*e.g.*, Campbell *et al.*, 2018; Rezende, Rey-López, Matsudo, & Luiz, 2014-a; Wirth *et al.*, 2017; Wu, Han, Luo, Hu, & Sun, 2017) e a um risco acrescido de morte por todas as causas, sendo estas associações independentes dos níveis de Atividade Física (AF) (*e.g.*, Biswas *et al.*, 2015; Diaz *et al.*, 2017; Ekelund *et al.*, 2016; Ku, Steptoe, Liao, Hsueh, & Chen, 2019).

No que respeita ao campo de investigação do CS, observa-se que mais recentemente a recolha de dados tem sido maioritariamente realizada com recurso a instrumentos que permitem obter medidas mais objetivas do CS. Entre estes instrumentos, os acelerómetros *ActiGraph* (AG) têm sido extensamente usados pela comunidade científica no estudo do CS. De uma forma simplista, o AG regista todos os movimentos realizados pelo homem ao longo de um determinado período de tempo (*e.g.*, um dia; uma semana). Através de algoritmos específicos, e valores de corte estabelecidos, toda a informação registada pelo AG é filtrada e disponibilizada ao investigador, fornecendo-lhe dados objetivos do tempo alocado a cada nível de atividade (*e.g.*, em AF de intensidade leve; em CS). Entre os algoritmos tipicamente aplicados, encontram-se os algoritmos de validação do “tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização” do AG, tendo Troiano *et al.* (2008) validado um dos primeiros algoritmos que ainda hoje é recorrentemente usado. Posteriormente, Choi, Liu, Matthews, & Buchowski (2011) validou um novo algoritmo reportando um menor erro de classificação do “tempo-de-utilização” do AG comparativamente ao algoritmo de “Troiano”. No entanto, observa-se que diferentes algoritmos têm sido aplicados na investigação do CS, com o impacto nas principais variáveis do CS quando são selecionados algoritmos de validação distintos, uma questão pouco explorada.

Este estudo pretende assim dar resposta a esta questão, sendo comparados três algoritmos de validação do “tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização” e o seu impacto nas principais variáveis do CS.

Estrutura do trabalho

Esta tese é composta por nove capítulos, correspondendo o primeiro à *Introdução*. O segundo capítulo – *Revisão da Literatura* – apresenta conceitos fundamentais à compreensão da temática em estudo e faz uma abordagem ao panorama global do campo de investigação do CS, destacando as associações que têm sido observadas entre o CS e saúde, e principal metodologia que tem sido aplicada pelos investigadores. O terceiro capítulo fundamenta a *Relevância* deste trabalho tendo em conta lacunas que foram encontradas na revisão da literatura. O quarto capítulo estabelece os *Objetivos* deste estudo. O quinto capítulo descreve toda a metodologia que foi adotada, caracterizando a amostra que serviu à investigação, instrumentos de recolha de dados e análise estatística que foi conduzida. O capítulo sexto expõe os principais *Resultados* obtidos neste estudo. O capítulo sétimo dedica-se à *Discussão* dos resultados, sendo ainda apresentadas as limitações identificadas nesta investigação. O capítulo oitavo sumaria as principais conclusões deste estudo, sugerindo novas temáticas para investigações futuras. O último capítulo apresenta todas as referências bibliográficas que apoiaram a presente investigação.

CAPÍTULO 2

Revisão de Literatura

Revisão da Literatura

2. Comportamento Sedentário

2.1. Conceito e Definições

O conceito de CS é comumente entendido como estar muito tempo sentado. Várias tarefas da vida diária são habitualmente realizadas nesta posição como ver televisão (TV), trabalhar ao computador, ler um livro ou andar de carro. No entanto, entender o CS pelo cumprimento exclusivo do critério “estar sentado” mostra-se redutor visto ser possível adotar comportamentos com custos energéticos e respostas metabólicas completamente distintas enquanto permanecemos nesta posição (*e.g.*, dormir *vs.* ler um livro *vs.* realizar AF). Não obstante, podemos observar que a interpretação do CS nem sempre foi consensual: Morris and Crawford (1958) usaram o termo “sedentário” para se referir às atividades profissionais classificadas como fisicamente inativas; Owen and Bauman (1992) consideraram “sedentários” quem realizava pouca ou nenhuma AF; Chastin and Granat (2010) definiram CS como todas as atividades realizadas em qualquer posição que não em pé; Chastin and Greig (2012) consideraram CS como o tempo passado sentado ou deitado; Tremblay, Colley, Saunders, Healy, and Owen (2010) observaram o CS com base no valor de corte $\leq 1,5$ equivalentes metabólicos (METs).

Perante o exposto, um conjunto alargado de investigadores e especialistas – *Sedentary Behaviour Research Network* (SBRN) – estabeleceram recentemente um consenso internacional para a definição de CS e terminologia que tem sido aplicada neste campo de investigação (SBRN, 2019-a; Tremblay *et al.*, 2017). Deste modo, o SBRN estabeleceu que três critérios teriam que ser cumpridos para se considerar CS, designadamente: 1) estar acordado; 2) estar numa posição sentada, reclinada ou deitada; 3) o DE ser $\leq 1,5$ METs (SBRN, 2019-a; Tremblay *et al.*, 2017). A este respeito, o modelo conceptual final da terminologia aplicada ao CS proposto pelo SBRN (ver Figura 1.; pág.17), ilustra de uma forma clara porque é relevante observar simultaneamente a posição do corpo, o DE e o estado de vigília (neste caso, acordado ou a dormir). Por outro lado, este modelo conceptual levanta outra questão relevante no estudo do CS: sendo o tempo de um dia finito (24 horas), significa que qualquer alteração ao tempo em CS conduzirá sempre a alterações no tempo na dimensão AF e/ou sono. A este respeito, vários estudos foram conduzidos tendo por objetivo a substituição do tempo passado em CS

por tempo em pé ou em AF (e.g., Júdice, Hamilton, Sardinha, & Silva, 2015-a; Rossen *et al.*, 2017; Shrestha *et al.*, 2018).

Não obstante o exposto, atualmente o CS tem sido entendido como um domínio independente da AF (e.g., Brocklebank, Falconer, Page, Perry, & Cooper, 2015; Weimo & Neville, 2017; Biswas *et al.*, 2015). Esta independência foi sustentada pela observação de que os efeitos prejudiciais do CS para a saúde são mantidos após ajustamento para a AF (e.g., Biswas *et al.*, 2015; Brocklebank *et al.*, 2015; Koster *et al.*, 2012). A relevância prática desta observação pode ser justificada pela hipótese de um indivíduo poder ser considerado suficientemente ativo (por seguir as recomendações nacionais/internacionais para a AF) e simultaneamente despender a maior parte do tempo que está acordado em CS. No entanto, o domínio CS carece ainda da determinação de um critério que permita classificar uma pessoa como “sedentária” ou “não sedentária”, tal como o estabelecido para a AF (ACSM, 2017).

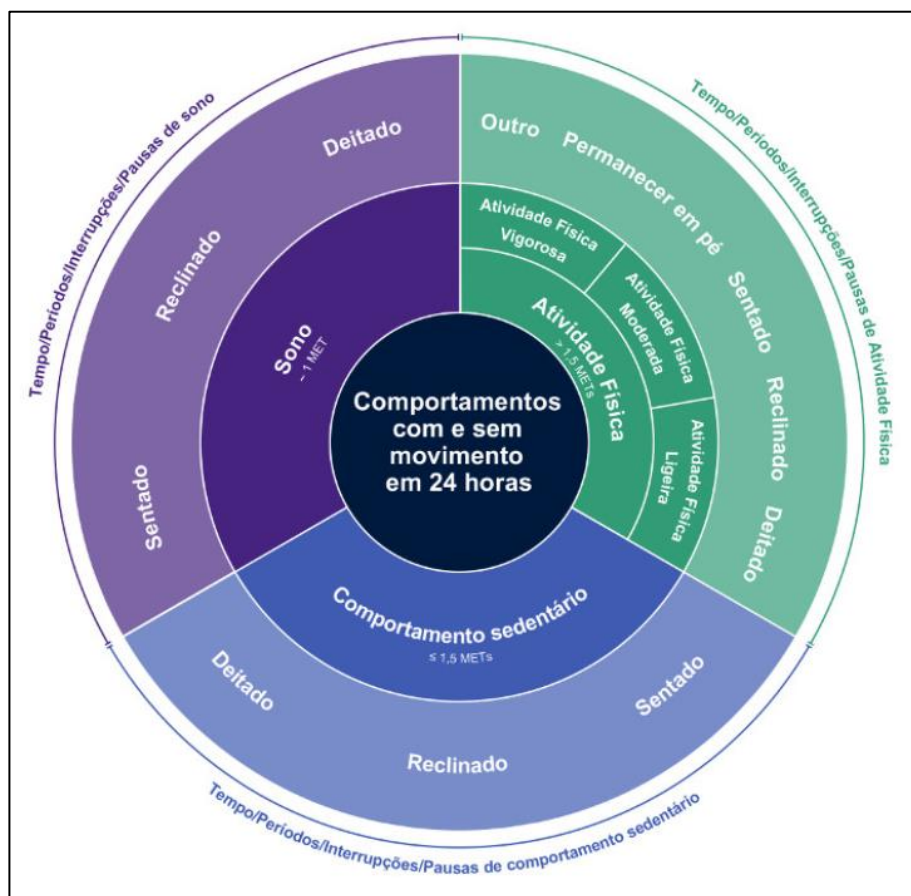


Figura 1. Ilustração do modelo conceitual final da terminologia baseada no movimento estruturada num período de 24 horas. A figura organiza os movimentos que ocorrem ao longo do dia em duas componentes: o anel interno representa as principais categorias de comportamento usando o dispêndio energético. O anel externo apresenta categorias gerais baseadas na postura. A proporção de espaço nesta figura ocupada por cada comportamento não é prescritiva do tempo que deve ser gasto nestes comportamentos em cada dia” (SBRN, 2019; Tremblay *et al.*, 2017).

No que respeita à terminologia específica que tem sido aplicada no domínio do CS, alguns termos foram clarificados pelo SBRN, destacando-se os seguintes:

- **Padrão de Comportamento Sedentário** – “forma como o comportamento sedentário é acumulado ao longo do dia ou da semana, enquanto acordado (por exemplo, o tempo, a duração e a frequência dos períodos e intervalos de comportamento sedentário)” (SBRN, 2019-a; Tremblay *et al.*, 2017);
- **Comportamento Estacionário** – “qualquer comportamento executado enquanto deitado, reclinado, sentado ou em pé, sem deambular e enquanto acordado, independentemente do dispêndio energético” (SBRN, 2019-a; Tremblay *et al.*, 2017);
- **Tempo de Ecrã** – “tempo passado em comportamentos em frente a um ecrã. Esses comportamentos podem ser sedentários ou fisicamente ativos” (SBRN, 2019-a; Tremblay *et al.*, 2017).

Mais recentemente, vários estudos têm sido publicados com a análise da variável “Interrupções ao CS” (ICS) (*e.g.*, Bailey, Charman, Ploetz, Savory, & Kerr, 2017; Júdice *et al.*, 2015-a; Júdice, Silva, Santos, Baptista, & Sardinha, 2015-c; Saunders *et al.*, 2013). O conceito pretende refletir genericamente as interrupções ao CS que são observadas ao longo do dia (Júdice *et al.*, 2015-a; Saunders *et al.*, 2013). O estudo desta dimensão do CS contribuiu para a observação de que para um mesmo volume de tempo acumulado em CS num dia (tempo total em CS), poderiam ser observados padrões distintos de CS. Desta forma, em função de um maior ou menor número de ICS para um mesmo volume de tempo em CS, os indivíduos poderiam apresentar um padrão de CS *Breaker* ou *Prolonguer*, respetivamente (SBRN, 2019-a; Tremblay *et al.*, 2017).

Outra dimensão do CS que tem emergido diz respeito aos períodos de tempo mantidos em CS – adiante designado apenas por “Períodos em CS” (PCS) –, que podem ser mais prolongados no tempo ou de curta duração. A definição atualmente existente, foi estabelecida para estudos com crianças e considera PCS como um período mínimo de tempo passado em CS de forma ininterrupta, sem tolerância para qualquer interrupção do CS, mesmo que pequena (Altenburg & Chinapaw, 2015; Tremblay *et al.*, 2017). No entanto, observa-se que diferentes critérios têm sido usados na análise dos PCS. Por um lado, um Rossen *et al.* (2017), num estudo realizado com idosos, define PCS como todos os períodos de tempo em CS >60 min, tendo estabelecido uma tolerância de interrupção de <1 minuto. O mesmo estudo (Rossen *et al.*, 2017)

conduziu uma análise exploratória com PCS >20 min. e PCS >40 min. (não sendo especificado se para estes PCS seriam considerados ou não períodos de tolerância). Outro estudo realizado com adultos (Healy, Winkler, Brakenridge, Reeves, & Eakin, 2015-a), analisou os PCS como “Prolongados” (PCS \geq 30 min.) e “Não-Prolongados” (PCS<30 min.), não especificando os critérios estabelecidos para a sua análise (*e.g.*, se foram considerados períodos de tolerância). Por outro lado, um estudo realizado com crianças (10-14 anos de idade) considerou PCS “Prolongados” quando \geq 20 min de CS ininterrupto (Bailey *et al.*, 2017). Outro estudo realizado com adultos (Boyle, Vallance, Buman, & Lynch, 2017), analisaram o CS fragmentando em 2 intervalos – “Prolongado” (\geq 20 min., sem tolerância para qualquer interrupção) e “Não-Prolongado” (<20 min).

É ainda possível observar outros estudos que estabeleceram outros intervalos de tempo para os PCS, fragmentando mais ou menos o tempo, designadamente: Honda *et al.* (2016) definiu 2 intervalos de PCS (>30min e <30 min); Júdice *et al.* (2015-a) definiu 5 intervalos de PCS (5<min<10, 10< min<20, 20< min<30, 30< min<60, >60min); enquanto Diaz *et al.* (2017) definiu 9 intervalos de PCS (>1min., \geq 5min, \geq 10min, \geq 20min, \geq 30min, \geq 40min, \geq 50min, \geq 60min, \geq 90min).

2.2. A Emergência do Comportamento Sedentário como Problema de Saúde Pública

A maior exposição ao CS tem sido associado a um maior risco de morte por todas as causas (*e.g.*, Biswas *et al.*, 2015; Diaz *et al.*, 2017; Ekelund *et al.*, 2016; Ku *et al.*, 2019) e vários parâmetros deletérios de saúde (*e.g.*, Campbell *et al.*, 2018; Rezende, Rey-López, Matsudo, & Luiz, 2014-a; Wirth *et al.*, 2017; Wu, Han, Luo, Hu, & Sun, 2017). Por outro lado, a prevalência do CS tem sido crescente ao longo dos últimos 50 anos (Church *et al.*, 2011), sendo hoje “comum” despender a maior parte do tempo acordado em tarefas sedentárias (Matthews *et al.*, 2008; Loyen *et al.*, 2016). Este padrão de comportamento é transversal às várias faixas etárias (*e.g.*, Arundell, Fletcher, Salmon, Veitch, & Hinkley, 2016; Harvey, Chastin, & Skelton, 2013; Matthews *et al.*, 2008), com alguns estudos a reportarem médias em crianças (dos 9 aos 11 anos de idade) de >13 horas/dia em CS (Wafa *et al.*, 2016) e >11,8 \pm 3,46 horas/dia de CS em estudantes universitários (Moulin & Irwin, 2017).

Ao longo das últimas décadas tem sido emergente o número de publicações a reportarem uma excessiva exposição ao CS (Matthews *et al.*, 2008; Loyen *et al.*, 2016) com inúmeras

associações adversas sendo observadas (e.g., Wirth *et al.*, 2017; Campbell *et al.*, 2018; Wu *et al.*, 2017; Rezende *et al.*, 2014-a). O CS tem assim emergido como um problema de saúde pública, sendo esta situação evidenciada pelo crescente número de ações de sensibilização pública como é exemplo o movimento “*Move More, Sit Less*” (Bluearth, s.d.; HFA, s.d.; CCS, s.d.), e por uma maior exposição mediática do tema – “*Sitting is Killing You*” (revista *Los Angeles Times*) (Park, 2014); “*What a bummer! Prolonged sitting is shortening our lives, experts say*” (revista *New York Daily News*) (Ross, 2013). A última revisão das diretrizes internacionais para a AF – “*2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee*” (King & Powell, 2018) – sugere que se evite passar períodos prolongados de tempo contínuo sentado. Não obstante, as intervenções que têm sido conduzidas com vista à redução do CS têm-se revelado pouco eficazes a longo prazo (Direito, Carraça, Rawstorn, Whittaker, & Maddisin, 2017; Shrestha *et al.*, 2018). A este respeito, Weimo & Neville (2017) defendem que as sociedades modernas convidam ao CS, existindo convenções sociais que determinam que a norma é estar sentado quando estamos em determinados contextos (e.g., sala de aula; restaurante; cinema). Os recursos tecnológicos são hoje uma realidade ubíqua e cada vez mais potenciadora do CS ao trazer os serviços e entretenimento para a esfera virtual, tal como expresso por Ryan, Williams, Patrick and Deci (2009):

“Humans are often described as ‘active organisms’, and while that may be ideally true it is often not an accurate description of modern persons. Whereas our long-ago ancestors may have been required to get up and move people in modern cultures are often required to do just the opposite: to sit still. (...) And whereas in past times one typically had to go out to find excitement, today excitement is often vicarious or virtual – it is found in movies, video games, and popular websites, all accessible while seated”

Por uma questão meramente metodológica e didática, o presente capítulo será seguidamente sub-dividido em dois sub-temas. Desta forma, enquanto o primeiro – “Comportamento Sedentário – Mortalidade e Parâmetros de Saúde” apresentará as principais associações que têm sido encontradas entre CS, mortalidade, biomarcadores cardiometabólicos e outros parâmetros deletérios de saúde, o segundo – “Prevalência do Comportamento Sedentário” – fará uma breve exposição da prevalência do CS a nível global e nacional.

2.2.1. Mortalidade e Parâmetros de Saúde Associados ao Comportamento Sedentário

Morris and Crawford (1958) conduziram um dos primeiros estudos epidemiológicos onde observaram uma maior incidência de mortes por Doenças Cardiovasculares (DCV) em atividades profissionais mais sedentárias – “light jobs” (e.g., condutores de autocarro; secretários) – comparativamente a outras atividades profissionais fisicamente ativas – “active/heavy jobs” (e.g., revisores, carteiros). Desde então uma maior exposição ao CS tem sido associado a um maior Risco Relativo (RR) de mortes por todas as causas (RR: 1,240; Intervalo de Confiança (IC) 95%: 1,090-1,410), DCV (RR: 1,179; IC 95%: 1,106-1,257), cancro (RR: 1,130; IC 95%: 1,053-1,213) e Diabetes *Mellitus* Tipo II (DTM2) (RR: 1,910; IC 95%: 1,642-2,222) (Biswas *et al.*, 2015). Várias revisões sistemáticas de estudos prospetivos têm observado associações consistentes entre o tempo passado em CS e um maior risco de morte por todas as causas e morte por DCV, independentemente dos níveis de AF e Índice de Massa Corporal (IMC) (e.g., Grøntved & Hu, 2011; Proper, Singh, van Mechelen, & Chinapaw, 2011; Thorp, Owen, Neuhaus, & Dunstan, 2011; Wilmot *et al.*, 2012).

Pavey, Peeters and Brown (2015), num estudo prospetivo de corte realizado com 6.656 mulheres idosas, observou haver um efeito dose-resposta entre o tempo sentado e risco de morte por todas as causas. Comparativamente ao grupo de menor exposição ao tempo sentado (<4h/dia), os grupos mais expostos ao CS (8-11h/dia e >11h/dia sentado) apresentam um RR acrescido de morte por todas as causas (45% e 65%, respetivamente) (Pavey *et al.*, 2015).

