

FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

---



**A PROPORÇÃO CORPORAL COMO FACTOR  
ADAPTATIVO:**

**Comprimento relativo do membro inferior e o gasto  
energético de repouso**

*Dissertação apresentada com vista à obtenção do grau de  
Mestre em Treino de Alto Rendimento*

*Orientação Científica:*

*Professora Doutora Maria Isabel Caldas Januário Fragoso*

*Catarina Santos Silva*

*Lisboa, 2016*

O presente documento não foi redigido segundo as normas do Novo Acordo Ortográfico.

*Para o João, a Maria, a Joana e o João.*

*Para a Maria Augusta e o Manuel, duas estrelinhas no céu.*

## ÍNDICE GERAL

|  |    |
|--|----|
| <b>Agradecimentos</b> .....  | 11 |
| <b>Abreviaturas</b> .....  | 15 |
| <b>Abstract</b> .....  | 17 |
| <b>Resumo</b> .....  | 19 |
| <br>   |    |
| <b>CAPÍTULO I - Enquadramento Geral da Tese</b> .....  | 21 |
| <br>   |    |
| <b>CAPÍTULO II - Artigo 1: Body proportion (relative leg length) has a moderator effect on resting energy expenditure-fat-free mass relationship</b> ..... | 27 |
| Abstract .....   | 28 |
| Introduction .....   | 28 |
| Methods .....  | 32 |
| Underlying Scientific Project .....  | 32 |
| Sample .....   | 32 |
| Anthropometry, Body Composition and Maturation Assessment .....  | 32 |
| Body Proportion Index .....  | 34 |
| Resting Energy Expenditure (REE) and Physical Activity Level (PAL) .....   | 34 |
| Statistical Analysis .....   | 35 |
| Results .....  | 36 |
| Discussion and Conclusion .....  | 40 |
| References .....   | 43 |

|  |    |
|--|----|
| <b>CAPÍTULO III – Suplemento Metodológico do Artigo 1</b> .....  | 47 |
| Concepção Experimental do Estudo .....   | 48 |
| Tratamento Estatístico e Considerações Metodológicas .....   | 48 |
| Análise de Covariância (ANCOVA).....   | 48 |
| 1) Variáveis introduzidas .....  | 48 |
| 2) Análise dos pressupostos estatísticos da ANCOVA paramétrica .....   | 50 |
| 3) Justificação da opção pelo teste paramétrico da ANCOVA .....  | 54 |
| Análise de Moderação.....  | 54 |
| 1) Análise dos pressupostos estatísticos da regressão linear múltipla.....   | 55 |
| 2) Variável moderadora – Reflexões sobre dicotomização, utilização de variáveis <i>dummy</i><br>ou dados contínuos .....   | 68 |
| <br><b>CAPÍTULO IV - Artigo 2: PAL assessed by a self-report questionnaire of daily life<br/>routines and by a triaxial accelerometer in a sample of adolescents: a relative validation<br/>and the importance of considering non-wear time activities in accelerometry data</b> ..... | 71 |
| Abstract .....   | 72 |
| Introduction.....  | 73 |
| Methods.....   | 75 |
| Underlying Scientific Project.....   | 75 |
| Participants.....  | 76 |
| Anthropometric Measurements and Maturation.....  | 76 |
| Self-report Questionnaire of Daily Life Routines .....   | 77 |
| Accelerometry .....  | 79 |
| Statistical Analysis .....   | 81 |

|   |            |
|---|------------|
| Results .....   | 83         |
| Regression Approach of Bland-Altman Method.....                 | 85         |
| Summary of the Results .....                                    | 88         |
| Discussion and Conclusion .....                                 | 88         |
| References .....  | 93         |
| <br>  |            |
| <b>CAPÍTULO V – Suplemento Metodológico do Artigo 2 .....</b>   | <b>99</b>  |
| Concepção Experimental do Estudo .....                          | 100        |
| Tratamento Estatístico e Considerações Metodológicas .....      | 100        |
| Método de Validação .....                                       | 100        |
| 1) Aplicação do Método Bland & Altman (1983, 1986).....         | 101        |
| <br>  |            |
| <b>CAPÍTULO VI – Discussão e Conclusões Gerais da Tese.....</b> | <b>109</b> |
| <br>  |            |
| <b>Bibliografia .....</b>                                       | <b>113</b> |
| <br>  |            |
| <b>Anexos .....</b>   | <b>117</b> |

## TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Table 1 (Capítulo II)</b> – Sample characterization according to the sports involvement of the participants.....   | 36 |
| <b>Table 2 (Capítulo II)</b> – Maturation, anthropometry, body composition, body proportion, resting energy expenditure (REE) and physical activity level (PAL) characterization of total sample and by sex. .... | 37 |
| <b>Table 3 (Capítulo II)</b> – Analysis of covariance (ANCOVA). ....  | 38 |
| <b>Table 4 (Capítulo II)</b> – Association between REE by kilogram of FFM and total FFM, PAL, and RLL and moderator effect of RLL. ....   | 39 |
| <b>Tabela 1 (Capítulo III)</b> – Resultados dos testes de normalidade do <i>rácio REE/RLL</i> nos três grupos de <i>RLL</i> (premissa ANCOVA) .....   | 51 |
| <b>Tabela 2 (Capítulo III)</b> – Resultados da verificação do pressuposto da ANCOVA de homogeneidade dos declives das rectas de regressão. ....   | 53 |
| <b>Tabela 3 (Capítulo III)</b> – Resultados dos testes de normalidade aos <i>standardized residuals</i> da regressão linear múltipla (Modelo A). ....   | 56 |
| <b>Tabela 4 (Capítulo III)</b> – Tabela de resultados do estudo da multicolinearidade para as variáveis introduzidas (Modelo A).....  | 59 |
| <b>Tabela 5 (Capítulo III)</b> – Resultados dos testes de normalidade aos <i>standardized residuals</i> da regressão linear múltipla (Modelo B).....  | 60 |
| <b>Tabela 6 (Capítulo III)</b> – Tabela de resultados do estudo da multicolinearidade para as variáveis introduzidas (Modelo B).....  | 63 |
| <b>Tabela 7 (Capítulo III)</b> – Resultados dos testes de normalidade aos <i>standardized residuals</i> da regressão linear múltipla (Modelo C).....  | 64 |
| <b>Tabela 8 (Capítulo III)</b> – Tabela de resultados do estudo da multicolinearidade para as variáveis introduzidas (Modelo C).....  | 66 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Tabela 9 (Capítulo III)</b> – Estatísticas descritivas dos valores absolutos dos <i>unstandardized residuals</i> do modelo B. ....   | 68  |
| <b>Table 1 (Capítulo IV)</b> – Anthropometric, maturation, and body proportion characterization of total sample and by sex. ....  | 83  |
| <b>Table 2 (Capítulo IV)</b> – Sub-sample characterization according to the sports involvement of the participants .....  | 84  |
| <b>Table 3 (Capítulo IV)</b> – Physical Activity Level (PAL) classification of the sample, according to the three methodologies. ....   | 84  |
| <b>Table 4 (Capítulo IV)</b> – Regression equations for mean difference and Limits of Agreement (LOA) between methods. ....   | 85  |
| <b>Tabela 1 (Capítulo V)</b> – Estatísticas descritivas (média e desvio padrão) da Diferença PAL Acelerometria sem <i>NWT</i> – PAL Questionário. ....  | 102 |
| <b>Tabela 2 (Capítulo V)</b> – Correlação Diferenças Absolutas de <i>PAL</i> vs. Média de <i>PAL</i> entre Questionário RAPIL II e Acelerometria, sem considerar <i>NWT</i> . ....  | 104 |
| <b>Tabela 3 (Capítulo V)</b> – Correlação das variáveis logaritmizadas ( <i>ln</i> ) Diferenças Absolutas de <i>PAL</i> vs. Média de <i>PAL</i> entre Questionário RAPIL II e Acelerometria, sem considerar <i>NWT</i> . .. | 105 |
| <b>Tabela 4 (Capítulo V)</b> – Estatísticas descritivas (média e desvio padrão) da Diferença PAL Acelerometria com <i>NWT</i> – PAL Questionário.....   | 105 |
| <b>Tabela 5 (Capítulo V)</b> – Correlação Diferenças Absolutas de <i>PAL</i> vs. Média de <i>PAL</i> entre Questionário RAPIL II e Acelerometria, considerando o <i>NWT</i> . ....  | 107 |
| <b>Tabela 6 (Capítulo V)</b> – Correlação das variáveis logaritmizadas ( <i>ln</i> ) Diferenças Absolutas de <i>PAL</i> vs. Média de <i>PAL</i> entre Questionário RAPIL II e Acelerometria, considerando o <i>NWT</i> . .. | 108 |



## FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figure 1 (Capítulo II)</b> – <i>Post hoc</i> Sidak test, with <i>p</i> -values and 95% confidence intervals, between groups of Relative Leg Length (RLL). .....                        | 38  |
| <b>Figura 1 (Capítulo III)</b> – Histogramas do rácio REE/FFM com sobreposição da curva normal, para os grupos de RLL. ....   | 52  |
| <b>Figura 2 (Capítulo III)</b> – Histograma dos <i>standardized residuals</i> do modelo de regressão linear múltipla (Modelo A), com sobreposição da curva normal. ....                   | 57  |
| <b>Figura 3 (Capítulo III)</b> – Diagrama de dispersão para verificação da variância constante dos erros aleatórios (Modelo A). ....  | 58  |
| <b>Figura 4 (Capítulo III)</b> – Histograma dos <i>standardized residuals</i> do modelo de regressão linear múltipla (Modelo B), com sobreposição da curva normal. ....                   | 61  |
| <b>Figura 5 (Capítulo III)</b> – Diagrama de dispersão para verificação da homoscedasticidade dos erros aleatórios (Modelo B). ....   | 62  |
| <b>Figura 6 (Capítulo III)</b> – Histograma dos <i>standardized residuals</i> do modelo de regressão linear múltipla (Modelo C), com sobreposição da curva normal. ....                   | 64  |
| <b>Figura 7 (Capítulo III)</b> – Diagrama de dispersão para verificação da variância constante dos erros aleatórios (Modelo C). ....  | 65  |
| <b>Figure 1 (Capítulo IV)</b> – Regression approach of Bland-Altman plot – Agreement between PAL assessed by Questionnaire RAPIL II ( <i>PAL Questionnaire</i> ) and ActiGraph GT3X. .... | 85  |
| <b>Figure 2 (Capítulo IV)</b> – Mean differences and regression based Limits of Agreement of PAL between RAPIL II Questionnaire and Accelerometry. ....                                   | 87  |
| <b>Figura 1 (Capítulo V)</b> – Diagrama Bland-Altman do método tradicional (validação do Questionário RAPIL II por comparação com acelerometria sem inclusão do <i>NWT</i> ). ....        | 103 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figura 2 (Capítulo V)</b> – PAL estimado pelo Questionário RAPIL II (eixo Y) e através de acelerometria sem NWT (eixo X), com a recta bissectriz dos quadrantes ímpares. ....   | 104 |
| <b>Figura 3 (Capítulo V)</b> – Diagrama Bland-Altman do método tradicional (validação do Questionário RAPIL II por comparação com acelerometria com inclusão do <i>NWT</i> ) ..... | 106 |
| <b>Figura 4 (Capítulo V)</b> – PAL estimado pelo Questionário RAPIL II (eixo Y) e através de acelerometria com NWT (eixo X), com a recta bissectriz dos quadrantes ímpares. ....   | 107 |

## AGRADECIMENTOS

A princípio, esta página estende-se branca, revelando um espaço leve e harmonioso, para, entre os seus quatro ângulos, gravar os nomes dos que muito me deram nos últimos dois anos. Certamente, alguns deles, ultrapassam essa fronteira temporal, caminhando a meu lado desde há muito, no passado, fazendo-me crer que sempre estiveram aqui, já que não tenho memória de outro presente.

Estas linhas são uma forma de incitar a recordação de muito mais do que aqui possa escrever, reconhecendo sempre as limitações da oratória e, neste caso, da escrita, face ao sentimento que prevalece na mente e no coração.

Assim, este trabalho resulta, obviamente e também, do contacto que tive com todas estas pessoas, detentoras de pontos de vista distintos, de diferentes formas de estar e de encarar a vida, a ciência, e quaisquer outras valências que lhes digam respeito. Resulta dos pensamentos e das reflexões que essas pessoas fomentaram em mim. Dos cuidados que me dedicaram.

Assim, e apesar da tradicional estrutura destes trabalhos, que sempre reserva algumas páginas iniciais de agradecimentos, não o faço com uma postura protocolar, mas liberto-me à vontade da escrita e reservo-me ao seu efeito, livre e com exacerbado prazer, sob o sol matinal que raia sobre mim, na casa do Norte, na Vila de Cucujães.

Os destaques que farei não obedecem a qualquer ordenação de importância ou relevância atribuídas. Deixo, então, os meus sinceros agradecimentos a todos vós.

À Doutora Isabel Fragoso. Sempre entusiasta, foi com ela que experimentei a sensação do surgimento daquela pergunta, daquela curiosidade, da chamada *hipótese científica*, no sentido romântico da expressão, que sonhamos um dia vir sentir, quando estamos nas carteiras da escola. Autora de uma visão da vida muito peculiar, exerceu em mim, mais do que o mero papel de “orientadora de Mestrado”, foi também orientadora de pontos cegos da minha alma e espírito. Obrigada pela mestria e pela forma maternal como ensina a *ver*, a *sentir*. É a ternura em pessoa.

À Professora Júlia Teles, detentora de uma grande simpatia e disponibilidade, pelas nossas jornadas de estudo da estatística e dos números, que tanto nos entusiasma e apaixonam. Trago-a em mim, com muito carinho.

Um agradecimento especial à Ana Lúcia Silva, sempre disponível, apesar de absorvida pelo seu Doutorado. Um “muito obrigada” pela experiência e esclarecimentos que partilhaste comigo.