Outro estudo conduzido com uma amostra representativa de adultos da comunidade hispânica residente nos Estados Unidos da América (n=12.083), avaliou de forma objetiva o CS e recolheu vários biomarcadores cardiometabólicos (Qi *et al.*, 2015). Após ajustamento para a AF moderada a vigorosa e outras variáveis de confundimento, a maior exposição ao CS estava associada a uma redução sérica das lipoproteínas de alta densidade ($p=0,04$), elevação dos níveis séricos de triglicéridos, glucose de 2 horas, insulina de jejum e *Homeostatic Model Assessment of Insulin Resistance* (HOMA-IR) (todos, $p=0.0001$) (Qi *et al.*, 2015). Estudos anteriores baseados em medidas subjetivas do CS (e.g., tempo de TV, tempo de ecrã, tempo sentado) em idosos, encontraram associações prejudiciais entre mais tempo despendido em CS e parâmetros cardiometabólicos (e.g., Gao, Nelson, & Tucker, 2007; Gardiner *et al.*, 2011-b; Gennuso, Gangnon, Matthews, Thraen-Borowski, & Colbert, 2013). No entanto, uma revisão sistemática de estudos que analisaram as associações entre CS e vários parâmetros de saúde, evidencia haver associações contraditórias ao nível do perfil lipídico, hipertensão arterial e perfil glicémico (Rezende, Lopes, Rey-López, Matsudo, & Luiz, 2014-b). Uma revisão

sistemática mais recente (Wirth *et al.*, 2017) corrobora esta contradição das associações encontradas entre diferentes estudos ao nível dos biomarcadores lipídicos e glicémicos, acrescentando que estas associações são maioritariamente não significativas quando o desenho do estudo é do tipo pragmático randomizado (Wirth *et al.*, 2017).

Por outro lado, as associações entre maior exposição ao CS e um maior risco de ter obesidade central têm-se revelado mais consensuais entre os estudos, quer em adultos e idosos (*e.g.*, Campbell *et al.*, 2018; Rezende *et al.*, 2014-b; Wirth *et al.*, 2017), quer em crianças (Carson *et al.*, 2016). Uma revisão sistemática conduzida por Wirth *et al.* (2017) apresenta associações estatisticamente significativas ao nível do IMC (em 9 de 15 estudos) e do Perímetro da Cintura (PC) (em 8 de 15 estudos). A respeito do PC, tem sido sugerido um efeito dose-resposta entre o tempo despendido em CS e o PC (*e.g.*, Gennuso *et al.*, 2013; Stamatakis, Davis, Stathi, & Hamer, 2012; Tigbe, Granat, Sattar, & Sattar, 2017). Outra revisão sistemática com meta-análise dos dados (Campbell *et al.*, 2018), sugere que por cada hora/dia acrescida em CS (entre *Baseline* e *follow-up* 5 anos depois) está associada a um aumento do PC de 0,02mm (IC 95%: 0,01–0,04; $p=0,001$). O risco de vir a ter excesso de peso ou tornar-se obeso é 33% maior [*Odds Ratio* (OR): 1,33; IC 95%: 1,11-1,60; $p=0,001$] para quem despende mais tempo em CS, comparativamente a quem despende menos tempo (Campbell *et al.*, 2018).

Não obstante, uma revisão sistemática de revisões sistemáticas com meta-análise dos dados (Biddle, García Bengoechea, & Wiesner, 2017), que estudaram as relações entre CS e adiposidade em crianças e adolescentes, recomendam prudência na interpretação destas relações visto estas serem maioritariamente observadas em estudos de corte e com medidas subjetivas do CS (*e.g.*, tempo de TV), sendo menos consistentes em estudos longitudinais (Biddle *et al.*, 2017). Apesar da observação de um pequeno efeito de dose-resposta entre CS e adiposidade, não existe evidência para o estabelecimento de uma relação causal entre CS e adiposidade em crianças e adolescentes (Biddle *et al.*, 2017).

Tendo por base medidas subjetivas do CS, têm sido estabelecidas associações entre mais tempo passado a ver TV e uma dieta considerada menos saudável (*e.g.*, menor ingestão de frutas e vegetais com maior consumo de alimentos densamente energéticos e de bebidas açucaradas) (Hobbs, Pearson, Foster, & Biddle, 2015; Pearson & Biddle, 2011). Estas associações poderão explicar, pelo menos em parte, as associações que têm sido encontradas entre tempo a ver TV e piores parâmetros de composição corporal (Tremblay *et al.*, 2011-a). A maior exposição à TV tem sido também associada a uma mais baixa autoestima (Tremblay *et al.*, 2011-a) e piores indicadores de saúde mental (incluindo: hiperatividade, problemas de atenção, mal-estar

psicológico e percepção de pior qualidade de vida) de acordo com resultados encontrados numa recente revisão sistemática (Suchert, Hanewinkel, & Isensee, 2015). De uma forma genérica, o tempo despendido a ver TV (enquanto medida estimativa do CS) tem sido associado a piores indicadores de saúde (Carson *et al.*, 2016; Ekelund *et al.*, 2016; Ford & Caspersen, 2012). Tendo em conta o exposto, e atendendo à elevada prevalência observada em adolescentes no que respeita ao tempo passado a ver TV (58.8%; IC 95%: 49,4-68,0) e tempo de ecrãs (70.9%; IC 95%: 65,5-76,1) (Schaan *et al.*, 2018), têm emergido orientações que recomendam um limite máximo de 2 horas diárias para o tempo de ecrãs (American Government, 2012; Tremblay *et al.*, 2011-b).

Não obstante alguma contradição entre as associações encontradas entre CS e alguns biomarcadores cardiometabólicos, estudos suportados com medidas subjetivas (Gao *et al.*, 2007; Gardiner *et al.*, 2011-b) e medidas objetivas do CS (Mitchell, Smith, Rowlands, Parfitt, & Dollman, 2018; van der Berg *et al.*, 2016) têm encontrado associações consistentes entre CS e Síndrome Metabólica (SM). O termo “Síndrome Metabólica” tem sido usado para classificar os indivíduos que agregam simultaneamente vários fatores de risco para DCV e DTM2 (designadamente, obesidade central, dislipidemia, disglucemia, hipertensão arterial) (IDF, s.d.), sendo estimado que 25% da população mundial tenha este síndrome (IDF, s.d.). Van der Berg *et al.* (2016) reporta que por cada hora adicionada ao CS observa-se um aumento de 39% do risco de ter SM. Outro estudo recente (Mitchell *et al.*, 2018), tendo por base medidas objetivas do CS, observou que os períodos prolongados em CS (>30 min) são preditores de SM, sendo estas associações independentes da AF moderada a vigorosa. Uma recente revisão sistemática (Amirfaiz & Shahril, 2019) encontrou associações positivas entre o tempo total despendido em CS e SM. Um estudo anterior (Bankoski *et al.*, 2011), tendo por base dados recolhidos por acelerometria de 1.367 homens e mulheres (≥ 60 anos de idade), reporta que os participantes sem SM, comparativamente aos participantes com SM, apresentam uma maior proporção de tempo despendido em CS (67,3 vs. 62,2%, relativo ao tempo de utilização do acelerómetro), passam em média maiores períodos contínuos em CS (conceito de conceito de “Período em CS” (PCS)) (17,7 vs. 16,7 min.) e interrompem menos vezes o CS (conceito de ICS) (82,3 vs. 86,7 ICS), ajustado para sexo e idade (todos, $p < 0,01$). Uma maior percentagem de tempo em CS e um menor número de ICS estão associados a um significativo aumento do risco de ter SM após se ajustar para a idade, sexo, etnia, nível de escolaridade, consumo de álcool, tabaco, IMC, DTM2, DCV e AF (Bankoski *et al.*, 2011).

De acordo com a *American Diabetes Association* (ADA, s.d.), em 2015, mais de 30 milhões de americanos (aproximadamente 9% da população) eram portadores de diabetes *mellitus*. A Organização Mundial de Saúde estima que, a nível global, 422 milhões de pessoas tenham esta patologia e que 1.6 milhões de mortes foram causadas em 2016 diretamente devido à diabetes *mellitus* (WHO, 2018). Têm sido observadas associações positivas e significativas entre CS e DTM2 em adultos, independentemente da AF (e.g., Biswas *et al.*, 2015; Grøntved *et al.*, 2011; Rezende *et al.*, 2014-b; Thorp *et al.*, 2011; Wilmot *et al.*, 2012). Duas revisões sistemáticas com meta análise de dados (Grøntved *et al.*, 2011; Wilmot *et al.*, 2012), onde foram incluídos estudos de corte e prospetivos com medidas subjetivas do CS, reportam um RR aumentado de 120% (RR, 2.12; IC 95%, 1.61–2.78) e 20% (RR, 1.20; IC 95%, 1.14–1.27), respetivamente. Um estudo mais recente (van der Berg *et al.*, 2016), avaliou o CS de 2.497 adultos (idade média 60.0 ± 8.1 anos; 52% homens) com recurso a um acelerómetro *activPAL* (AP). Os participantes foram categorizados em três grupos, designadamente: com Metabolismo Glicémico Normal (MGN); com Metabolismo Glicémico Comprometido (MGC); com DMT2 (van der Berg *et al.*, 2016). Interessante observar que foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para o tempo acumulado em CS entre os grupos, sendo maior no grupo com DMT2 (64,5% do tempo acordado), seguindo-se o grupo com MGC (60% do tempo acordado) e grupo com MGN (57,6%, do tempo acordado) (van der Berg *et al.*, 2016). Após ajustar para todas as variáveis de confundimento (idade, sexo, nível de escolaridade, tempo acordado, tabaco, consumo de álcool, estado de saúde, limitações de mobilidade, AF moderada a vigorosa, ICS, PCS \geq 30 min., tempo médio em PCS), por cada hora adicional de CS observa-se um risco aumentado de 22% (OR: 1,22; IC 95%: 1,13– 1,32) (van der Berg *et al.*, 2016). Um estudo realizado com 801 participantes aparentemente saudáveis (idades entre 30 e 60 anos), com medidas objetivas do CS, observou que o tempo total em CS é inversamente associado à sensibilidade à insulina (Balkau *et al.*, 2008). Outros estudos têm reportado associações entre CS e resistência à insulina (Healy, Matthews, Dunstan, Winkler, & Owen, 2011-a; Schmidt, Cleland, Thomson, Dwyer, & Venn, 2008).

A maior exposição ao CS tem sido também associada ao cancro, sendo estimado que 18 milhões de pessoas em todo o Mundo tenham cancro (excluindo-se o cancro de pele não melanoma) (WCRF & AICR, s.d.). Apesar de a etiologia do cancro ser complexa e multifatorial, tem sido hipotetizado que a adiposidade, resistência à insulina e inflamação, podem ser fatores potenciadores do desenvolvimento de alguns tipos de cancros (Lynch, 2010; Weimo *et al.*, 2017). Tendo em conta que o CS tem sido associado à adiposidade (Biddle *et al.*,

2017; Wijndaele *et al.*, 2010), resistência à insulina (*e.g.*, Balkau *et al.*, 2008; Healy *et al.*, 2011-b; Schmidt *et al.*, 2008) e inflamação (Healy *et al.*, 2011-b), tem sido defendido a existência de plausibilidade biológica na relação entre CS e cancro, podendo o CS potenciar o desenvolvimento de alguns cancros (Weimo *et al.*, 2017).

Uma meta-análise de estudos prospetivos (Shen *et al.*, 2014), onde foram incluídos na análise 857.581 participantes e 18.553 casos de cancro, reporta um risco aumentado de cancro (RR: 1,20; IC 95%: 1,12–1,28) para níveis de exposição ao CS mais elevados. Uma análise por subgrupos apresentou associações significativas entre CS e alguns tipos de cancro – cancro do endométrio (RR: 1,28; IC 95%: 1,08–1,53); cancro colorretal (RR: 1,30; IC 95%: 1,12–1,49); cancro da mama (RR: 1,17; IC 95%=1,03–1,33); cancro do pulmão (RR: 1,27; IC 95%: 1,06–1,52) (Shen *et al.*, 2014). Outra meta-análise de dados de estudos observacionais (Cong *et al.*, 2014), reporta que o CS está associado ao cancro do cólon (RR: 1,30; IC 95%: 1,22-1,39), no entanto não se observam associações estatisticamente significativas com o cancro rectal (RR: 1,05; IC 95%: 0,98-1,13).

De uma forma genérica, a maior exposição ao CS tem sido associada a um pior estado de saúde. Não obstante a dificuldade em se estabelecerem relações causais entre CS e vários parâmetros alterados de saúde, as associações deletérias que têm sido observadas ao nível da composição corporal (Campbell *et al.*, 2018; Rezende *et al.*, 2014-b; Wirth *et al.*, 2017), metabolismo (Healy *et al.*, 2011-b; van der Berg *et al.*, 2016), sintomas de depressão (Raudsepp, 2016), distúrbios do sono (Yang, Shin, & An, 2017), maior ansiedade (Edwards, & Loprinzi, 2016) menor densidade mineral óssea no fémur e ancas (Chastin, Mandrichenko, Helbostadt, & Skelton, 2014); maior desconforto em portadores de fibromialgia (Ellingson, Shields, Stegner, & Cook, 2012); pior desempenho em testes funcionais de velocidade e de força de pernas em adultos e idosos com osteoartrite (Lee *et al.*, 2016).

2.2.2. Prevalência do Comportamento Sedentário

A exposição excessiva ao CS tem sido observada quer em países desenvolvidos, quer países em desenvolvimento (ver Tabela 1; página 26). Não obstante haver uma tendência para um aumento do tempo passado em CS ao longo da vida (Matthews *et al.*, 2008), com os idosos a ocuparem entre 62% e 86% do tempo em tarefas sedentárias (Gorman *et al.*, 2013), a maior alocação do tempo acordado em CS tem sido também observada em estudantes universitários

(>60% do tempo em CS) (Oyeyemi, Muhammed, Oyeyemi, & Adegoke, 2017; Moulin *et al.*, 2017), crianças (>64% do tempo em CS) (Baddou *et al.*, 2018; Bailey *et al.*, 2017) e em adultos com baixo estatuto socio-económico (75%-90% do tempo em CS) (Hooker *et al.*, 2016).

Tabela 1. Tempo médio diário acumulado em comportamento sedentário em diferentes países.

País	Tempo em CS	Referência
Inglaterra, Portugal, Noruega, Suécia.	<u>Adultos:</u> 8.5 h/d 23% passa > 10h/d	(Loyen <i>et al.</i> , 2017)
Reino Unido	<u>10 - 14 anos:</u> >8 h/d	(Bailey <i>et al.</i> , 2017)
Estados Unidos da América	<u>Adultos:</u> 69.1%* passa >7.5 h/d 31.4%* passa >9 h/d	(Evenson, Wen, & Herring, 2015)
Canada	<u>3 - 5 anos:</u> >7 h/d <u>Universitários:</u> 11.8±3.46** h/d	(Garriguet <i>et al.</i> , 2016) (Moulin <i>et al.</i> , 2017)
Brasil	<u>Adultos:</u> 5.8±4.5** h/d	(Mielke, Silva, Owen, & Hallal, 2014)
China	<u>Adultos:</u> >10 h/d	(Ma, Yuan, Fan, Luo, & Wen, 2018)
Malásia	<u>9 - 11 anos:</u> >13 h/d	(Wafa <i>et al.</i> , 2016)
Marrocos	<u>9 - 12 anos:</u> >9 h/d	(Baddou <i>et al.</i> , 2018)
Nigéria	<u>Universitários:</u> >7.5 h/d	(Oyeyemi <i>et al.</i> , 2017)

*Percentagem da população. ** Média ± desvio padrão.

De acordo com dados fornecidos pelo *Observatório Nacional de Actividade Física e Desporto* (Baptista *et al.*, 2012), a população portuguesa, em média, passa mais de 9 horas em CS. Este estudo (Baptista *et al.*, 2012) corrobora os resultados observados por Matthews *et al.* (2008) no que respeita a um aumento do tempo em CS ao longo da vida (*e.g.*, para o sexo masculino: jovens 531±105min/dia; adultos 586±93min/dia; idosos 602±115min/dia; sendo estas diferenças estatisticamente significativas $p < 0,001$. Valores apresentados em média diária ± desvio padrão).

O estudo conduzido por Church *et al.* (2011), sugere haver uma tendência para um aumento das atividades profissionais mais sedentárias no sector privado (classificadas por DE) <2.0 METs) com uma redução significativa das atividades profissionais caracterizadas por DE

≥ 3.0 METs, tendo estimado que no decurso das últimas 5 décadas houve uma redução de >100 Kcal/dia do DE em atividade profissional. Tendo em conta o peso médio de 76,9 kg ao *Baseline* (1960-02), foi estimado que uma redução de 142 kcal/dia resultaria num aumento do peso de 89,7 kg (que é valor muito aproximado à média de 91,8 kg avaliada no “2003-06 National Health and Nutrition Examination Survey”) (Church *et al.*, 2011). Esta questão revela-se importante na medida em que mais de 70% do tempo total no trabalho é passado sentado (Ryan, Dall, Granat, & Grant, 2011; Thorp, *et al.*, 2012), aliado ao facto de a maioria das pessoas passar a maior parte do dia no trabalho (>40 horas/semana) (Kivimäki *et al.*, 2015).

Perante o exposto, um crescente número de estudos tem investigado os efeitos da redução do CS, tendo sido encontradas associações favoráveis com a substituição do CS por tempo de AF (Healy, Winkler, Owen, Anuradha, & Dunstan, 2015-b) ou por tempo em AF (Buman *et al.*, 2014). Controversamente, as intervenções que têm sido realizadas com vista à alteração do CS têm-se revelado difíceis (Júdice *et al.*, 2015-a; Chau *et al.*, 2016). A este respeito, Shrestha *et al.* (2018) conduziu uma revisão sistemática com meta-análise de intervenções realizadas com adultos e idosos, tendo concluído que a alteração do CS pode ser eficaz a curto e médio prazo, mas a longo prazo as diferenças são pouco significativas. A modificação do CS tem apresentado resultados igualmente pouco significativos a longo prazo em intervenções randomizadas controladas que recorreram a programas suportados por tecnologia “*mHealth*” (Direito *et al.*, 2017).

2.3. Instrumentos de Avaliação do Comportamento Sedentário

Tendo em conta a definição de CS estabelecida pelo *Sedentary Behaviour Research Network* (SBRN) – “Comportamento sedentário é qualquer comportamento caracterizado por um DE $\leq 1,5$ equivalentes metabólicos (METs), enquanto acordado numa posição sentada, reclinada ou deitada.” (Tremblay *et al.*, 2017) – uma avaliação fiável e válida do CS implica a observação simultânea do estado de vigília (“*estar acordado*”), da posição do corpo (“*estar numa posição sentada, reclinada ou deitada*”) e do DE (“*DE $\leq 1,5$ equivalentes metabólicos (METs)*”). No entanto, não existe ainda um instrumento capaz de avaliar simultaneamente as três dimensões de uma forma objetiva, precisa e válida (Weimo *et al.*, 2017). A resposta a este problema poderia passar pela combinação de diferentes instrumentos de avaliação de modo a colmatar as limitações características de cada um (Healy *et al.*, 2011-a; Lubans *et al.*, 2011). Contudo, constrangimentos ao nível dos recursos disponíveis poderão inviabilizar esta prática.

Por outro lado, mesmo dispondo de todos os recursos, os objetivos e características do projeto de investigação podem determinar que o método mais adequado (melhor relação custo-benefício) passe, por hipótese, pelo recurso a um instrumento de avaliação (*e.g.*, questionário) em detrimento de outros (*e.g.*, acelerómetro e inclinómetro).

É assim possível encontrar estudos observacionais de corte ao nível da população que recorreram a questionários para avaliar o CS (*e.g.*, Bauman *et al.*, 2011; Herman & Saunders, 2016; Lopes *et al.*, 2017; Strain, Kelly, Mutrie, & Fitzsimons, 2018) e outros que recorreram a acelerómetros (*e.g.*, Baptista *et al.*, 2012; Brocklebank *et al.*, 2015; Matthews *et al.*, 2008).

Atualmente, a avaliação do CS pode ser realizada com recurso a medidas subjetivas e/ou objetivas do CS. Dentro das medidas subjetivas, os questionários têm sido os instrumentos mais usados para estimar diferentes dimensões do CS (*e.g.*, Bauman *et al.*, 2011; Herman *et al.*, 2016; Lopes *et al.*, 2017; Strain *et al.*, 2018). Por outro lado, os instrumentos de avaliação objetiva do CS mais usados têm sido os acelerómetros (*e.g.*, Baptista *et al.*, 2012; Brocklebank *et al.*, 2015; Matthews *et al.*, 2008) e os inclinómetros (*e.g.*, Craft *et al.*, 2012; Júdice *et al.*, 2015-a; Healy *et al.*, 2016; Merchant *et al.*, 2015). Outros estudos têm optado por combinar medidas subjetivas e objetivas do CS (Headley *et al.*, 2018; Rosenberg *et al.*, 2015).

O instrumento de avaliação deverá encontrar-se validado para as variáveis a que se propõe analisar. A validação de um instrumento é obtida através da confrontação dos resultados obtidos por esse instrumento com os resultados observados com um método de referência. O método de referência “*Gold Standard*” da avaliação do CS é a partir da “observação direta” com medição simultânea do DE por calorimetria indireta (Weimo *et al.*, 2017). No entanto, por ser um método moroso, dispendioso e invasivo, outros instrumentos já validados (*e.g.*, AG, AP) têm servido como métodos de referência para validação de instrumentos (Clark *et al.*, 2013; Craig *et al.*, 2003; Rosenberg, Bull, Marshall, Sallis, & Bauman, 2008). De uma forma simplista, a validação de um instrumento pressupõe que este se mostre válido (ao medir aquilo que se propõe medir) e fiável (ao apresentar consistência de resultados entre testes) na mensuração de determinada variável. A validade pode ser interpretada pelo nível de correlação observado (coeficiente de correlação (r)) entre o instrumento e o método de referência considerado. Não existe um consenso estabelecido para o valor de corte do r , no entanto, quanto mais próximo do valor 1 estiver, maior será a concordância entre os dois instrumentos, pelo que maior será a sua validade (Lubans *et al.*, 2011). O critério fiabilidade do instrumento, é habitualmente estabelecido pela interpretação do Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) (que indica o nível de concordância entre dois

testes) e *Cronbach's α* (que afere a consistência interna), tendo-se estabelecido que qualquer valor acima de 0,75 é “excelente”, entre 0,60 e 0,74 é “bom”, entre 0,40 e 0,59 é “moderado” e abaixo de 0,40 é “baixo”) (Cicchetti, 1994; Prince, LeBlanc, Colley, & Saunders, 2017).

Segundo Healy *et al.* (2011-a) um método avaliação ideal do CS deve ser: “válido e fiável para diferentes grupos e populações; distinguir entre sono, reclinado, sentado e em pé; distinguir diferentes contextos e tipos de CS; ser barato, pouco invasivo, e permitir que seja usado por períodos contínuos e prolongados de tempo; produzir dados que sejam facilmente analisados e interpretados, e que possam ser acedidos em tempo real”. No entanto, não existe ainda um método/instrumento de avaliação “ideal”, tendo cada um vantagens e limitações que devem ser ponderadas na avaliação do CS.

Têm sido reportadas diferenças no tempo em CS quando este é avaliado através de questionários ou por acelerometria (Stamatakis *et al.*, 2012; Vancampfort, Mugisha, De Hert, Probst, & Stubbs, 2017). A este respeito, Stamatakis *et al.* (2012) observou haver associações deletérias entre medidas subjetivas do CS e IMC, colesterol total/HDL-c e diabetes *mellitus*, no entanto, quando foram consideradas medidas objetivas do CS, as associações foram apenas observadas com o perímetro da cintura.

2.3.1. Métodos de Avaliação Subjetiva

Num primeiro momento, a comunidade científica avaliou o CS predominantemente com recurso à aplicação de questionários e diários (Morris *et al.*, 1958; Paffenbarger, Lee, & Kampert, 1997). Sensivelmente no início do século XXI, começaram a ser cada vez mais usados instrumentos que permitiam obter medidas objetivas do CS. Contudo, observa-se que os questionários continuam a ser um recurso recorrentemente usado para estimar subjetivamente o CS (*e.g.*, Bauman *et al.*, 2011; Herman *et al.*, 2016; Lopes *et al.*, 2017; Strain *et al.*, 2018). Uma das razões para a sua utilização prende-se com o facto de continuarem a ser um método económico, rápido, não invasivo e com maior alcance, sendo por isso um método muito aplicado em estudos epidemiológicos (Bauman *et al.*, 2011; Lopes *et al.*, 2017). Por outro lado, os instrumentos de medidas objetivas ainda não permitem distinguir o contexto (*e.g.*, trabalho/escola, lazer, casa) e o tipo de CS (*e.g.*, ler, ver TV, conduzir) (Healy *et al.*, 2011-a; Prince *et al.*, 2017). Esta questão torna-se relevante perante a observação de que determinados tipos de CS (*e.g.*, tempo de ecrãs) podem ter associações mais deletérias com vários parâmetros de saúde do que outros (*e.g.*, ler um livro) (Carson *et al.*, 2016). Apesar da falta de evidência científica a este respeito, a observação de um potencial efeito protetor dos livros para a saúde

(RR = 0,80, $p < 0,0001$) (Slade & Levy, 2016) é um argumento a favor da análise do contexto e tipo de CS.

No que respeita à validade e fiabilidade dos questionários que avaliam o CS, uma recente revisão sistemática de Prince *et al.* (2017) reporta que os questionários, genericamente são fiáveis (critérios de fiabilidade entre “bom” e “excelente”), contudo apresentam “baixa” a “moderada” validade. Outra revisão sistemática conclui que, de 46 questionários incluídos, nenhum foi considerado válido e fiável simultaneamente (Hidding, Altenburg, Mokkink, Terwee, & Chinapaw, 2017). Atendendo ao exposto, a validade pode ser entendida como uma limitação na generalidade dos questionários que avaliam o CS. Outras limitações devem ser também consideradas, como: possível erro de interpretação das questões colocadas; possível viés nos resultados reportados devido a estereótipos considerados mais “corretos” ou “saudáveis”; dificuldade em recordar com precisão acontecimentos passados.

Não obstante, os questionários continuam a ser uma importante ferramenta na investigação do CS, sendo sugerido a combinação de medidas subjetivas e objetivas na avaliação do CS (Headley *et al.*, 2018; Healy *et al.*, 2011-a; Lubans *et al.*, 2011; Rosenberg *et al.*, 2015).

A maioria dos questionários atualmente validados para o estudo do CS (disponibilizados *online* pelo SBRN – www.sedentarybehaviour.org) podem ser preenchidos pelo próprio inquirido (ou por entrevista pessoal/telefone) reportando habitualmente ao tempo passado em CS no dia(s) anterior(es). O número de questões (de 2 a 300) (Weimo *et al.*, 2017), e as dimensões do CS questionadas variam muito, pelo que a escolha do questionário deverá ser criteriosa de modo a melhor servir a investigação.

A Tabela 2 (pag. 31) ilustra as diferenças de uma amostra de questionários amplamente usados no estudo do CS.

Tabela 2. Amostra de Questionários do CS.

“International Physical Activity Questionnaire”	
Período	Dia típico de semana
Variáveis	TTS em diferentes contextos
Validação	Validado com AG. Validade ($r=0.34$); Fiabilidade ($r=0.81$) (Craig <i>et al.</i> , 2003; Rosenberg <i>et al.</i> , 2008)
“Workplace Sitting Time Questionnaire”	
Período	Dia típico de trabalho e dias livres, respeitante à semana anterior
Variáveis	TTS e ICS em diferentes contextos e atividades
Validação	Validado com AG. Validade (homens, $r=0.18-0.29$; mulheres; $r=0.22-0.46$)*; Fiabilidade – TTS de moderada e excelente (CCI=0.46-0.90) ($r=0.81$); TTS em contextos específicos é fiável (CCI=0.63) e válido ($r=0.45$) (SBRN, 2019-b)
“Self-Reported Sedentary Time Questionnaire”	
Período	Semana anterior
Variáveis	TTS ou reclinado durante períodos de lazer
Validação	Validado com AG. Tempo total sentado – Validade [$r=0.30$, 95% IC (0.02, 0.54)]; Fiabilidade [$r=0.56$, 95% IC (0.33, 0.73)] (Gardiner <i>et al.</i> , 2011-a)
“Past-Day Adults’s Sedentary Questionnaire”	
Período	Dia anterior
Variáveis	TTS ou reclinado em contextos e atividades
Validação	Validado com AP e AG. Validade – AP [$r=0.58$, 95% IC (0.40, 0.72)], ActivGrapg [$r=0.51$, 95% IC (0.29, 0.68)]; Fiabilidade [CCI=0.50, 95% IC (0.32, 0.64)] (Clark <i>et al.</i> , 2013)
“Sedentary Behavior Questionnaire”	
Período	Dia típico de semana e de fim de semana
Variáveis	TTS em casa e no trabalho em diferentes contextos e atividades
Validação	Validado com AG e IPAQ (Rosenberg, Norman, Wagner, & Patrick, 2010). Fiabilidade aceitável para todos os itens (CCI = 0.51-0.93) (SBRN, 2019-b)
“SIT Q-7d”	
Período	Média da semana e fim de semana durante os últimos 7 dias
Variáveis	Tempo CS e tempo de sono; ICS
Validação	Validado com AP. Validade ($r=0.37$); Fiabilidade [CCI=0.53, 95% IC (0.44, 0.62)]

Abreviaturas: TTS, Tempo Total Sentado; ICS, Interrupções ao CS; CCI, Coeficiente de Correlação Intraclases; IC, Intervalo de Confiança; r , coeficiente de correlação de Spearman’s.

Adaptado de Weimo *et al.* (2017) (pg, 167 - Table 13.1. Characteristics of Sedentary Behavior Questionnaires; pg, 171 Table 13.2., Measurement Qualities of a Sample of Sedentary Behavior Questionnaire) e SBRN - *Sedentary Behaviour Questionnaires*, disponível online: <https://www.sedentarybehaviour.org/sedentary-behaviour-questionnaires/>

2.3.2. Métodos de Avaliação Objetiva

Comparativamente aos questionários, os métodos de avaliação objetiva do CS permitem a recolha de medidas mais precisas e em tempo real do tempo passado em CS, colmatando as principais limitações dos métodos de avaliação subjetiva. Não obstante, cada método/instrumento apresenta um conjunto de características que se refletem ao nível das vantagens e limitações, devendo estas ser ponderadas.

Métodos de Referência – Observação Direta

A observação direta do CS com mensuração do DE por calorimetria indirecta é considerado o método de avaliação *Gold Standard* do CS (Dowd, Harrington, & Donnelly, 2012; Weimo *et al.*, 2017). Outros estudos (*e.g.*, Aminian & Hinckson, 2012; Kozey-Keadle, Libertine, Lyden, Staudenmayer, & Freedson, 2011; Lyden, Kozey-Keadle, Staudenmayer, & Freedson, 2013) usaram a observação direta (sem análise do DE) como critério de referência na avaliação do tempo total em CS e ICS. Tipicamente, uma equipa de observadores registam num equipamento eletrónico (*Personal Digital Assistant* (PDA)) todas as transições de posição (sentado/em pé) dos participantes. Sempre que o observador regista uma transição no PDA, o tempo mantido em cada posição é automaticamente contabilizado para posterior tratamento e análise dos dados. Atendendo a limitações de ordem pragmáticas (*e.g.*, difícil de aplicar com amostras de maior dimensão; necessidade de uma equipa de observadores treinados; difícil avaliar o CS além do espaço/contexto onde está a decorrer a observação), a aplicação deste método na investigação do CS tem servido sobretudo para validar outros métodos e instrumentos de avaliação do CS.

ActivPAL - Inclínómetro

O AP (ver Figura 2.; pág. 33) tem demonstrado ser um método válido para determinar o tempo total em CS e transições de postura (sentado/em pé) (*e.g.*, Aminian *et al.*, 2012; Kozey-Keadle *et al.*, 2011; Lyden *et al.*, 2013). Tendo por critério de referência a observação direta, foi observada uma correlação perfeita ($r = 0,99 \pm 0,01$) na avaliação das transições de posição (sentado/em pé) (Aminian *et al.*, 2012). Outro estudo (Dowd *et al.*, 2012), reporta níveis de concordância (entre AP e observação direta) de 100%, 98,1% e 99,2% para o tempo sentado, tempo em pé e tempo a andar, respetivamente. Grant and Granat (2006), com base numa análise *Bland and Altman* entre o AP e a observação direta, reportam diferenças percentuais médias de 0,19% (IC: -0,68% a 1,06%), -0,27% (IC: -1,38% a 0,84%) e -2,0% (IC -16,1% a 12,1%) para os tempos totais sentado, em pé e a andar, respetivamente. No entanto, a sua validade fica comprometida para detetar passos dados a velocidades muito baixas (*i.e.*, <0,5 m/s) (Stansfield, Hajarnis, & Sudarshan, 2015).

Atendendo ao exposto, e de acordo com dados fornecidos pela base de dados *Scopus*, o recurso ao AP no estudo da AF e CS tem crescido rapidamente (460% entre 2008 e 2014) (Edwardson *et al.*, 2017). A sua utilização tem sido recorrente em estudos observacionais (Craft *et al.*, 2012; Headley *et al.*, 2018) e estudos experimentais (*e.g.*, Aadahl *et al.*, 2014; Dunstan *et al.*, 2013; Healy *et al.*, 2016; Júdice *et al.*, 2015-a; Rosenberg *et al.*, 2015).

As principais limitações do AP prendem-se com a falta de informação relativa ao tipo e contexto do CS registado, e por não ser capaz de determinar com precisão o estado de vigília (acordado/dormir) e DE (a este respeito, recorde-se os três critérios estabelecidos pelo SBRN para o CS: 1- estar acordado; 2- posição deitada, sentada ou reclinada; 3- $DE \leq 1,5METs$. Dos três critérios, o AP apenas consegue determinar com precisão a posição corporal).

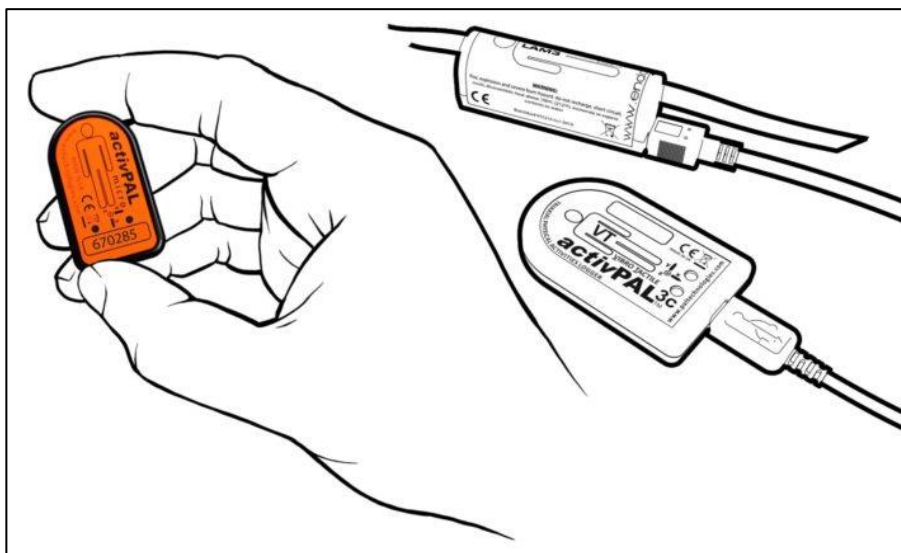


Figura 2. *activPAL*TM. Ilustração do *activPAL*TM (*activPAL*; PAL Technologies Ltd., Glasgow, UK), onde se pode ver a reduzida dimensão do mesmo. Imagem disponibilizada na página web da marca - <http://www.palt.com/pals/>.

O AP (Pal Technologies Ltd., Glasgow, UK) é um pequeno aparelho eletrónico (dimensões: $5 \times 3,5 \times 0,7$ cm; peso: 20 g) que é usado por baixo da roupa. O aparelho é fixado diretamente na parte anterior da coxa com auxílio de uma banda adesiva antialérgica. O aparelho possui micro-sensores de movimento que permitem determinar a posição do corpo (deitado, sentado, em pé) tendo em conta a inclinação do aparelho (inclinómetro). Os microprocessadores registam assim o tempo passado em cada posição e respetivas transições de posição. Componentes de acelerometria permitem recolher também informações do número de passos dados e cadência dos mesmos. Os dados são posteriormente processados num software da marca (*activPAL* v6.1.2.17, PAL Technologies Ltd., Glasgow, UK), onde é possível aceder a toda a informação que foi registada.

Acelerómetros - ActiGraph

Apesar da elevada precisão do AP em mensurar o CS (tempo total em CS; número e tempo em cada BST) em contexto da vida diária, os acelerómetros têm sido extensamente usados no campo de investigação do CS (*e.g.*, Baptista *et al.*, 2012; Kriska *et al.*, 2013; Matthews *et al.*, 2008). Tratam-se de pequenos aparelhos que podem ser facilmente usados em contexto da vida diária, permitindo o registo de vários dias contínuos. Tipicamente, o acelerómetro é acoplado a um cinto elástico de modo a ser usado à cintura (sensivelmente sobre a crista ílíaca do lado direito), sendo apenas retirado para dormir e em atividades que envolvam água (*e.g.*, tomar banho; nadar). Durante o período de utilização, micro-sensores de movimento captam todas as acelerações do movimento sendo estas filtradas e convertidas num valor numérico designado por “Impulso”. Este processo é realizado automaticamente tendo por base algoritmos próprios da marca. Os impulsos registados são habitualmente tratados na forma de “Impulsos Por Minuto” (IPM), sendo este o parâmetro considerado para determinar a intensidade do movimento de acordo com os valores de corte que forem estabelecidos. Troiano *et al.* (2008) estabeleceu um valor de corte para o CS de <100 IPM (ver Tabela 3; pag.35), sendo este o valor de corte mais aplicado entre estudos (Baptista *et al.*, 2012; Bakrania *et al.*, 2016; Evenson *et al.*, 2015; Gorman *et al.*, 2013). Não obstante, uma revisão sistemática conduzida com publicações que analisaram a AF e CS em idosos (Gorman *et al.*, 2013) reporta que o valor de corte para o CS varia entre 50 e 500 IPM, sendo que 26 (de 36 publicações que reportam valor de corte para o CS) estabeleceram <100 IPM como critério para o CS. Em crianças, este valor de corte apresenta um intervalo maior (<40 IPM e <1100 IPM) (Elmesmari, Martin, Reilly, & Paton, 2018). Um estudo de validação do AP e AG GT3X, conduzido com adultos com excesso de peso e fisicamente inativos, conclui que o valor de corte de <150 IPM poderá ser mais apropriado no estudo do CS visto ser aquele que apresentou um menor viés (sobreestimação de 1,8% do tempo em CS) (Kozey-Keadle *et al.*, 2011). Não obstante, os mesmos autores (Kozey-Keadle *et al.*, 2011) entendem que é aceitável o valor de corte de <100 IPM (sobreestimação de 4,9% o tempo em CS).

Apesar da extensa utilização dos AG para análise do CS, observa-se que as questões relacionadas com a validade e fiabilidade destes instrumentos na mensuração do CS não são mencionadas na maioria dos estudos (*e.g.*, Healy *et al.*, 2015-a; Matthews *et al.*, 2008; Vallance, Buman, Stevinson, & Lynch, 2015). A justificação desta omissão poderá residir no facto de os estudos de validação do AG serem relativamente recentes. A este respeito, é interessante observar que apenas 1 estudo (de 11 que analisaram a validade do AG para estimar o CS em

idosos) reportam valores de validade e fiabilidade simultaneamente (Heesch, Hill, Aguilar-Farias, van Uffelen, & Pavey, 2018).

Tabela 3. Valores de corte com base nos Impulsos Por Minuto do eixo vertical.

Nível de Intensidade	IPM	METs
Sedentário	<100	<1,6
AF Leve	100-2019	1,6-2,9
AF Moderada	2020-5998	3-5,9
AF Vigorosa	≥5999	≥6

Abreviaturas: AF, atividade física; IPM, impulsos por minuto; METs, equivalentes metabólicos. Adaptado de Troiano *et al.* (2008) e Batista *et al.* (2012)

Recentemente, Júdice, Santos, Hamilton, Sardinha, & Silva (2015-b) conduziu um estudo de validação do AG GT3X, tendo por critério de referência o AP. Neste estudo, foram analisados todos os critérios de validade e fiabilidade do AG, tendo sido observada uma precisão de 0,84 e validade de 0,66 na estimação do tempo em CS. No entanto, o AG sobreestimou o tempo em CS (*bias*=135 min.) (Júdice *et al.* 2015-b). Estudos anteriores observaram o mesmo comportamento, com o AG a sobreestimar o tempo em CS (Kozey-Keadle *et al.*, 2011). Interessante notar que há uma tendência para uma maior sobreestimação do tempo em CS para os níveis mais baixos de CS, observando-se uma melhor concordância entre os métodos para os níveis mais elevados de CS (Júdice *et al.*, 2015-b). Desta forma, o AG poderá não ser preciso para avaliar alterações do tempo em CS ao longo do tempo (Júdice *et al.*, 2015-b).

No que respeita à validade e fiabilidade do AG na determinação de transições de posição (sentado/em pé), este demonstra menor validade (*Concordance Correlation Coefficient* =0,03) e fiabilidade ($r=0,28$) (Júdice *et al.*, 2015-b). Esta observação vem confirmar que o AG não é preciso na estimação do número de ICS (Berendsen *et al.*, 2014; Kozey-Keadle *et al.*, 2011).

De referir, que têm sido reportados dados contraditórios no que respeita à validação do AG para análise do CS, com estudos a observarem concordância entre o AG e critério de referência na determinação do tempo em CS (Dowd *et al.*, 2012; Swartz, Rote, Cho, Welch, & Strath, 2014) e outros a reportarem baixos níveis de concordância entre os métodos (Ryde, Gilson, Suppini, & Brown, 2012).

A análise do CS com recurso ao AG apresenta algumas limitações que devem ser consideradas, designadamente: 1) o CS é registado com base apenas nos IPM (*e.g.*, <100 IPM) registados o que pode conduzir a classificações erróneas do CS ao não considerar a postura nem

o DE (e.g., atividades realizadas em pé numa posição estacionária serão erroneamente classificadas como CS, bem como tarefas fisicamente mais exigentes realizadas com os membros superiores enquanto se está sentado – >1.5METs); 2) o acelerómetro é retirado para realizar atividades que envolvam água, conduzindo redução do tempo total registado acordado; 3) a marca recorre a algoritmos próprios para filtrar e tratar o registo dos acelerómetros; 4) o AG não permite especificar o tipo e contexto do CS. As vantagens do AG prendem-se com o facto de serem financeiramente mais acessíveis do que outros instrumentos de avaliação objetiva, não serem invasivos e serem fáceis de usar. Outro aspeto que merece ser destacado com uma vantagem indireta, prende-se com o crescente número de estudos que têm analisado o CS com recurso ao AG ao longo das últimas 2 décadas, potenciando a condução de meta-análise de dados do CS.

Sensores de Movimento e Fisiológicos

Uma das limitações dos sensores de movimento (e.g., AP; AG) prende-se com a sua inabilidade para estimar com precisão o DE, o que pode conduzir a uma classificação menos precisa do CS.

Outra questão que se levanta quando se recorre ao AP ou AG é a de se conseguir determinar com precisão o que são períodos de não utilização. Têm sido estabelecidos critérios para definir o tempo de não utilização, contudo estes critérios não são consensuais (Bailey *et al.*, 2017; Evenson *et al.*, 2015). Independentemente do critério adotado para determinar o tempo de não utilização, este terá que partir sempre da observação de um determinado período de zero IPM contínuos, assumindo-se desta forma que a ausência de registo de impulsos pelo sensor de movimento significa que o aparelho não foi usado. No entanto, este pressuposto pode não ser sempre válido podendo conduzir a uma sobreestimação dos resultados (registos de CS quando na verdade o aparelho não estava a ser usado) ou subestimação (registo de tempo de não utilização quando na verdade era CS).

Apesar de menos recorrente, o cardio-frequencímetro tem sido um instrumento usado na estimação do CS (Helmerhorst, Wijndaele, Brage, Wareham, & Ekelund, 2009). Este método permite determinar com maior precisão o tempo de utilização a partir da observação de registos de Frequência Cardíaca (FC). Por outro lado, caracteriza o CS com base na estimação do DE ($CS \leq 1.5METs$). Tendo por base a relação direta e proporcional observada entre FC e DE, este método estima o DE com recurso a cálculos que consideram a FC como parâmetro principal. A limitação deste método prende-se a possibilidade de classificar erroneamente o CS em situações

em que a variação da FC não se traduz em maior ou menor atividade (*e.g.*, um susto pode despoletar uma resposta adrenérgica suficiente para elevar a FC e conseqüentemente conduzir a que o DE seja estimado como >1.5METs).

Desta forma, um aparelho que estime o DE com base em multi-sensores que combinem registos de FC com dados de acelerometria, pode ultrapassar as limitações observadas (Atkin *et al.*, 2012). O *Actiheart* (Actiheart, CamNtech Limited, UK) utiliza a FC e a acelerometria para estimar o DE em atividade variando o peso atribuído a cada um dos parâmetros (FC e acelerómetro) em função da ponderação observada. Assim, quando ambos os parâmetros são baixos, o acelerómetro tem maior peso para a estimação do DE; enquanto que, quando ambos os parâmetros são elevados, a FC passa a contribuir com maior peso na estimação do DE. De modo a minimizar a influência da elevação da FC não derivada da AF, o peso deste parâmetro é reduzido quando se observa a elevação da FC sem um aumento correspondente do número de impulsos (Júdice *et al.*, 2015-b).

Tendo como critério de referência o AP, o Actiheart subestima o tempo em CS (*bias*= -156 min) e sobreestima o número de BST (*bias*= 235) (Júdice *et al.*, 2015-b). Em comparação com o AP, o Actiheart demonstrou ser menos preciso e menos válido do que o AG na estimação do tempo em CS e número de ICS (Júdice *et al.*, 2015-b).

O SenseWear Armband (BodyMedia Inc., Pittsburgh, PA), através de multi-sensores integrados, mensura em tempo real a aceleração do movimento humano e parâmetros fisiológicos como a temperatura da pele, fluxo de calor e resposta galvânica da pele. Com base em algoritmos próprios da marca que combinam informações demográficas do avaliado (género, idade, altura, peso), dados fornecidos pelos sensores de movimento e de calor em simultâneo, é estimado o DE. O instrumento tem demonstrado ser válido na estimação do DE em diferentes atividades (Bhammar, Sawyer, Tucker, Lee, & Gaesser, 2016; Colbert, Mathews, Havighurst, Kim, & Schoeller, 2012). O SenseWear Armband demonstrou ser válido na estimação do DE em 4 atividades consideradas sedentárias (sentado a descansar; a conduzir um carro de golf; sentado a ver TV; sentado a ler) (Dudley, Bassett, John, & Crouter, 2012). No entanto, o SenseWear Armband não consegue determinar a posição do corpo sendo possível classificar a posição em pé estacionária ou andar a velocidades muito baixas como CS (Reece, Barry, Fuller, & Caputo, 2015).

Uma limitação comum aos cardio-frequencímetros, Actiheart e SenseWear Armband prende-se com a sua inabilidade para classificar posturas (sentado/em pé) o que pode conduzir a uma má classificação do CS.

2.4. *ActiGraph* – Algoritmos e Critérios Aplicados

Tipicamente a recolha de dados com recurso ao AG é realizada sobre 7 dias (*e.g.*, Bakrania *et al.*, 2016; Healy *et al.*, 2015-a; Vallance *et al.*, 2015), incluindo dias de semana e de fim de semana. Não obstante, duas revisões sistemáticas (Elmesmari *et al.*, 2018; Gorman, *et al.*, 2013) reportam que o período de recolha nos estudos incluídos (26 e 59 publicações, respetivamente) variam entre 4 e 21 dias. A este respeito, foi sugerido que 5 dias estimaria de uma forma válida o tempo médio passado em CS em idosos (Hart, Swartz, Cashin, & Strath, 2011). Outro estudo (Aadland & Ylvisåker, 2015), reporta que o número de dias válidos necessários para se obter uma fiabilidade de 0,80 varia em função do tipo de análise do CS que se pretende efetuar (6-8 dias para análise percentual do CS; 13-16 dias para análise de valores absolutos do CS). Não obstante, tem prevalecido o critério de ≥ 3 -5 dias válidos para inclusão na análise dos dados (*e.g.*, Bakrania *et al.*, 2016; Evenson *et al.*, 2015; Gorman *et al.*, 2013). Por outro lado, alguns estudos têm estabelecido como critério de inclusão apresentar, entre os dias válidos, pelo menos 1 dia de fim de semana (*e.g.*, Baptista *et al.*, 2012; García-Hermoso *et al.*, 2015-a; O'Connell, Griffiths, & Cledes, 2014; Shakir, Coates, Olds, Rowlands, & Tsiros, 2018). No entanto, observa-se que outros estudos são omissos quanto à aplicação deste critério (*e.g.*, Del Pozo-Cruz *et al.*, 2017; Edwards *et al.*, 2016; Song *et al.*, 2018), tendo Wilson *et al.* (2019) estabelecido como critério de inclusão apresentar ≥ 4 dias válidos, independentemente de estes serem dias de semana ou de fim de semana.

Comumente, considera-se um dia como válido quando apresenta pelo menos 600 minutos (10 horas) de tempo de utilização (*e.g.*, Baptista *et al.*, 2012; Dohrn, Kwak, Oja, Sjöström, & Hagströmer, 2018; Vallance *et al.*, 2015). Não obstante, outros critérios têm sido aplicados – *e.g.*, ≥ 480 min/dia de tempo de utilização (Del Pozo-Cruz *et al.*, 2017); ≥ 600 min/dia em pelo menos 3 dias de semana e ≥ 480 min/dia de tempo de utilização em pelo menos 1 dia de fim de semana (Figueiró *et al.*, 2019). A este respeito, tendo por base registos de 87 participantes que usaram um AG durante 21 dias, foi observada uma redução do número total de dias válidos (1423, 1222 e 947) à medida que são considerados critérios de validação mais exigentes (≥ 8 , ≥ 10 e ≥ 12 horas/dia, respetivamente) (Aadland *et al.*, 2015).

A validação do “tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização” do AG é conduzida com recurso a algoritmos especificamente desenvolvidos para esse efeito. De uma forma sumária, estes algoritmos classificam como “tempo-de-utilização” os períodos de tempo em que se observam registos contínuos no eixo vertical do AG e “tempo-de-não-utilização” os períodos

sem registos neste eixo. Tipicamente, a análise dos dados é efetuada sob o “tempo-de-utilização”, excluindo-se todo o “tempo-de-não-utilização”.

Tendo por base dados recolhidos pelo *National Health and Nutrition Examination Survey – 2003-2004*, Matthews *et al.* (2008) e Troiano *et al.* (2008) desenvolveram um algoritmo de validação do “tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização” do acelerómetro. Este algoritmo (adiante designado apenas por “Troiano”), classifica como “tempo-de-não-utilização” todos os períodos com ≥ 60 minutos de zero IPM consecutivos, permitindo uma tolerância de 2 minutos com registos < 100 IPM (conceito de “período de tolerância” ou “*Spike Tolerance*”). Este “período de tolerância” aplicado por Matthews *et al.* (2008) e Troiano *et al.* (2008) permite que pequenos registos (desde que < 100 IPM e < 2 min) possam ser observados no eixo vertical do acelerómetro sem interromper o ciclo dos 60 min de zeros IPM contínuos, considerando que registos com estas características decorrem de movimentos artificiais (*e.g.*, a transição do acelerómetro da mesa de cabeceira para uma gaveta). Este algoritmo (Troiano *et al.*, 2008) tem sido amplamente aplicado em estudos de corte (*e.g.*, Dohrn *et al.*, 2018; García-Hermoso *et al.*, 2015; Kehler *et al.*, 2018) e em estudos experimentais (Edwards *et al.*, 2016). Não obstante, observa-se que outros estudos (*e.g.*, Bakrania *et al.*, 2016; Falconer, Page, Andrews, & Cooper, 2015; Júdeice *et al.*, 2017; O'Connell *et al.*, 2014; Shakir *et al.*, 2018) têm apresentando algoritmos de validação derivados de “Troiano” que mantêm o parâmetro de classificação do “tempo-de-não-utilização” de todos os períodos ≥ 60 minutos de zero IPM consecutivos, mas não permitem, ao contrário de “Troiano”, “períodos de tolerância”.

Posteriormente, Choi, Liu, Matthews, and Buchowski (2011) validaram um novo algoritmo de validação do “tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização” do AG (adiante apenas designado por “Choi”). Este estudo de validação (Choi *et al.*, 2011) foi conduzido com 49 adultos e 76 crianças que usaram um AG dentro de uma câmara metabólica, com controlo do DE minuto-a-minuto calculado a partir da análise de gases. Sumariamente, comparativamente a “Troiano”, observa-se que “Choi” reduz significativamente o erro de classificação do “tempo-de-não-utilização” ($p < 0,001$). Assim, “Choi” estabelece que o “tempo-de-não-utilização” será classificado com base nos seguintes parâmetros: a) todos os períodos de ≥ 90 minutos de zero IPM consecutivos; b) permitido um “período de tolerância” de 1-2 minutos de > 0 IPM, desde que antes ou depois deste período se observem pelo menos 30 minutos de zero IPM consecutivos (Choi *et al.*, 2011). Vários estudos têm aplicado o algoritmo de “Choi” (*e.g.*, Evenson *et al.*, 2015; Jones, Wen, Herring, & Evenson, 2016; Rossen *et al.*, 2017; Song *et al.*, 2018).

No entanto, observa-se que não existe um consenso na comunidade científica, havendo uma multiplicidade de algoritmos de validação do “tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização” a serem aplicados (ver Tabela 4).

Tabela 4. Algoritmos de validação do tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização do *ActiGraph* aplicados em estudos do comportamento sedentário.

Período de Zero IPM Contínuos	Período de Tolerância	Valor de Corte para Período de Tolerância	Referência
≥ 60 min	< 2 min	<100 IPM	(Troiano <i>et al.</i> , 2008)
≥ 90 min	1-2 min*	>0 IPM	(Choi <i>et al.</i> , 2011)
a)	a)	a)	(Rosenberg <i>et al.</i> , 2015)
≥ 10 min	a)	a)	(Bailey <i>et al.</i> , 2017; García-Hermoso <i>et al.</i> , 2015)
≥ 60 min	a)	a)	(Bakrania <i>et al.</i> , 2016; Falconer <i>et al.</i> , 2015; Júdice <i>et al.</i> , 2017; O'Connell <i>et al.</i> , 2014; Shakir <i>et al.</i> , 2018)
≥ 60 min	< 2 min	a)	(Blough & Loprinzi, 2018; Vallance <i>et al.</i> , 2015)
≥ 60 min	< 2 min	>0 IPM	(Aadahl <i>et al.</i> , 2014)
≥ 60 min	< 2 min	<50 IPM	(Boyle, Vallance, Buman, & Lynch, 2017; Chastin <i>et al.</i> , 2014)
≥ 60 min	< 2 min	<150 IPM	(Prince, Reid, Bernick, Clarke, & Reed, 2018)
≥ 60 min	< 2 min	<200 IPM	(Helgadóttir <i>et al.</i> , 2017)

*desde que antes ou depois deste período se observem pelo menos 30 minutos de zero IPM consecutivos.

a) critério omissos no estudo.

Toda a informação registada no AG pode ser processada diretamente no programa informático da própria marca – *ActiLife* – ou exportada em bruto – *Raw Data* – de modo a ser processada com recurso a outros programas informáticos (e.g., *MATLAB*; *Kinesoft*) (*ActiLife 6 Manual*, 2012). O programa *ActiLife* torna o processo de análise mais rápido e facilitado, sendo possível ao investigador parametrizar toda a informação que pretende analisar sem necessidade de ter conhecimentos de programação (*ActiLife 6 Manual*, 2012). Neste sentido, é possível determinar qual o tempo de utilização mínimo para considerar um dia como válido (e.g., ≥600 min), sendo necessário para este efeito selecionar um algoritmo de validação do “tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização” (disponíveis por defeito “Troiano” ou “Choi”). Alternativamente, tendo por base “Troiano” ou por “Choi”, é possível alterar os parâmetros e, desta forma, obter um novo algoritmo de validação. Desta forma, é possível alterar o tempo mínimo de “zero IPM contínuos” (e.g., “Troiano” ≥60 min; “Choi” ≥90 min), permitir ou não que sejam observados períodos de tolerância (e.g., “Troiano” <2 min; “Choi” 1-2 min),

estabelecer diferentes valores de corte quando é considerado o período de tolerância (e.g., “Troiano” <100 IPM; “Choi” >0 IPM).

Apesar de o programa *Actilife* ser amplamente usado para filtrar e processar os dados (e.g., Biswas, Oh, Faulkner, & Alter, 2018; Falconer *et al.*, 2015; Healy *et al.*, 2015-a; Júdice *et al.*, 2015-a), uma nova corrente de estudos tem emergido cuja análise dos dados é conduzida a partir do valores em bruto do AG – “*Raw Data*” (e.g., Bakrania *et al.*, 2016; Innerd, Harrison, & Coulson, 2018; Wilson *et al.*, 2019). Uma das razões que tem servido de suporte a esta opção, prende-se com o facto de a marca AG recorrer a algoritmos próprios para filtrar e processar a informação que não são do conhecimento público. Não obstante, o tratamento dos dados a partir do “*Raw Data*” tem conduzido ao aparecimento de novos algoritmos para filtrar tratar os dados em bruto. Apesar de tornarem públicos os algoritmos desenvolvidos, esta opção, do ponto de vista prático, está a contribuir para aumentar o número de algoritmos aplicados.

CAPÍTULO 3

Relevância do Estudo

3. Relevância do Estudo

Apesar dos avanços observados no campo de investigação do CS, várias questões importantes persistem sem uma resposta que seja sustentada pela evidência científica. Entre outras questões, importa compreender que mecanismos biológicos/fisiológicos estão na base do CS, que limites devem ser estabelecidos para o tempo acumulado diariamente em CS e que padrões devem ser recomendados para cada faixa etária, bem como quais as estratégias mais eficazes para reduzir o CS. Tendo em conta o exposto, tem sido apontada a necessidade de serem realizados mais estudos suportados por melhores métodos de avaliação do CS (Boyington, Lyndon, Roger, Russell, 2015; Lewis, Napolitano, Buman, Williams, & Nigg, 2017).

Apesar das limitações do AG na mensuração do CS, este tem sido um dos instrumentos de avaliação objetiva do CS mais usados (Evenson *et al.*, 2015; Healy *et al.*, 2015-a). Não obstante, observa-se que não existe um consenso internacional quanto aos critérios que devem prevalecer para analisar o CS com recurso ao AG. Por um lado, observa-se que diferentes valores de corte (entre <50 IPM e <500 IPM) são aplicados para classificar o CS tendo por base os IPM registados pelo eixo vertical (Gorman *et al.*, 2013). A este respeito, foram encontradas diferenças quando foram aplicados diferentes valores de corte (-47 e +142 min/dia, para <50 e <500 IPM, respetivamente; tendo por critério de referência <100 IPM) (Gorman *et al.*, 2013).

Por outro lado, observa-se que diferentes algoritmos têm servido para validar o “tempo-de-não-utilização” dos AG, sendo os mais comuns os algoritmos de validação de “Troiano” (Troiano *et al.*, 2008) e de “Choi” (Choi *et al.*, 2011), sendo estes disponibilizados pelo programa informático *Actilife*. No entanto, observa-se que outros algoritmos de validação têm sido aplicados (ver Tabela 4, pag.40), observando-se que apresentam parâmetros comuns aos de “Troiano” (e.g., ≥ 60 min de “Zero IPM contínuos”).

A isto, acresce o facto de diferentes critérios determinarem a inclusão ou exclusão dos dados na análise, destacando-se a obrigatoriedade ou não de apresentar pelo menos 1 dia de fim de semana entre os dias válidos.

Tal como observado por Gorman *et al.* (2013), a divergência de critérios contribui para um viés dos resultados. Até à data, o efeito que decorre da aplicação de diferentes algoritmos de validação do “tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização” do AG nas variáveis do CS (e.g., tempo total em CS; número de ICS) tem sido uma questão pouco explorada. De igual

modo, não se sabe se a aplicação ou não do critério “ ≥ 1 dia de fim de semana entre os dias válidos” pode conduzir a diferenças nas variáveis do CS.

Tendo em conta o exposto, é relevante analisar se a aplicação de diferentes algoritmos de validação do “tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização” podem contribuir para um viés de resultados nas principais variáveis do CS. Deste modo, serão comparados os algoritmos de validação de “Troiano” (Troiano *et al.*, 2008), de “Choi” (Choi *et al.*, 2011), e uma adaptação ao algoritmo de “Troiano” que será designada neste trabalho por “Troiano-Sem Período de Tolerância” (“Troiano-S/PT”), visto não permitir “períodos de tolerância” na identificação de períodos com ≥ 60 min de zero IPM contínuos (ver Tabela 5).

Tabela 5. Algoritmos de validação do tempo de não utilização considerados no presente estudo.

	Período de Zero IPM Contínuos	Período de Tolerância	Valor de Corte para Período de Tolerância
“Troiano”	≥ 60 min	< 2 min	< 100 IPM
“Choi”	≥ 90 min	< 2 min*	> 0 IPM
“Troiano S/PT”	≥ 60 min	-	-

Abreviaturas: IPM, impulsos por minuto; S/PT, sem período de tolerância. *desde que, antes ou depois desse registo, se observe um período ≥ 30 min de zero IPM contínuos.

Cada algoritmo será analisado na condição “com dias de fim de semana” (critério que exclui da análise os participantes que não apresentam pelo menos 1 dia de fim de semana entre os dias válidos) e “sem dias de fim de semana” (critério que não exclui os participantes que não tenham dias válidos de fim de semana). Adiante, o critério “com dias de fim de semana” será designado por “C/FDS” e o critério “sem dias de fim de semana” por “S/FDS”.

A observação de diferenças significativas nas principais variáveis do CS em função do algoritmo aplicado abrirá espaço para a análise e discussão dos critérios específicos que devem ser adotados quando se analisa o CS com recurso à acelerometria.

CAPÍTULO 4

Objetivos do Estudo

4. Objetivos

Este estudo tem por objetivo principal comparar três algoritmos de validação do “tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização” do AG, sendo para este efeito analisadas as diferenças nas principais variáveis do CS Tempo Total em CS, número de ICS e número de PCS.

CAPÍTULO 5

Metodologia

5. Metodologia

5.1. Participantes

O presente estudo foi conduzido com dados do primeiro momento de avaliação do projeto de investigação científica *Champ4Life* (Silva, 2017). Sumariamente, o projeto *Champ4Life* é um estudo experimental randomizado que tem por objetivo analisar os efeitos de um programa de intervenção com vista à promoção de estilos de vida saudáveis em ex-atletas com excesso de peso ou obesos e fisicamente inativos. Os restantes critérios de inclusão encontram-se descritos previamente (Silva, 2017), no entanto, destacam-se os seguintes: a) ser ex-atleta; b) ser fisicamente inativo (<150 minutos/semana de AF), em períodos de pelo menos 10 minutos); c) ter excesso de peso ou ser obeso (Índice de Massa Corporal $\geq 25.0 \text{ kg/m}^2$). Todos os participantes foram informados quanto aos procedimentos experimentais e assinaram o consentimento informado. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Conselho de Ética para a Investigação da Faculdade de Motricidade Humana / Universidade de Lisboa, tendo sido conduzidos em concordância com a Declaração de Helsinquia para os Estudos com Humanos da Associação Mundial de Médicos (WMA, 2013).

Foram inicialmente incluídos 96 participantes no primeiro momento de avaliação do projeto de investigação científica *Champ4Life*. Para o presente estudo foram considerados dados de 92 participantes (65% homens; 22-68 anos de idade), tendo-se desta forma excluído 4 participantes: 2 por apresentarem 2 dias válidos e 2 que não dispunham de qualquer registo no AG (ver Figura 3).

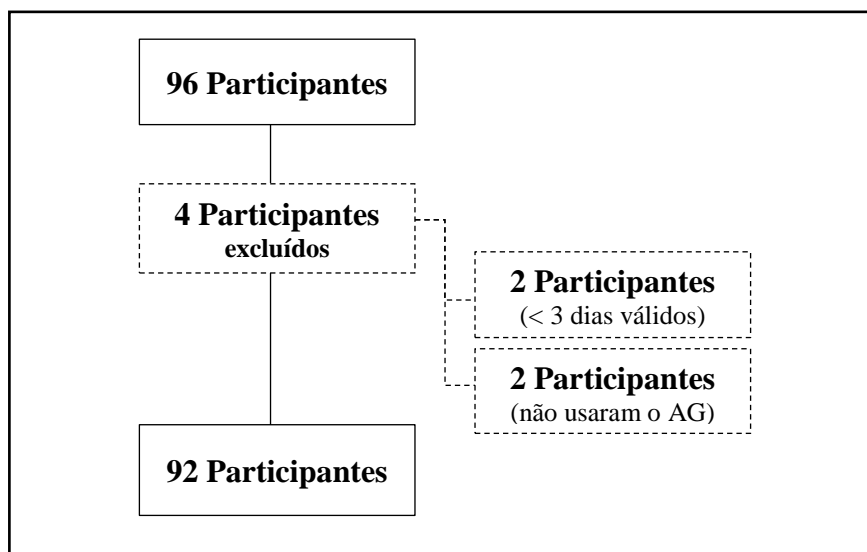


Figura 3. Número de participantes incluídos e excluídos no estudo.
Abreviaturas: AG, *ActiGraph*.

5.2. Instrumentos de Recolha de Dados

Todos os participantes usaram um acelerómetro AG GT3X+ (Actigraph, Pensacola, FL, USA) à cintura, próximo da crista ilíaca direita tendo sido programado para recolher dados do eixo vertical em *epochs* de 10 segundos. Todos os AG foram previamente programados para serem ativados às 06h00 do primeiro dia e armazenarem toda a informação em *epochs* de 10 segundos, tendo sido inicializados com recurso a um filtro normal (AG-Norm). Foi pedido a todos os participantes que usassem o AG durante 7 dias consecutivos, tendo sido explicado que deveriam retirar apenas para dormir e quando estivessem envolvidos em atividades aquáticas (e.g., nadar; tomar banho). Desta forma, o AG registaria todos os movimentos realizados durante o período de vigília, excluindo o tempo de sono. Foi ainda pedido aos participantes que registassem, em folha própria, as horas de início e fim de utilização do AG, devendo reportar o motivo pelo qual retirou o AG (e.g., dormir; banho; piscina).

Todo o processamento dos dados foi conduzido com recurso ao programa *ActiLife* (version 6.10.4; *Actigraph* TM, LLC, Pensacola, FL, USA). Foram excluídos todos os participantes que apresentaram ≤ 2 dias válidos, tendo-se considerado o critério de ≥ 600 min (≥ 10 h) de tempo de utilização para o dia ser considerado válido. De acordo com o âmbito da presente investigação, foram aplicados 3 algoritmos distintos (ver Tabela 5., pág 44) para classificar o tempo-de-não-utilização, tendo este sido excluído da análise. O CS foi classificado com base no valor de corte < 100 IPM no eixo vertical do AG (Troiano *et al.*, 2008).

5.3. Análise Estatística

Os dados processados no programa *ActiLife* (versão v6.10.4 *Actigraph* LLC) tendo-se aplicado 3 algoritmos de validação distintos (ver Tabela 5., pág 44), foram seguidamente exportados para ficheiros em formato *.xlsx*, de modo a poderem ser organizados no programa *Microsoft Office ExcelTM 2010*. Tendo em conta que os dados de todos os participantes incluídos no estudo foram analisados após aplicação de 3 algoritmos de validação do tempo-de-não-utilização/tempo-de-utilização distintos – “Troiano”; “Choi”; “Troiano-S/PT” (rever Tabela 5.; pág.44) –, resultaram 3 ficheiros distintos. Em cada ficheiro, foram calculadas as médias diárias das diferentes variáveis do CS em análise – “Tempo Total em CS” (TTCS), número de ICS e número de PCS. Posteriormente, foram aplicados os critérios de inclusão dos dados na análise selecionado para este estudo – a) ≥ 3 dias válidos quaisquer (adiante apenas designado por “S/FDS”); b) ≥ 3 dias válidos, sendo pelo menos 1 dia de fim de semana (adiante apenas

designado por “C/FDS”). Desta forma, quando foi considerado o critério “C/FDS”, os participantes que não cumpriam este critério foram excluídos da análise.

Toda a análise estatística foi conduzida com recurso ao programa informático *IBM SPSS Statistics for Windows* (versão 24.0, 2016, SPSS Inc., IBM Company, Chicago IL, USA). A análise descritiva incluiu médias, Desvios Padrão (DP), mínimos e máximos. No que respeita à estatística inferencial, para comparação dos algoritmos de validação (combinado com o critério de inclusão) sobre as variáveis do CS em análise, foram realizados testes ANOVA com medidas repetidas. Os pressupostos da ANOVA com medidas repetidas foram verificados a partir do teste de *Shapiro-wilk* (normalidade) e teste *Mauchly* (esfericidade). Quando não foi observada esfericidade, os resultados da ANOVA foram observados pelo teste de *Greenhouse-Geisser*.

Para analisar as diferenças entre os dias de semana e dias de fim de semana, foram conduzidos testes *t* com amostras emparelhadas.

Foi utilizado um nível de confiança de 95% ($\alpha=0,05$).

CAPÍTULO 6

Resultados

6. Resultados

A Tabela 6 apresenta o número de participantes incluídos e excluídos da análise, a média e desvio padrão dos dias válidos e o total de dias válidos em função do algoritmo de validação do tempo-de-não-utilização/tempo-de-utilização e critério de inclusão aplicado.

Tabela 6. Número de participantes incluídos e excluídos, média e desvio padrão do número de dias válidos, soma do número de dias válidos da amostra, em função do algoritmo de validação e critério de inclusão aplicado.

Algoritmo, Critério	Participantes (n=92)		Dias Válidos	
	Incluídos	Excluídos	Média±DP	Número total de dias incluídos ^{a)}
Troiano, S/FDS	90	2	6,0 ± 1,6	539
Troiano, C/FDS	83	9	6,2 ± 1,6	511
Choi, S/FDS	92	0	6,1 ± 1,6	561
Choi, C/FDS	87	5	6,2 ± 1,5	540
Troiano-S/PT, S/FDS	91	1	6,1 ± 1,6	559
Troiano-S/PT, C/FDS	86	6	6,3 ± 1,5	538

Abreviaturas: DP, desvio padrão; S/FDS, critério de inclusão na análise que a obrigatoriedade de ter pelo menos 3 dias válidos, sendo estes dias de semana e/ou de fim de semana; C/FDS, critério de inclusão na análise que estabelece a obrigatoriedade de haver pelo menos 1 dia válido de fim de semana entre os 3 dias válidos obrigatórios; S/PT, sem período de tolerância.

a) soma dos dias válidos de todos participantes incluídos.

Observa-se na Tabela 6 que o número de participantes incluídos e número total de dias válidos é sempre menor quando é considerado o critério “C/FDS”, comparativamente ao critério de inclusão “S/FDS”. Por outro lado, o algoritmo de validação de “Choi” combinado com o critério de inclusão “S/FDS” inclui mais participantes no estudo (n=92) e apresenta mais dias válidos (561 dias), comparado com as restantes condições (ver Tabela 6). Contrariamente, o algoritmo de “Troiano” combinado com o critério “C/FDS” inclui menos participantes (n=83) e apresenta menos dias válidos (511 dias) (ver Tabela 6).

A comparação dos algoritmos (nas condições “C/FDS” e “S/FDS”) sobre as variáveis do CS são apresentados na Tabela 7 (pág.53). Os resultados da ANOVA com medidas repetidas mostram diferenças significativas para os dias válidos em função do algoritmo de validação aplicado, nas condições “C/FDS” ($F_{(1,72; 141,37)} = 6,841$; $P=0,002$) e “S/FDS” ($F_{(1,62; 144,37)} = 9,805$; $P<0,0001$) (ver Tabela 7; pág.53). A análise *Posthoc* permite concluir que as diferenças nos dias válidos são significativas entre: “Troiano” e “Choi” (*Bonferroni*, $p<0,05$) e entre “Troiano” e “Troiano-S/PT” (*Bonferroni*, $p<0,05$).

Tabela 7. Diferenças no Tempo de utilização do AG, Tempo total em CS, Número de ICS, Número de PCS e Número de dias válidos, em função do algoritmo de validação do tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização do AG aplicado, nas condições “S/FDS” e “C/FDS”.

Variáveis	“Troiano” (Média ± DP)	“Troiano-S/PT” (Média ± DP)	“Choi” (Média ± DP)	ANOVA com medidas repetidas	
				F (GL)	P-value
Critério de inclusão “S/FDS”,					
Tempo Utilização do AG (min.dia⁻¹)	853,7 ± 83,5	860,6 ± 85,8	863,6 ± 82,5	5,563 (1,607; 143,020)	0,008
Tempo Total em CS (min.dia⁻¹)	632,9 ± 92,7	642,7 ± 96,5	647,98 ± 91,9	21,532 (1,698; 151,151)	0,000
Número de ICS (número. dia⁻¹)	118,7 ± 21,1	117,5 ± 21,2	117,5 ± 21,4	6,041 (1,358; 120,862)	0,009
Número de PCS (número.dia⁻¹)	119,7 ± 21,1	118,5 ± 21,2	118,5 ± 21,2	6,041 (1,358; 120,862)	0,009
Número de Dias Válidos (número.dia⁻¹)	6,0 ± 1,6	6,2 ± 1,6	6,2 ± 1,5	9,805 (1,622; 144,367)	0,000
Critério de inclusão “C/FDS”					
Tempo Utilização do AG (min.dia⁻¹)	859,5 ± 81,1	867,5 ± 84,2	870,7 ± 80,7	7,112 (1,588; 130,235)	0,003
Tempo Total em CS (min.dia⁻¹)	637,0 ± 92,0	647,4 ± 96,2	653,7 ± 90,7	24,891 (1,784; 146,283)	0,000
Número de ICS (número. dia⁻¹)	119,1 ± 20,9	118,2 ± 21,2	118,2 ± 21,4	4,546 (1,464; 120,061)	0,022
Número de PCS (número.dia⁻¹)	120,1 ± 20,9	119,2 ± 21,2	119,2 ± 21,4	4,546 (1,464; 120,061)	0,022
Número de Dias Válidos (número.dia⁻¹)	6,2 ± 1,6	6,3 ± 1,5	6,3 ± 1,5	6,841 (1,724; 141,365)	0,002

Abreviaturas: AG, *ActiGraph*; CS, comportamento sedentário; C/FDS, com dias válidos de fim de semana; DP, desvio padrão; GL, graus de liberdade; ICS, interrupções ao comportamento sedentário; PCS, períodos em comportamento sedentário; S/FDS, sem dias válidos de fim de semana; S/PT, sem período de tolerância; C/FDS; Destacado a negrito os *p-value* que indicam diferenças significativas para um nível de confiança de 95%.

A Figura 4 ilustra as diferenças que são observadas nas variáveis do CS em função do algoritmo de validação aplicado, nas condições “C/FDS” e “S/FDS”.

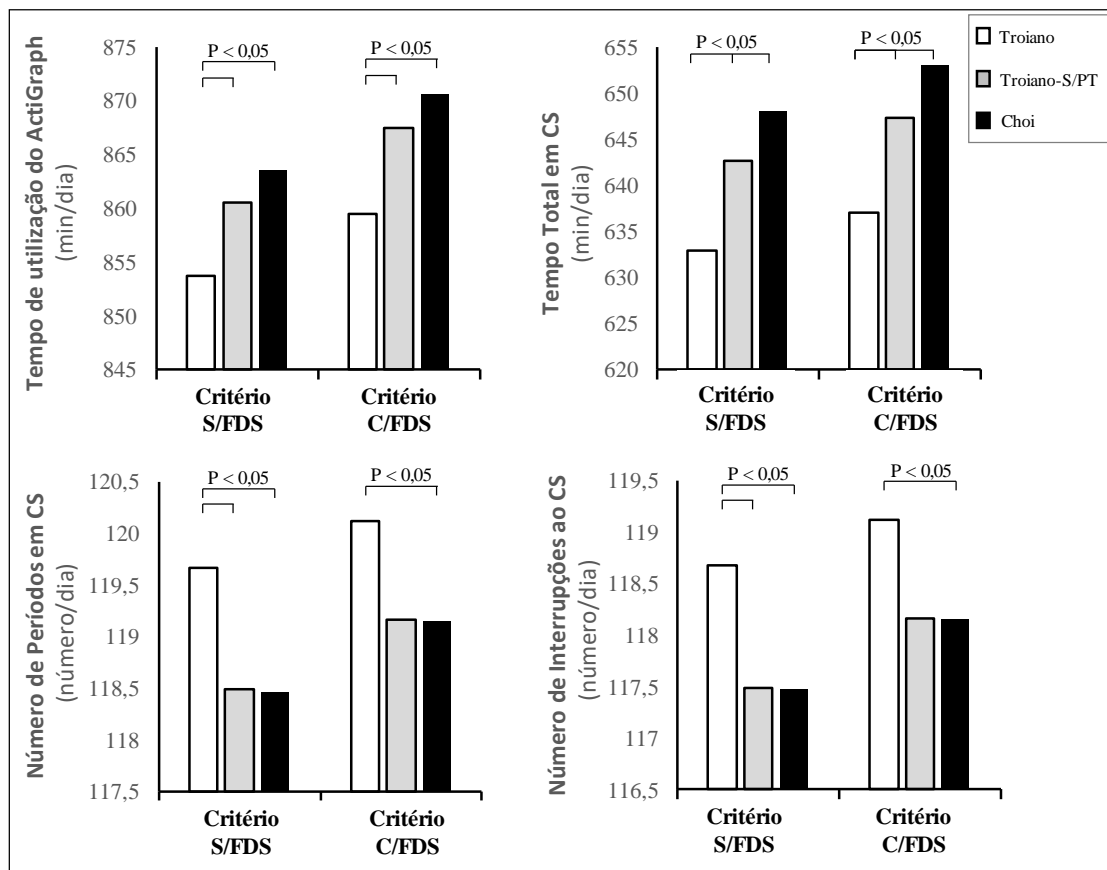


Figura 4. Tempo de Utilização do ActiGraph (min/dia), Tempo Total em CS (min/dia), Número de Períodos em CS (número/dia), Número Interrupções ao CS (número/dia), em função do algoritmo de validação aplicado e do critério de inclusão considerado. Nível de significância de 95%.

Abreviaturas: CS, comportamento sedentário; C/FDS, com dias válidos de fim de semana; S/FDS, sem dias válidos de fim de semana; S/PT, sem período de tolerância.

Cada algoritmo de validação do tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização foi combinado, separadamente, com o critério de inclusão S/FDS e C/FDS. As diferenças entre os algoritmos foram analisadas dentro de cada critério de inclusão.

Tal como ilustrado na Figura 4, existem diferenças significativas entre os algoritmos de “Troiano” e “Choi” ($p < 0,05$) em todas as variáveis e nas condições “S/FDS” e “C/FDS”. Interessante observar que o algoritmo de “Choi” apresenta médias significativamente maiores do que “Troiano” no tempo de utilização do AG e no tempo total em CS, mas não para o Número de PCS e Número de ICS (ver Figura 4).

Por outro lado, observa-se que existem diferenças significativas entre “Troiano” e “Troiano-S/PT”, em todas as variáveis ($p < 0,05$) com exceção das ICS (na condição “C/FDS”) (ver Figura 4; pag.54).

Como se pode observar na Tabela 7 (pág.53), existem diferenças significativas no tempo total em CS, nas condições “C/FDS”, em função do algoritmo de validação aplicado ($F_{(1,784; 146,283)} = 24,891$; $P < 0,0001$) e “S/FDS” ($F_{(1,698; 151,151)} = 21,532$; $P < 0,0001$). A análise *Posthoc* permite constatar que as diferenças são significativas entre todos os algoritmos (respetivamente *Bonferroni*, $p < 0,05$), com o algoritmo de “Choi” a apresentar médias do tempo em CS significativamente maiores, para um nível de confiança de 95%, nas condições “S/FDS” ($M_{\text{Choi}} = 647,98 > M_{\text{Troiano-S/PT}} = 642,68 > M_{\text{Troiano}} = 632,93 \text{ min.dia}^{-1}$) e “C/FDS” ($M_{\text{Choi}} = 653,68 > M_{\text{Troiano-S/PT}} = 647,38 > M_{\text{Troiano}} = 637,03 \text{ min.dia}^{-1}$).

A Tabela 8 (pág.56) analisa as diferenças entre os dias de semana e os dias de fim de semana nas variáveis tempo total de utilização do AG, tempo total em CS, número de PCS e número de ICS.

Quando se comparam os dias de semana com os dias de fim de semana, independentemente do algoritmo de validação aplicado, encontram-se diferenças significativas em todas as variáveis do CS analisadas e tempo total de utilização do AG ($p < 0,05$), sendo a média diária significativamente maior nos dias de semana em todas as variáveis analisadas ($p < 0,05$) (ver Tabela 8; pág.56).

Tabela 8. Diferenças no Tempo de utilização do *ActiGraph*, Tempo total em comportamento sedentário, Número de períodos em comportamento sedentário e Número de interrupções ao comportamento sedentário, em dias de semana e dias de fim de semana, com recurso a 3 algoritmos de validação do tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização do *ActiGraph*.

Algoritmo, Critério	Semana	Fim de Semana	Teste <i>t</i> medidas emparelhadas
	(Média ± DP)	(Média ± DP)	<i>P</i>
Algoritmo de Troiano (n=83)			
Tempo de utilização do AG (min.dia ⁻¹)	872,03 ± 79,47	833,73 ± 128,06	0,003*
Tempo Total em CS (min.dia ⁻¹)	652 ± 95,88	602,92 ± 118,33	<0,001*
Número de ICS (número. dia ⁻¹)	122,25 ± 21,22	112,71 ± 29,26	0,001*
Número de PCS (número.dia ⁻¹)	123,25 ± 21,22	113,71 ± 29,26	0,001*
Algoritmo de Choi (n=87)			
Tempo de utilização do AG (min.dia ⁻¹)	879,59 ± 86,54	843 ± 123,28	0,004*
Tempo Total em CS (min.dia ⁻¹)	663,62 ± 95,57	618,64 ± 117,86	<0,001*
Número de ICS (número. dia ⁻¹)	120,83 ± 21,81	111,48 ± 29,29	0,002*
Número de PCS (número.dia ⁻¹)	121,83 ± 21,81	112,48 ± 29,29	0,002*
Algoritmo de Troiano S/-PT (n=86)			
Tempo de utilização do AG (min.dia ⁻¹)	875,31 ± 89,61	842,74 ± 131,43	0,018*
Tempo Total em CS (min.dia ⁻¹)	658,44 ± 99,56	616,37 ± 129,90	0,001*
Número de ICS (número. dia ⁻¹)	121,19 ± 21,70	111,84 ± 29,47	0,002*
Número de PCS (número.dia ⁻¹)	122,19 ± 21,70	112,84 ± 29,47	0,002*

Abreviaturas: DP, desvio padrão; CS, comportamento sedentário; n, número de participantes incluídos na estatística de teste; ICS, número de interrupções ao comportamento sedentário; PCS, número de períodos em comportamento sedentário.

* diferença estatisticamente significativa para um nível de significância de 95%.

CAPÍTULO 7

Discussão

7. Discussão

Os resultados deste estudo demonstram haver diferenças significativas nas principais variáveis do CS quando são aplicados diferentes algoritmos de validação do tempo-de-não-utilização/tempo-de-utilização do AG. Quando se comparam os algoritmos de validação de “Troiano” (Troiano *et al.*, 2008) e de “Choi” (Choi *et al.*, 2011), ambos validados e amplamente usados na investigação do CS, encontram-se diferenças significativas, para um nível de significância de 95%, em todas as variáveis analisadas neste estudo, nomeadamente: tempo total em CS (min.dia^{-1}); número de PCS (número.dia^{-1}); número de ICS (número.dia^{-1}); tempo total de utilização do AG (min.dia^{-1}); e número de dias válidos (número.dia^{-1}). De notar que estas diferenças são observadas quando são aplicados os critérios de inclusão dos dados na análise “ ≥ 3 dias válidos quaisquer” ou “ ≥ 3 dias válidos, sendo pelo menos 1 dia de fim de semana”.

Que seja do conhecimento do autor, este é o primeiro estudo a comparar os resultados das principais variáveis do CS quando são aplicados diferentes algoritmos de validação do tempo-de-não-utilização/tempo-de-utilização do AG. Estudos anteriores analisaram as diferenças no tempo total em CS em função da aplicação de diferentes valores de corte no eixo vertical do AG (Gorman *et al.*, 2013; Kozey-Keadle *et al.*, 2011) e de diferentes *epochs* (Aibar & Chanal, 2015). Estes estudos têm demonstrado a relevância dos aspetos metodológicos subjacentes à análise do CS com recurso ao AG, tendo sido observadas diferenças de -47 e +142 min/dia no tempo total em CS quando foram comparados os valores de corte do CS de <50 e <500 IPM com o critério de referência de <100 IPM (Gorman *et al.*, 2013). Outro estudo (Aibar *et al.*, 2015), observou que o tempo total em CS foi maior quando foram usados *epochs* mais pequenos (53% e 15% do tempo de utilização do AG, respetivamente para *epochs* de 1s e 60s).

De acordo com os resultados observados no presente estudo, o algoritmo de validação de “Choi”, comparativamente a “Troiano” e “Troiano-S/PT”, apresenta valores significativamente maiores no tempo de utilização do AG e no tempo total em CS, nas condições “S/FDS” e “C/FDS”. No que respeita ao tempo total em CS, quando se comparam os algoritmos de validação de “Choi” com “Troiano”, encontram-se diferenças de $15,1 \text{ min.dia}^{-1}$ na condição “S/FDS” (Diferença Média $Troiano \text{ S/FDS} - Choi \text{ S/FDS} = -15,1 \text{ min.dia}^{-1}$; $p < 0,001$) e de 16 min.dia^{-1} na condição “C/FDS” (Diferença Média $Troiano \text{ C/FDS} - Choi \text{ C/FDS} = -16,0 \text{ min.dia}^{-1}$; $p < 0,001$). De notar que os algoritmos de “Troiano” e de “Choi”, apesar de possuírem parâmetros distintos, ambos contemplam um “período de tolerância” na classificação do tempo-de-utilização/tempo-

de-não-utilização do AG. Genericamente, este parâmetro permite que pequenos registos isolados no eixo vertical do AG possam ser classificados como tempo-de-não-utilização. Quando os algoritmos de validação não estabelecem “períodos de tolerância”, como é o caso do algoritmo “Troiano-S/PT” analisado neste estudo, todos os IPM registados pelo eixo vertical do AG são classificados como tempo-de-utilização. É assim expectável que o tempo de utilização do AG seja maior quando são comparados dois algoritmos com iguais características, diferindo apenas na contemplação ou não de um “período de tolerância”. Os resultados deste estudo confirmam este pressuposto, observando-se que “Troiano-S/PT” apresenta um tempo de utilização do AG maior comparativamente a “Troiano”, sendo estas diferenças significativas, para um nível de confiança de 95%, nas condições “S/FDS” ($M_{\text{Troiano-S/PT}} = 860,6 > M_{\text{Troiano}} = 853,7$ min/dia) e “C/FDS” ($M_{\text{Troiano-S/PT}} = 867,5 > M_{\text{Troiano}} = 859,5$ min.dia⁻¹).

Outro dado relevante observado neste estudo respeita às diferenças encontradas no número de dias validados quando foram aplicados diferentes algoritmos de validação. De notar que o algoritmo de “Choi” validou um maior número de dias comparativamente aos algoritmos de “Troiano” e “Troiano-S/PT”, nas condições “S/FDS” (561 > 559 > 539, respetivamente para “Choi”, “Troiano-S/PT” e “Troiano”) e “C/FDS” (540 > 538 > 511, respetivamente para “Choi”, “Troiano-S/PT” e “Troiano”). A este respeito, Aadland *et al.* (2015) sugere que, para se obter uma fiabilidade de 0,80, são necessários >6 dias para se analisar o CS relativo ao tempo total de utilização do AG e >13 dias para analisar o CS em valores absolutos.

O estudo de validação do algoritmo de “Choi” (Choi *et al.*, 2011) reporta uma vantagem significativa deste algoritmo comparativamente ao algoritmo de “Troiano” (Troiano *et al.*, 2008). Genericamente, o algoritmo de “Choi” apresenta menos erros de classificação do “tempo-de-não-utilização” comparativamente ao algoritmo de “Troiano” (Choi *et al.*, 2011). É assim interessante observar que o algoritmo de “Troiano” continue a ser amplamente usado na investigação do CS (Dohrn *et al.*, 2018; García-Hermoso *et al.*, 2015; Kehler *et al.*, 2018; Vallance *et al.*, 2015).

O presente estudo acrescenta novos dados que sugerem uma vantagem do algoritmo de “Choi” relativamente a “Troiano” e “Troiano-S/PT” de onde se destaca o maior número de dias validados e participantes incluídos no estudo por “Choi”. Não obstante, atendendo às características da amostra estudada – adultos com excesso de peso ou obesos, ex-atletas, fisicamente inativos e sedentários – a generalização destes resultados para outras populações (e.g., crianças; idosos; adultos fisicamente ativos) fica comprometida.

Por fim, e no que respeita ao estudo dos critérios de inclusão dos dados na análise (i.e., “S/FDS” e “C/FDS”), os resultados obtidos apresentam um maior número de participantes excluídos quando é aplicado o critério “C/FDS” comparativamente ao critério “S/FDS” (5>0, 9>2, 6>1, respetivamente para os algoritmos de “Choi”, “Troiano” e “Troiano-S/PT”; referência: 92 participantes). Por outro lado, os resultados apresentam diferenças significativas em todas as variáveis do CS e tempo total de utilização do AG, sendo maior nos dias de semana. Outros estudos (Gibson, Muggeridge, Hughes, Kelly, & Kirk, 2017; Kirk *et al.*, 2016) reportam resultados semelhantes ao observarem uma maior exposição ao CS nos dias de semana. No entanto, a este respeito, os resultados não têm sido consistentes entre estudos (Evenson *et al.*, 2015; Smith *et al.*, 2015). Tendo em conta que o critério de inclusão “S/FDS” apresenta vantagens relativamente ao critério “C/FDS” ao incluir mais participantes, a seleção do critério deverá atender às diferenças observadas entre os dias de semana e dias de fim de semana. Neste sentido, será recomendável optar pelo critério de inclusão “C/FDS” quando forem observadas diferenças significativas nas variáveis do CS entre os dias de semana e os dias de fim de semana, como verificado no presente estudo.

CAPÍTULO 8

Conclusão

8. Conclusão

De acordo com os resultados deste estudo, encontram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) nas principais variáveis do CS em função do algoritmo de validação do “tempo-de-utilização/tempo-de-não-utilização” do AG aplicado. O tempo total de utilização do AG e tempo total em CS foi significativamente maior quando foi aplicado o algoritmo de validação de “Choi”, comparativamente aos algoritmos de “Troiano” e “Troiano-S/PT”, sendo estas diferenças independentes dos critérios de inclusão dos dados na análise.

Observa-se ainda que o algoritmo de validação de “Choi”, comparativamente aos de “Troiano” e “Troiano-S/PT”, valida um maior número de dias e inclui um maior número de participantes no estudo. Aliado ao menor erro de classificação do tempo-de-utilização do AG (Choi, Liu, Matthews, & Buchowski, 2011), um maior número de dias e de participantes incluídos no estudo representa uma vantagem do algoritmo de “Choi” face aos restantes algoritmos analisados neste estudo.

Este estudo encontrou ainda diferenças significativas ($p < 0,05$) nas variáveis do CS entre os dias de semana e dias de fim de semana, com uma maior exposição ao CS a ser observada nos dias de semana. Desta forma, o critério de inclusão “ ≥ 3 dias válidos, sendo pelo menos 1 dia de fim de semana” (adiante designado por “C/FDS”) deverá ser aplicado para estudos realizados com esta amostra. Tendo em conta que o critério “C/FDS” exclui mais participantes do estudo (por não apresentarem dias válidos de fim de semana), a aplicação deste critério deverá ser criteriosamente equacionada em função da análise das diferenças entre dias de semana e dias de fim de semana.

8.1. Investigações Futuras

A investigação futura deverá analisar se as diferenças entre algoritmos de validação encontradas neste estudo são mantidas em sub-populações com características distintas, designadamente: crianças; idosos; atletas; adultos normoponderais.

Por outro lado, atendendo à expansão dos acelerómetros triaxiais, novos estudos deverão ser conduzidos com vista a analisar se a integração de informação dos eixos Y e Z do acelerómetro podem resultar numa maior precisão na classificação dos tempos de utilização do AG.

Atendendo à divergência de métodos atualmente existente no campo de investigação do CS, será determinante o estabelecimento de um consenso internacional quanto às melhores práticas a serem adotadas na investigação do CS, tendo ficado demonstrada nesta tese a relevância dos algoritmos de validação e dos critérios de inclusão dos dados na análise.

CAPÍTULO 9

Bibliografía

9. Bibliografia

- Aadahl, M., Linneberg, A., Møller, T., Rosenørn, S., Dunstan, D., Witte, D., & Jørgensen, T. (Nov de 2014). Motivational counseling to reduce sitting time: a community-based randomized controlled trial in adults. 47(5), pp. 576-86. doi:10.1016/j.amepre.2014.06.020.
- Aadland, E., & Ylvisåker, E. (20 de Jul de 2015). Reliability of Objectively Measured Sedentary Time and Physical Activity in Adults. 10(7). doi:10.1371/journal.pone.0133296.
- ACSM. (2017). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (10th ed.). (Lippincott, Williams, & Wilkins, Edits.) Philadelphia: LWW.
- ActiLife 6 Manual. (3 de Apr de 2012). Obtido de <https://actigraphcorp.com/support/manuals/actilife-6-manual/>.
- ADA. (s.d.). American Diabetes Association - Statistics About Diabetes. Obtido de <http://www.diabetes.org/diabetes-basics/statistics/>.
- Aibar, A., & Chanal, J. (13 de Apr de 2015). Physical Education: The Effect of Epoch Lengths on Children's Physical Activity in a Structured Context. 10(4). Obtido de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121238>.
- Altenburg, T., & Chinapaw, M. (Aug de 2015). Bouts and breaks in children's sedentary time: currently used operational definitions and recommendations for future research. 77, pp. 1-3. doi:10.1016/j.yjmed.2015.04.019.
- American Government. (2012). Make your move - sit less - be active for live. Australia's Physical Activity & Sedentary Behaviour Guidelines for Children (5–12 years) and young people (13–17 years). Obtido de [http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/health-pubhlth-strateg-phys-act-guidelines/\\$File/Brochures_PAG_5-12yrs.pdf](http://www.health.gov.au/internet/main/publishing.nsf/Content/health-pubhlth-strateg-phys-act-guidelines/$File/Brochures_PAG_5-12yrs.pdf).
- Aminian, S., & Hinckson, E. (2 de Oct de 2012). Examining the validity of the ActivPAL monitor in measuring posture and ambulatory movement in children. 9:119. Obtido de <https://doi.org/10.1186/1479-5868-9-119>.
- Amirfaiz, S., & Shahril, M. (Feb de 2019). Objectively Measured Physical Activity, Sedentary Behavior, and Metabolic Syndrome in Adults: Systematic Review of Observational Evidence. 17(1), pp. 1-21. doi:10.1089/met.2018.0032.

- Arundell, L., Fletcher, E., Salmon, J., Veitch, J., & Hinkley, T. (22 de Aug de 2016). A systematic review of the prevalence of sedentary behavior during the after-school period among children aged 5-18 years. *13:93*. doi:10.1186/s12966-016-0419-1.
- Atkin, A., Gorely, T., Clemes, S., Yates, T., Edwardson, C., Brage, S., . . . Biddle, S. (4 de Oct de 2012). *Methods of Measurement in epidemiology: Sedentary Behaviour*. *41(5)*, pp. 1460–1471. doi:10.1093/ije/dys118.
- Baddou, I., El Hamdouchi, A., El Harchaoui, I., Benjeddou, K., Saeid, N., Elmzibri, M., . . . Aguenou, H. (Sep de 2018). Objectively Measured Physical Activity and Sedentary Time among Children and Adolescents in Morocco: A Cross-Sectional Study. doi:10.1155/2018/8949757.
- Bailey, D. P., Charman, S. J., Ploetz, T., Savory, L. A., & Kerr, C. J. (Nov de 2017). Associations between prolonged sedentary time and breaks in sedentary time with cardiometabolic risk in 10-14-year-old children: The HAPPY study. (*J. S. Sci, Ed.*) *35(22)*, pp. 2164-2171. doi:10.1080/02640414.2016.1260150.
- Bakrania, K., Edwardson, C., Bodicoat, D., Esliger, D., Gill, J., Kazi, A., . . . Yates, T. (12 de Jan de 2016). Associations of mutually exclusive categories of physical activity and sedentary time with markers of cardiometabolic health in English adults: a cross-sectional analysis of the Health Survey for England. *p. 16:25*. doi:10.1186/s12889-016-2694-9.
- Balkau, B., Mhamdi, L., Oppert, J., Nolan, J., Golay, A., Porcellati, F., . . . EGIR-RISC Study Group. (Oct de 2008). Physical activity and insulin sensitivity: the RISC study. *57(10)*, pp. 2613-8. doi:10.2337/db07-1605.
- Bankoski, A., Harris, T., McClain, J., Brychta, R., Caserotti, P., Chen, K., . . . Koster, A. (Feb de 2011). Sedentary activity associated with metabolic syndrome independent of physical activity. *34(2)*, pp. 497-503. doi:10.2337/dc10-0987.
- Baptista, F., Mónica, A., Santos, D. A., Mota, J., Santos, R., Vale, S., . . . Moreira, H. (2012). *Livro Verde da Actividade Física*. Portugal: Instituto do Desporto de Portugal, I.P.
- Bauman, A., Ainsworth, B., Sallis, J., Hagströmer, M., Craig, C., Bull, F., . . . IPS Group. (Aug de 2011). The descriptive epidemiology of sitting. A 20-country comparison using the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). *41(2)*, pp. 228-35. doi:10.1016/j.amepre.2011.05.003.

- Berendsen, B., Hendriks, M., Meijer, K., Plasqui, G., Schaper, N., & Savelberg, H. (24 de Jul de 2014). Which activity monitor to use? Validity, reproducibility and user friendliness of three activity monitors. *14*:749. doi:10.1186/1471-2458-14-749.
- Bhammar, D., Sawyer, B., Tucker, W., Lee, J., & Gaesser, G. (Oct de 2016). Validity of SenseWear® Armband v5.2 and v2.2 for estimating energy expenditure. *34*(19), pp. 1830-8. doi:10.1080/02640414.2016.1140220.
- Biddle, S., Edwardson, C., Wilmot, E., Yates, T., Gorely, T., Bodicoat, D., . . . Davies, M. (2015). A Randomised Controlled Trial to Reduce Sedentary Time in Young Adults at Risk of Type 2 Diabetes Mellitus: Project STAND (Sedentary Time ANd Diabetes). *10*(12). doi:10.1371/journal.pone.0143398.
- Biddle, S., García Bengoechea, E., & Wiesner, G. (28 de Mar de 2017). Sedentary behaviour and adiposity in youth: a systematic review of reviews and analysis of causality. *14*(1), p. 43. doi:10.1186/s12966-017-0497-8.
- Biswas, A., Faulkner, G. E., Bajaj, R. R., Silver, M. A., Mitchell, M. S., & Alter, D. A. (20 de Janeiro de 2015). Sedentary Time and Its Association with Risk for Disease Incidence, Mortality, and Hospitalization in Adults - A Systematic Review and Meta-analysis. *Annals of Internal Medicine*, pp. 123-32. doi:10.7326/M14-1651.
- Biswas, A., Oh, P., Faulkner, G., & Alter, D. (Jul de 2018). A prospective study examining the influence of cardiac rehabilitation on the sedentary time of highly sedentary, physically inactive patients. *61*(4), pp. 207-214. doi:10.1016/j.rehab.2017.06.003.
- Blough, J., & Loprinzi, P. (15 de Oct de 2018). Experimentally investigating the joint effects of physical activity and sedentary behavior on depression and anxiety: A randomized controlled trial. pp. 258-268. doi:10.1016/j.jad.2018.07.019.
- Bluearth. (s.d.). Move More Sit Less. Obtido de <https://www.movemoresitless.org.au/what-is-mmsl/>.
- Boyington, J. E.; Lyndon, J.; Roger, F.; Russell, P.;. (2015). Sedentary Behavior Research Priorities—NHLBI/NIA Sedentary Behavior Workshop Summary. *Med Sci Sports Exerc.* doi:10.1249/MSS.0000000000000516.
- Boyle, T., Vallance, J., Buman, M., & Lynch, B. (Feb de 2017). Reallocating Time to Sleep, Sedentary Time, or Physical Activity: Associations with Waist Circumference and Body Mass Index in Breast Cancer Survivors. *26*(2), pp. 254-260. doi:10.1158/1055-9965.EPI-16-0545.

- Brocklebank, L. A., Falconer, C. L., Page, A. S., Perry, R., & Cooper, A. R. (Jul de 2015). Accelerometer-measured sedentary time and cardiometabolic biomarkers: A systematic review. (P. Med, Ed.) pp. 76-92. doi:10.1016/j.ypmed.2015.04.013.
- Buman, M., Winkler, E., Kurka, J., Hekler, E., Baldwin, C., Owen, N., . . . Gardiner, P. A. (1 de Feb de 2014). Reallocating time to sleep, sedentary behaviors, or active behaviors: associations with cardiovascular disease risk biomarkers, NHANES 2005-2006. 179(3), pp. 323-34. doi:10.1093/aje/kwt292.
- Campbell, S., Brosnan, B., Chu, A., Skeaff, C., Rehrer N.J., Perry, T., & Peddie, M. (Mar de 2018). Sedentary Behavior and Body Weight and Composition in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis of Prospective Studies. (S. Med, Ed.) 48(3), pp. 585-595. doi:10.1007/s40279-017-0828-6.
- Carson, V., Hunter, S., Kuzik, N., Gray, C., Poitras, V., Chaput, J., . . . Tremblay, M. (16 de Nov de 2016). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. 41(6), pp. S240-S265. Obtido de <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0630>.
- CCS. (s.d.). Canadian Cancer Society. Obtido de <http://www.cancer.ca/en/prevention-and-screening/reduce-cancer-risk/make-healthy-choices/move-more-sit-less/?region=on>.
- Chastin, S., & Granat, M. (Jan de 2010). Methods for objective measure, quantification and analysis of sedentary behaviour and inactivity. pp. 82-6. doi:10.1016/j.gaitpost.2009.09.002.
- Chastin, S., Ferriolli, E., Stephens, N., Fearon, K., & Greig, C. (Jan de 2012). Relationship between sedentary behaviour, physical activity, muscle quality and body composition in healthy older adults. pp. 111-4. doi:10.1093/ageing/afr075.
- Chastin, S., Mandrichenko, O., Helbostadt, J., & Skelton, D. (Jul de 2014). Associations between objectively-measured sedentary behaviour and physical activity with bone mineral density in adults and older adults, the NHANES study. 64, pp. 254-62. doi:10.1016/j.bone.2014.04.009.
- Chau, J., Engelen, L., Burks-Young, S., Daley, M., Maxwell, J., Milton, K., & Bauman, A. (19 de May de 2016). Perspectives on a 'Sit Less, Move More' Intervention in Australian Emergency Call Centres. 3(2), pp. 288-297. doi:10.3934/publichealth.2016.2.288.
- Choi, L., Liu, Z., Matthews, C., & Buchowski, M. (1 de Feb de 2011). Validation of Accelerometer Wear and Nonwear Time Classification Algorithm. 43(2), pp. 357-364. doi:10.1249/MSS.0b013e3181ed61a3.

- Church, T., Thomas, D., Tudor-Locke, C., Katzmarzyk, P., Earnest, C., Rodarte, R., . . . Bouchard, C. (25 de May de 2011). Trends over 5 Decades in U.S. Occupation-Related Physical Activity and Their Associations with Obesity. 6(5). Obtido de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0019657>.
- Cicchetti, D. (1994). Guidelines, criteria, and rules of thumb for evaluating normed and standardized assessment instruments in psychology. 6(4), pp. 284-290.
- Clark, B., Winkler, E., Healy, G., Gardiner, P., Dunstan, D., Owen, N., & Reeves, M. (Jun de 2013). Adults' past-day recall of sedentary time: reliability, validity, and responsiveness. 45(6), pp. 1198-207. doi:10.1249/MSS.0b013e3182837f57.
- Colbert, L., Mathews, C., Havighurst, T., Kim, K., & Schoeller, D. (1 de May de 2012). Comparative Validity of Physical Activity Measures in Older Adults. 43(5), pp. 867–876. doi:10.1249/MSS.0b013e3181fc7162.
- Cong, Y., Gan, Y., Deng, J., Cao, S., Xu, X., & Lu, Z. (4 de Feb de 2014). Association of sedentary behaviour with colon and rectal cancer: a meta-analysis of observational studies. 110(3), pp. 817-26. doi:10.1038/bjc.2013.709.
- Craft, L., Zderic, T., Gapstur, S., Vaniterson, E., Thomas, D., Siddique, J., & Hamilton, M. (4 de Oct de 2012). Evidence that women meeting physical activity guidelines do not sit less: an observational inclinometry study. p. 122. doi:10.1186/1479-5868-9-122.
- Craig, C., Marshall, A., Sjöström, M., Bauman, A., Booth, M., Ainsworth, B., . . . Oja, P. (Aug de 2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. 35(8), pp. 1381-95.
- Del Pozo-Cruz, B., Mañas, A., Martín-García, M., Marín-Puyalto, J., García-García, F., Rodríguez-Mañas, L., . . . Ara, I. (11 de Sep de 2017). Frailty is associated with objectively assessed sedentary behaviour patterns in older adults: Evidence from the Toledo Study for Healthy Aging (TSHA). doi:10.1371/journal.pone.0183911.
- Diaz, K., Howard, V., Hutto, B., Colabianchi, N., Vena, J., Safford, M., . . . Hooker, S. (3 de Oct de 2017). Patterns of Sedentary Behavior and Mortality in U.S. Middle-Aged and Older Adults: A National Cohort Study. 167(7), pp. 465-475. doi:10.7326/M17-0212.
- Direito, A., Carraça, E., Rawstorn, J., Whittaker, R., & Maddisin, R. (2017). mHealth Technologies to Influence Physical Activity and Sedentary Behaviors: Behavior Change Techniques, Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Annal of Behavioral Medicine*, 51, p. 226:239. doi:10.1007/s12160-016-9846-0.

- Dohrn, I., Kwak, L., Oja, P., Sjöström, M., & Hagströmer, M. (25 de Jan de 2018). Replacing sedentary time with physical activity: a 15-year follow-up of mortality in a national cohort. pp. 179-186. doi:10.2147/CLEP.S151613.
- Dowd, K., Harrington, D., & Donnelly, A. (19 de Oct de 2012). Criterion and Concurrent Validity of the activPAL™ Professional Physical Activity Monitor in Adolescent Females. 7(10). doi:10.1371/journal.pone.0047633.
- Dudley, P., Bassett, D., John, D., & Crouter, S. (29 de Aug de 2012). Validity of a Multi-Sensor Armband for Estimating Energy Expenditure during Eighteen Different Activities. 2:146. doi:10.4172/2165-7904.1000146.
- Dunstan, D., Wiesner, G., Eakin, E., Neuhaus, M., Owen, N., LaMontagne, A., . . . Healy, G. (9 de Nov de 2013). Reducing office workers' sitting time: rationale and study design for the Stand Up Victoria cluster randomized trial. 13:1057. doi:10.1186/1471-2458-13-1057.
- Edwards, M., & Loprinzi, P. (1 de Nov de 2016). Experimentally increasing sedentary behavior results in increased anxiety in an active young adult population. 204, pp. 166-73. doi:10.1016/j.jad.2016.06.045.
- Edwardson, C., Winkler, E., Bodicoat, D., Yates, T., Davies, M., Dunstan, D., & Healy, G. (Jun de 2017). Considerations when using the activPAL monitor in field-based research with adult populations. 6(2), pp. 162–178. doi:10.1016/j.jshs.2016.02.002.
- Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Brown, W., Fagerland, M., Owen, N., Powell, K., . . . the Lancet Sedentary Behaviour Working Group. (24 de Sep de 2016). Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. (Lancet, Ed.) *The Lancet*, 388((10051)), 1302-1310. Obtido de [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30370-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30370-1).
- Ellingson, L. D., Shields, M. R., Stegner, A. J., & Cook, D. B. (Feb de 2012). Physical activity, sustained sedentary behavior, and pain modulation in women with fibromyalgia. 13(2). doi:10.1016/j.jpain.2011.11.001.
- Elmesmari, R., Martin, A., Reilly, J. J., & Paton, J. Y. (9 de Mar de 2018). Comparison of accelerometer measured levels of physical activity and sedentary time between obese and non-obese children and adolescents: a systematic review. (B. Pediatr, Ed.) doi:10.1186/s12887-018-1031-0.

- Evenson, K. R., Wen, F., & Herring, A. H. (15 de Feb de 2015). Physical activity and sedentary behavior patterns using accelerometry from a national sample of United States adults. doi:10.1186/s12966-015-0183-7.
- Falconer, C., Page, A., Andrews, R., & Cooper, A. (Oct de 2015). The Potential Impact of Displacing Sedentary Time in Adults with Type 2 Diabetes. 47(10), pp. 2070-5. doi:10.1249/MSS.0000000000000651.
- Figueiró, T., Arins, G., Santos, C., Cembranel, F., Medeiros, P., d'Orsi, E., & Rech, C. (18 de Jan de 2019). Association of objectively measured sedentary behavior and physical activity with cardiometabolic risk markers in older adults. doi:10.1371/journal.pone.0210861.
- Ford, E., & Caspersen, C. (Oct de 2012). Sedentary behaviour and cardiovascular disease: a review of prospective studies. 41(5), 1338–1353. Obtido de <https://doi.org/10.1093/ije/dys078>.
- Gao, X., Nelson, M., & Tucker, K. (Mar de 2007). Television viewing is associated with prevalence of metabolic syndrome in Hispanic elders. 30(3), pp. 694-700. Obtido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17327343>.
- García-Hermoso, A., Martínez-Vizcaíno, V., Recio-Rodríguez, J., Sánchez-López, M., Gómez-Marcos, M., García-Ortiz, L., & EVIDENT Group. (Apr de 2015). Sedentary behaviour patterns and carotid intima-media thickness in Spanish healthy adult population. 239(2), pp. 571-6. doi:0.1016/j.atherosclerosis.2015.02.028.
- García-Hermoso, A., Notario-Pacheco, B., Recio-Rodríguez, J., Martínez-Vizcaíno, V., Rodrigo de Pablo, E., Magdalena Belio, J., . . . EVIDENT Group. (Dec de 2015). Sedentary behaviour patterns and arterial stiffness in a Spanish adult population - The EVIDENT trial. 243(2), pp. 516-22. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2015.10.004.
- Gardiner, P., Clark, B., Healy, G., Eakin, E., Winkler, E., & Owen, N. (2011-a). Measuring older adults' sedentary time: reliability, validity, and responsiveness. 43(11), pp. 2127-33. doi:10.1249/MSS.0b013e31821b94f7.
- Gardiner, P., Healy, G., Eakin, E., Clark, B., Dunstan, D., Shaw, J., . . . Owen, N. (2011-b). Associations between television viewing time and overall sitting time with the metabolic syndrome in older men and women: the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle study. 59(5), pp. 788-96. doi:10.1111/j.1532-5415.2011.03390.x.

- Garriguet, D., Carson, V., Colley, R., Janssen, I., Timmons, B., & Tremblay, M. (21 de Sep de 2016). Physical activity and sedentary behaviour of Canadian children aged 3 to 5. *27(9)*, pp. 14-23.
- Gennuso, K., Gangnon, R., Matthews, C., Thraen-Borowski, K., & Colbert, L. (Aug de 2013). Sedentary behavior, physical activity, and markers of health in older adults. *45(8)*, pp. 1493-500. doi:10.1249/MSS.0b013e318288a1e5.
- Gibson, A., Muggeridge, D., Hughes, A., Kelly, L., & Kirk, A. (21 de Sep de 2017). An examination of objectively-measured sedentary behavior and mental well-being in adults across week days and weekends. *2(9)*. doi:10.1371/journal.pone.0185143.
- Gorman, E., Hanson, H., Yang, P., Khan, K., Liu-Ambrose, T., & Ashe, M. (17 de Sep de 2013). Accelerometry analysis of physical activity and sedentary behavior in older adults: a systematic review and data analysis. *11(1)*, pp. 35–49. doi:10.1007/s11556-013-0132-x.
- Grant, P., Ryan, C., Tigbe, W., & Granat, M. (Dec de 2006). The validation of a novel activity monitor in the measurement of posture and motion during everyday activities. *40(12)*, pp. 992-7. Obtido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16980531>.
- Grøntved, A., & Hu, F. (15 de Jun de 2011). Television viewing and risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and all-cause mortality: a meta-analysis. pp. 2448-55. doi:10.1001/jama.2011.812.
- Hart, T., Swartz, A., Cashin, S., & Strath, S. (16 de Jun de 2011). How many days of monitoring predict physical activity and sedentary behaviour in older adults? *8:62*. doi:10.1186/1479-5868-8-62.
- Harvey, J., Chastin, S., & Skelton, D. (2 de Dec de 2013). Prevalence of sedentary behavior in older adults: a systematic review. *10(12)*, pp. 6645-61. doi:10.3390/ijerph10126645.
- Headley, S., Hutchinson, J., Wooley, S., Dempsey, K., Phan, K., Spicer, G., . . . Matthews, T. (19 de Jun de 2018). Subjective and objective assessment of sedentary behavior among college employees. *18(1)*, p. 768. doi:10.1186/s12889-018-5630-3.
- Healy, G., Clark, B., Winkler, E., Gardiner, P., Brown, W., & Matthews, C. (2011-a). Measurement of Adults' Sedentary Time in Population-Based Studies. *41(2)*, pp. 216-227. doi:10.1016/j.amepre.2011.05.005.
- Healy, G., Eakin, E., Owen, N., Lamontagne, A., Moodie, M., Winkler, E., . . . Dunstan, D. (Sep de 2016). A Cluster Randomized Controlled Trial to Reduce Office Workers'

- Sitting Time: Effect on Activity Outcomes. 48(9), pp. 1787-97. doi:10.1249/MSS.0000000000000972.
- Healy, G., Matthews, C., Dunstan, D., Winkler, E., & Owen, N. (2011-b). Sedentary time and cardio-metabolic biomarkers in US adults: NHANES 2003-06. 32(5), pp. 590-7. doi:10.1093/eurheartj/ehq451.
- Healy, G., Winkler, E., Brakenridge, C., Reeves, M., & Eakin, E. (2015-a). Accelerometer-derived sedentary and physical activity time in overweight/obese adults with type 2 diabetes: cross-sectional associations with cardiometabolic biomarkers. 10(3). doi:10.1371/journal.pone.0119140.
- Healy, G., Winkler, E., Owen, N., Anuradha, S., & Dunstan, D. (2015-b). Replacing sitting time with standing or stepping: associations with cardio-metabolic risk biomarkers. pp. 2643-9. doi:10.1093/eurheartj/ehv308.
- Heesch, K., Hill, R., Aguilar-Farias, N., van Uffelen, J., & Pavey, T. (26 de Nov de 2018). Validity of objective methods for measuring sedentary behaviour in older adults: a systematic review. 15, p. 119. doi:10.1186/s12966-018-0749-2.
- Helgadóttir, B., Owen, N., Dunstan, D., Ekblom, Ö., Hallgren, M., & Forsell, Y. (May de 2017). Changes in physical activity and sedentary behavior associated with an exercise intervention in depressed adults. 30, pp. 10-18. doi:https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2017.01.006.
- Helmerhorst, H., Wijndaele, K., Brage, S., Wareham, N., & Ekelund, U. (Aug de 2009). Objectively Measured Sedentary Time May Predict Insulin Resistance Independent of Moderate- and Vigorous-Intensity Physical Activity. 58(8), pp. 1776–1779. doi:10.2337/db08-1773.
- Herman, K., & Saunders, T. (27 de Dec de 2016). Sedentary behaviours among adults across Canada. doi:10.17269/cjph.107.5587.
- HFA. (s.d.). Heart Foundation. Obtido de <https://www.heartfoundation.org.au/active-living/sit-less>.
- Hidding, L., Altenburg, T., Mokkink, L., Terwee, C., & Chinapaw, J. (Apr de 2017). Systematic Review of Childhood Sedentary Behavior Questionnaires: What do We Know and What is Next? 47(4), pp. 677–699. Obtido de <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0610-1>.

- Hobbs, M., Pearson, N., Foster, P., & Biddle, S. (Sep de 2015). Sedentary behaviour and diet across the lifespan: an updated systematic review. 49(18), pp. 1179-88. doi:10.1136/bjsports-2014-093754.
- Honda, T., Chen, S., Yonemoto, K., Kishimoto, H., Chen, T., Narazaki, K., . . . Kumagai, S. (26 de Aug de 2016). Sedentary bout durations and metabolic syndrome among working adults: a prospective cohort study. doi:10.1186/s12889-016-3570-3.
- Hooker, S., Hutto, B., Zhu, W., Blair, S., Colabianchi, N., Vena, J., . . . Howard, V. (Apr de 2016). Accelerometer measured sedentary behavior and physical activity in white and black adults: the REGARDS study. 19(4), pp. 336–341. doi:10.1016/j.jsams.2015.04.006.
- IDF. (s.d.). International Diabetes Federation. Obtido de <https://www.idf.org/e-library/consensus-statements/60-idfconsensus-worldwide-definitionof-the-metabolic-syndrome.html>.
- Innerd, P., Harrison, R., & Coulson, M. (23 de Apr de 2018). Using open source accelerometer analysis to assess physical activity and sedentary behaviour in overweight and obese adults. 18(1):543. doi:10.1186/s12889-018-5215-1.
- Jones, S., Wen, F., Herring, A., & Evenson, K. (Dec de 2016). Correlates of US adult physical activity and sedentary behavior patterns. 19(12), pp. 1020-1027. doi:10.1016/j.jsams.2016.03.009.
- Júdice, P., Hamilton, M., Sardinha, L., & Silva, A. (2015-a). Randomized controlled pilot of an intervention to reduce and break-up overweight/obese adults' overall sitting-time. doi:10.1186/s13063-015-1015-4.
- Júdice, P., Santos, D., Hamilton, M., Sardinha, L., & Silva, M. (2015-b). Validity of GT3X and Actiheart to estimate sedentary time and breaks using ActivPAL as the reference in free-living conditions. 41(4), pp. 917-22. doi:10.1016/j.gaitpost.2015.03.326.
- Júdice, P., Silva, A., Berria, J., Petroski, E., Ekelund, U., & Sardinha, L. (4 de Mar de 2017). Sedentary patterns, physical activity and health-related physical fitness in youth: a cross-sectional study. 14: 25. doi:10.1186/s12966-017-0481-3.
- Júdice, P., Silva, A., Santos, D., Baptista, F., & Sardinha, L. (2015-c). Associations of breaks in sedentary time with abdominal obesity in Portuguese older adults. 37(2), p. 23. doi:10.1007/s11357-015-9760-6.
- Kehler, D., Clara, I., Hiebert, B., Stammers, A., Hay, J., Schultz, A., . . . Duhamel, T. (Apr de 2018). The association between bouts of moderate to vigorous physical activity and

- patterns of sedentary behavior with frailty. 104, pp. 28-34.
doi:10.1016/j.exger.2018.01.014.
- King, A. C., & Powell, K. E. (2018). 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee.
- Kirk, A., Gibson, A., Laverty, K., Muggeridge, D., Kelly, L., & Hughes, A. (2016). Patterns of Sedentary Behaviour in Female Office Workers. 3(3), pp. 423–431.
doi:10.3934/publichealth.2016.3.423.
- Kivimäki, M., Jokela, M., Nyberg, S., Singh-Manoux, A., Fransson, E., Alfredsson, L., & et al. (31 de Oct de 2015). Long working hours and risk of coronary heart disease and stroke: a systematic review and meta-analysis of published and unpublished data for 603 838 individuals. 386(10005), pp. 1739-1746. Obtido de [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60295-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60295-1).
- Koster, A., Caserotti, P., Patel, K. V., Matthews, C. E., Berrigan, D., Van Domelen, D. R., . . . Harris, T. B. (2012). Association of sedentary time with mortality independent of moderate to vigorous physical activity. 7(6). doi:10.1371/journal.pone.0037696.
- Kozey-Keadle, S., Libertine, A., Lyden, K., Staudenmayer, J., & Freedson, P. (2011). Validation of wearable monitors for assessing sedentary behavior. 43(8), pp. 1561-7.
doi:10.1249/MSS.0b013e31820ce174.
- Kriska, A., Delahanty, L., Edelstein, S., Amodei, N., Chadwick, J., Copeland, K., . . . Syme, S. (Mar de 2013). Sedentary Behavior and Physical Activity in Youth With Recent Onset of Type 2 Diabetes. 131(3). doi:10.1542/peds.2012-0620.
- Ku, P., Steptoe, A., Liao, Y., Hsueh, M., & Chen, L. (25 de Apr de 2019). A Threshold of Objectively-Assessed Daily Sedentary Time for All-Cause Mortality in Older Adults: A Meta-Regression of Prospective Cohort Studies. 8(4). doi:10.3390/jcm8040564.
- Lewis, B. A., Napolitano, M. A., Buman, M. P., Williams, D. M., & Nigg, C. R. (2017). Future directions in physical activity intervention research: expanding our focus to sedentary behaviors, technology, and dissemination. *J Behav Med*, 40, p. 112:126.
doi:10.1007/s10865-016-9797-8.
- Lopes, C., Torres, D., Oliveira, A., Severo, M., Alarcão, V., Guiomar, S., . . . Ramos, E. (2017). Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física, IAN-AF 2015-2016: Relatório de resultados. Universidade do Porto.
- Loyen, A., Clarke-Cornwell, A., Anderssen, S., Hagströmer, M., Sardinha, L., Sundquist, K., . . . Van der Ploeg, H. (2017). Sedentary Time and Physical Activity Surveillance

- Through Accelerometer Pooling in Four European Countries. pp. 1421–1435. doi:10.1007/s40279-016-0658-y.
- Loyen, A., van der Ploeg, H., Bauman, A., Brug, J., & Lakerveld, J. (2016). European sitting championship: prevalence and correlates of self-reported sitting time in the 28 european union member states. 11 (3). doi:10.1371/journal.pone.0149320.
- Lubans, D., Hesketh, K., Cliff, D., Barnett, L., Salmon, J., Dollman, J., . . . Hardy, L. (Oct de 2011). A systematic review of the validity and reliability of sedentary behaviour measures used with children and adolescents. 12(10), pp. 781-99. doi:10.1111/j.1467-789X.2011.00896.x.
- Lyden, K., Kozey-Keadle, S., Staudenmayer, J., & Freedson, P. (Nov de 2013). Validity of two wearable monitors to estimate breaks from sedentary time. 44(11), pp. 2243–2252. doi:10.1249/MSS.0b013e318260c477.
- Lynch, B. (Nov de 2010). Sedentary behavior and cancer: a systematic review of the literature and proposed biological mechanisms. 19(11), pp. 2691-709. doi:10.1158/1055-9965.EPI-10-0815.
- Matthews, C., Chen, K., Freedson, P., Buchowski, M., Beech, B., Pate, R., & Troiano, R. (1 de Apr de 2008). Amount of Time Spent in Sedentary Behaviors in the United States, 2003–2004. pp. 875–881. doi:10.1093/aje/kwm390.
- Merchant, G., Buelna, C., Castañeda, S., Arredondo, E., Marshall, S., Strizich, G., . . . Talavera, G. (22 de Oct de 2015). Accelerometer-measured sedentary time among Hispanic adults: Results from the Hispanic Community Health Study/Study of Latinos (HCHS/SOL). 2, pp. 845-53. doi:10.1016/j.pmedr.2015.09.019.
- Mielke, G., Silva, I., Owen, N., & Hallal, P. (11 de Mar de 2014). Brazilian Adults' Sedentary Behaviors by Life Domain: Population-Based Study. doi:10.1371/journal.pone.0091614.
- Mitchell, B., Smith, A., Rowlands, A., Parfitt, G., & Dollman, J. (Dec de 2018). Associations of physical activity and sedentary behaviour with metabolic syndrome in rural Australian adults. 21(12), pp. 1232-1237. doi:10.1016/j.jsams.2018.05.002.
- Morris, J. N., & Crawford, M. D. (20 de Dec de 1958). Coronary heart disease and physical activity of work. (B. M. Journal, Ed.) pp. 1485–1496.
- Moulin, M., & Irwin, J. (2017). An Assessment of Sedentary Time Among Undergraduate Students at a Canadian University. pp. 1116-1129.

- O'Connell, S., Griffiths, P., & Clemes, S. (Jan-Feb de 2014). Seasonal variation in physical activity, sedentary behaviour and sleep in a sample of UK adults. 41(1), pp. 1-8. doi:10.3109/03014460.2013.827737.
- Owen, N., & Bauman, A. (Apr de 1992). The descriptive epidemiology of a sedentary lifestyle in adult Australians. 21(2), pp. 305-10. Obtido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1428485>.
- Oyeyemi, A., Muhammed, S., Oyeyemi, A., & Adegoke, B. (2017). Patterns of objectively assessed physical activity and sedentary time: Are Nigerian health professional students complying with public health guidelines? 12(12). doi:10.1371/journal.pone.0190124.
- Paffenbarger, R., Lee, I., & Kampert, J. (1997). Physical activity in the prevention of non-insulin-dependent diabetes mellitus. pp. 210-8.
- Park, A. (2 de Sep de 2014). Sitting is Killing You. Obtido em 15 de Feb de 2019, de 2014: <http://time.com/sitting/>.
- Pavey, T. G., Peeters, G. G., & Brown, W. J. (Jan de 2015). Sitting-time and 9-year all-cause mortality in older women. 49(2), pp. 95-9. doi:10.1136/bjsports-2012-091676.
- Prince, S., LeBlanc, A., Colley, R., & Saunders, T. (11 de Dec de 2017). Measurement of sedentary behaviour in population health surveys: a review and recommendations. doi:10.7717/peerj.4130.
- Prince, S., Reid, R., Bernick, J., Clarke, A., & Reed, J. (Sep de 2018). Single versus multi-item self-assessment of sedentary behaviour: A comparison with objectively measured sedentary time in nurses. 21(9), pp. 925-929. doi:10.1016/j.jsams.2018.01.018.
- Proper, K., Singh, A., van Mechelen, W., & Chinapaw, M. (Feb de 2011). Sedentary behaviors and health outcomes among adults: a systematic review of prospective studies. 40(2), pp. 174-82. doi:10.1016/j.amepre.2010.10.015.
- Qi, Q., Strizich, G., Merchant, G., Sotres-Alvarez, D., Buelna, C., Castañeda, S. F., . . . Kaplan, R. C. (Out de 2015). Objectively Measured Sedentary Time and Cardiometabolic Biomarkers in US Hispanic/Latino Adults: The Hispanic Community Health Study/Study of Latinos (HCHS/SOL). pp. 1560-9. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.
- Raudsepp, L. (Nov de 2016). Bidirectional association between sedentary behaviour and depressive symptoms in adolescent girls. (E. J. Sci, Ed.) 16(8), pp. 1153-8. doi:10.1080/17461391.2016.1174312.

- Reece, J., Barry, V., Fuller, D., & Caputo, J. (9 de Sep de 2015). Validation of the SenseWear Armband as a Measure of Sedentary Behavior and Light Activity. *12*:9, pp. 1229-1237. Obtido de <https://doi.org/10.1123/jpah.2014-0136>.
- Rezende, L. F., Rey-López, J. P., Matsudo, V. K., & Luiz, O. C. (2014-a). Sedentary behavior and health outcomes among older adults: a systematic review. (B. P. Health, Ed.) p. 14:333. Obtido de <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-333>.
- Rezende, L., Lopes, M., Rey-López, J., Matsudo, V., & Luiz, O. (2014-b). Sedentary Behavior and Health Outcomes: An Overview of Systematic Reviews. doi:10.1371/journal.pone.0105620.
- Rosenberg, D., Bull, F., Marshall, A., Sallis, J., & Bauman, A. (2008). Assessment of sedentary behavior with the International Physical Activity Questionnaire. *5 Suppl 1*, pp. S30-44..
- Rosenberg, D., Gell, N., Jones, S., Renz, A., Kerr, J., Gardiner, P., & Arterburn, D. (Oct de 2015). The Feasibility of Reducing Sitting Time in Overweight and Obese Older Adults. *42*(5), pp. 669-76. doi:10.1177/1090198115577378.
- Rosenberg, D., Norman, G., Wagner, N., & Patrick, K. (Nov de 2010). Reliability and Validity of the Sedentary Behavior Questionnaire (SBQ) for Adults. *7*(6), pp. 697-705.
- Ross, B. (27 de May de 2013). What a bummer! Prolonged sitting is shortening our lives, experts say. *New York Daily News*. Obtido de <http://www.nydailynews.com/life-style/health/prolonged-sitting-shortening-lives-study-article-1.1355470>.
- Rossen, J., Buman, M., Johansson, U., Yngve, A., Ainsworth, B., Brismar, K., & Hagströmer, M. (28 de Jul de 2017). Reallocating bouted sedentary time to non-bouted sedentary time, light activity and moderate-vigorous physical activity in adults with prediabetes and type 2 diabetes. *12*(7). doi:10.1371/journal.pone.0181053.
- Ryan, C., Dall, P., Granat, M., & Grant, P. (Jul de 2011). Sitting patterns at work: objective measurement of adherence to current recommendations. *54*(6), pp. 531-538. Obtido de <https://doi.org/10.1080/00140139.2011.570458>.
- Ryan, R., Williams, G., Patrick, H., & Deci, E. (Jan de 2009). Self-Determination Theory and Physical Activity: The Dynamics of Motivation in Development and Wellness. *6*(2), pp. 107-124.
- Ryde, G., Gilson, N., Suppini, A., & Brown, W. (2012). Validation of a novel, objective measure of occupational sitting. *54*(5), pp. 383-6.

- Saunders, T., Tremblay, M., Mathieu, M., Henderson, M., O'Loughlin, J., Tremblay, A., . . . QUALITY cohort research group. (20 de Nov de 2013). Associations of sedentary behavior, sedentary bouts and breaks in sedentary time with cardiometabolic risk in children with a family history of obesity. doi:10.1371/journal.pone.0079143.
- SBRN. (2019). SBRN - Sedentary Behaviour Research Network. Obtido de <https://www.sedentarybehaviour.org/sbrn-terminology-consensus-project/portuguese-portugal-translation/>.
- SBRN. (2019-b). SBRN - Sedentary Behaviour Research Network. Obtido de <https://www.sedentarybehaviour.org/sedentary-behaviour-questionnaires/>.
- Schaan, C., Cureau, F., Sbaraini, M., Sparrenberger, K., Kohl Iii, H., & Schaan, B. (1 de Jun de 2018). Prevalence of excessive screen time and TV viewing among Brazilian adolescents: a systematic review and meta-analysis. doi:10.1016/j.jpmed.2018.04.011.
- Schmidt, M., Cleland, V., Thomson, R., Dwyer, T., & Venn, A. (May de 2008). A comparison of subjective and objective measures of physical activity and fitness in identifying associations with cardiometabolic risk factors. 18(5), pp. 378-86. doi:10.1016/j.annepidem.2008.01.005.
- Shakir, R., Coates, A., Olds, T., Rowlands, A., & Tsiros, M. (Nov-Dec de 2018). Not all sedentary behaviour is equal: Children's adiposity and sedentary behaviour volumes, patterns and types. 12(6), pp. 506-512. doi:10.1016/j.orcp.2018.09.001.
- Shen, D., Mao, W., Liu, T., Lin, Q., Lu, X., Wang, Q., . . . Wijndaele, K. (25 de Aug de 2014). Sedentary Behavior and Incident Cancer: A Meta-Analysis of Prospective Studies. 9(8). doi:10.1371/journal.pone.0105709.
- Shrestha, N., Grgic, J., Wiesner, G., Parker, A., Podnar, H., Bennie, J., . . . Pedisic, Z. (13 de Jan de 2018). Effectiveness of interventions for reducing non-occupational sedentary behaviour in adults and older adults: a systematic review and meta-analysis. doi:10.1136/bjsports-2017-098270.
- Silva, A. (2017). Clinical Trial: Lifestyle Intervention Program for Former Elite Athletes (Champ4Life). Faculdade de Motricidade Humana - Universidade de Lisboa, Oeiras. Obtido de <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03031951>.
- Slade, M., & Levy, B. (Sep de 2016). A chapter a day: Association of book reading with longevity. 164, pp. 44-48. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.07.014>.
- Smith, L., Hamer, M., Ucci, M., Marmot, A., Gardner, B., Sawyer, A., . . . Fisher, A. (17 de Jan de 2015). Weekday and weekend patterns of objectively measured sitting, standing,

- and stepping in a sample of office-based workers: the active buildings study. doi:10.1186/s12889-014-1338-1.
- Song, J., Dunlop, D., Semanik, P., Chang, A., Lee, Y., Gilbert, A., . . . Lee, J. (Dec de 2018). Reallocating time spent in sleep, sedentary behavior and physical activity and its association with pain: a pilot sleep study from the Osteoarthritis Initiative. 26(12), pp. 1595-1603. doi:10.1016/j.joca.2018.07.002.
- Stamatakis, E., Davis, E., Stathi, A., & Hamer, M. (Jan de 2012). Associations between multiple indicators of objectively-measured and self-reported sedentary behaviour and cardiometabolic risk in older adults. pp. 82-7. doi:10.1016/j.ypped.2011.10.009.
- Stansfield, B., Hajarnis, M., & Sudarshan, R. (Jan de 2015). Characteristics of very slow stepping in healthy adults and validity of the activPAL3™ activity monitor in detecting these steps. 37(1), pp. 42-7. doi:10.1016/j.medengphy.2014.10.003.
- Strain, T., Kelly, P., Mutrie, N., & Fitzsimons, C. (Apr de 2018). Differences by age and sex in the sedentary time of adults in Scotland. 36(7), pp. 732-741. doi:10.1080/02640414.2017.1339904.
- Suchert, V., Hanewinkel, R., & Isensee, B. (Jul de 2015). Sedentary behavior and indicators of mental health in school-aged children and adolescents: a systematic review. 76, pp. 48-57. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.ypped.2015.03.026>.
- Swartz, A., Rote, A., Cho, Y., Welch, W., & Strath, S. (13 de May de 2014). Responsiveness of motion sensors to detect change in sedentary and physical activity behaviour. 48(13), pp. 1043–1047. doi:10.1136/bjsports-2014-093520.
- Thorp, A., Healy, G., Winkler, E., Clark, B., Gardiner, P., Owen, N., & Dustan, D. (2012). Prolonged sedentary time and physical activity in workplace and non-work contexts: a cross-sectional study of office, customer service and call centre employees. 9: 128. doi:10.1186/1479-5868-9-128.
- Thorp, A., Owen, N., Neuhaus, M., & Dunstan, D. (Aug de 2011). Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. pp. 207-15. doi:10.1016/j.amepre.2011.05.004.
- Tigbe, W., Granat, M., Sattar, N., & Sattar, M. (May de 2017). Time spent in sedentary posture is associated with waist circumference and cardiovascular risk. *Int J Obes (Lond)*., pp. 689-696. doi:10.1038/ijo.2017.30.
- Tremblay, M. S., Aubert, S., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., Chastin, S. F., . . . SBRN Terminology Consensus Project Participants. (17 de Jun de 2017).

- Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. 14(1):75. doi:10.1186/s12966-017-0525-8.
- Tremblay, M., Colley, R., Saunders, T., Healy, G., & Owen, N. (Dec de 2010). Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. pp. 725-40. doi:10.1139/H10-079.
- Tremblay, M., Leblanc, A., janssen, I., Kho, M., Hicks, A., Murumets, K., . . . Duggan, M. (2011-b). Canadian sedentary behaviour guidelines for children and youth. 36(1), pp. 59-64; 65-71. doi:10.1139/H11-012.
- Tremblay, M., LeBlanc, A., Kho, M., Saunders, T., Larouche, R., Colley, R., . . . Gorber, S. (2011-a). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. Obtido de <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-98>.
- Troiano, R., Berrigan, D., Dodd, K., Mâsse, L., Tilert, T., & McDowell, M. (Jan de 2008). Physical activity in the United States measured by accelerometer. 40(1), pp. 181-8.
- Vallance, J., Buman, M., Stevinson, C., & Lynch, B. (Jan de 2015). Associations of overall sedentary time and screen time with sleep outcomes. 39(1), pp. 62-7. doi:10.5993/AJHB.39.1.7.
- Vallance, J., Gardiner, P., Lynch, B., D'Silva, A., Boyle, T., Taylor, L., . . . Owen, N. (Nov de 2018). Evaluating the Evidence on Sitting, Smoking, and Health: Is Sitting Really the New Smoking? 108(11), pp. 1478–1482. doi:10.2105/AJPH.2018.304649.
- van der Berg, J., Stehouwer, C., Bosma, H., van der Velde, J., Willems, P., Savelberg, H., . . . Koster, A. (Apr de 2016). Associations of total amount and patterns of sedentary behaviour with type 2 diabetes and the metabolic syndrome: The Maastricht Study. 59(4), pp. 709-18. doi:10.1007/s00125-015-3861-8.
- Vancampfort, D., Mugisha, J., De Hert, M., Probst, M., & Stubbs, B. (Jul de 2017). Sedentary Behavior in People Living With HIV: A Systematic Review and Meta-Analysis. 14(7), pp. 571-577. doi:10.1123/jpah.2016-0507.
- Wafa, S., Shahril, M., Ahmad, A., Zainuddin, L., Ismail, K., Aung, M., & Mohd, Y. (4 de May de 2016). Association between physical activity and health-related quality of life in children: a cross-sectional study. 14:71. doi:10.1186/s12955-016-0474-y.
- WCRF, & AICR. (s.d.). Worldwide cancer data - Global cancer statistics for the most common cancers. Obtido de World Cancer Research Funf & American Institute for Cancer Research: <https://www.wcrf.org/dietandcancer/cancer-trends/worldwide-cancer-data>.
- Weimo, Z., & Neville, O. (2017). Sedentary Behavior and Health - Concepts, Assessments and Interventions. Human Kinetics.

- WHO. (30 de Oct de 2018). World Health Organization - Key Facts . Obtido de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>.
- Wijndaele, K., Healy, G., Dunstan, D., Barnett, A., Salmon, J., Shaw, J., . . . Owen, N. (Aug de 2010). Increased cardiometabolic risk is associated with increased TV viewing time. 42(8), pp. 1511-8. doi:10.1249/MSS.0b013e3181d322ac.
- Wilmot, E., Edwardson, C., Achana, F., Davies, M., Gorely, T., Gray, L., . . . Biddle, B. (Nov de 2012). Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: systematic review and meta-analysis. 55(11), pp. 2895-905. doi:10.1007/s00125-012-2677-z.
- Wilson, J., Blackburn, N., O'Reilly, R., Kee, F., Caserotti, P., & Tully, M. (11 de Jan de 2019). Association of objective sedentary behaviour and self rated health in English older adults. 12(1), p. 12. doi:10.1186/s13104-019-4050-5.
- Wirth, K., Klenk, J., Brefka, S., Dallmeier, D., Faehling, K., Figuls, M., . . . on behalf of the SITLESS consortium. (May de 2017). Biomarkers associated with sedentary behaviour in older adults: A systematic review. pp. 87-111. Obtido de <https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.12.002>.
- WMA. (27 de Nov de 2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. 310(20), pp. 2191-4. doi:10.1001/jama.2013.281053.
- Wu, X., Han, L., Luo, S., Hu, J., & Sun, K. (9 de Nov de 2017). The influence of physical activity, sedentary behavior on health-related quality of life among the general population of children and adolescents: A systematic review. 12(11). doi:10.1371/journal.pone.0187668.
- Yang, Y., Shin, J., & An, R. (Aug de 2017). Sedentary Behavior and Sleep Problems: a Systematic Review and Meta-Analysis. (I. J. Med., Ed.) 24(4), pp. 481-492. doi:10.1007/s12529-016-9609-0.