Ao grupo PANO! Essa minha segunda casa durante este último ano. Meus companheiros e amigos de trabalho. Um conjunto de pessoas extraordinárias, cada uma especial nas suas facetas, mas todas necessárias à concepção de um grupo coeso, completo e brilhante, do qual me orgulho de pertencer. Lanço-vos por ordem alfabética e sem títulos, para me sentir (ainda mais) próxima: António Palmeira (grandes desafios aguardam-nos nos próximos tempos, hã?); Diogo Santos (embora ex-elemento, nunca deixarás de ser “PANO”. Uma das peças fundamentais nos primeiros tempos em que vos conheci!); Eliana Carraça (a mamã dedicada e talentosa, sempre a fervilhar com ideias); Hugo Pereira (obrigada por tantas gargalhadas!!! Até nos momentos de maior aperto, consegues arrancar-nos sorrisos. Mantém sempre essa tua espontaneidade, alegria e humildade no DNA. Espero que continues a “gozar” com as minhas análises no SPSS, só para me fazer evoluir.); Inês Santos (o “meu par” perfeccionista, dos pormenores, com quem partilhei e ouvi dúvidas, inseguranças e vitórias – aquela submissão à Ética e os ficheiros excel às cores, lembras-te? – faço figas pelo teu maior sucesso, parte dele está para breve, tenho a maior das certezas...); Jorge Encantado (o recém-casado, o “homem das tecnologias”! Olha que não te escapas numa das próximas corridas “PANO runners”!!!); Marlene Silva (a coordenadora e amiga, cheia de tacto para a as pessoas, contigo tenho aprendido e evoluído tanto, e a tantos níveis, tornas-te uma inspiração, na tua competência, conhecimento e forma de estar. Humanizas tão bem a ciência! Devo-te imenso!); Marta Antunes (a nossa recém-mamã!!! Sempre optimista e com uma palavra amiga. Na tua eficácia e proficiência, fazes-nos lembrar que, mesmo estando a 200% no trabalho, o nosso porto seguro é sempre a família.); Marta Marques (a “aventureira”. Cheia de desenvoltura e mérito, fértil em experiências e cheia de

ciência em si.); Rui Jorge (o contador de histórias hilariantes. Uma figura talentosa das Ciências da Nutrição); Susana Cunha (a companheira dos momentos “contra-relógio”. A detentora da voz mais fantástica do grupo, tão útil nos nossos contactos com os participantes! Admiro a tua capacidade veloz de realizar tarefas cíclicas). Por último, embora nunca menos importante, ao nosso “Professor”, Pedro Teixeira, um investigador admirável que tão bem sabe como partilhar a sua sabedoria e fazer-nos crescer como pessoas e como profissionais. Como críticos! Reconheço-lhe tantas qualidades. O “nosso grupo”, como diz, é uma bolinha efervescente de conhecimento, pesquisa, ousadia e competência, que espelha e reflecte o seu próprio mestre... Só lhe tenho a agradecer toda a confiança que em mim depositou, ao receber-me como membro do grupo. E que originou uma viragem de 300% na minha vida do último ano. Em nada me arrependo. Muito obrigada.

Apesar de não prezar “listas longas”, há, ainda assim, outros nomes que têm de estar presentes. Nomes de quem, não participando directamente na minha vida profissional, o faz na perfeição na minha vida pessoal: ao afilhado Martim, aos primos Patrícia, João Paulo e Ricardo, aos padrinhos Vítor e Conceição, à Marta e ao Américo (por todo o carinho e pela verdadeira “obra-prima” que criaram e educaram, um muito obrigada), ao João Pedro e ao grande, grande amigo de longa data, André Gonçalves. São um pedacinho de Paraíso em mim.

À Irmã Conceição. A acção em pessoa, a palavra amiga em tantas ocasiões... Reconheço-lhe a ternura de uma avó. Alguém com uma vocação incomensurável, com uma experiência vivencial e espiritual admiráveis, que tão bem nos situa como seres humanos neste Universo, onde o Amor terá sempre de ser colocado em primeiro lugar, para que a condição humana se revele no seu máximo esplendor. Trago-a no coração.

À minha família. Aos meus pais, João Carlos e Maria do Carmo (os meus heróis), e irmã, Joana (“irmã” é uma palavra que diz tanto e, ainda assim, todo o seu significado é parco para descrever o que significas para mim), os pilares da minha vida, aos quais agradeço o amor incondicional que sempre me dedicaram, o carinho com que sempre vivemos, os valores que me transmitiram, a educação que me proporcionaram. O lar maravilhoso que construímos. Sempre e

desde sempre presentes (e para sempre!). Maravilhosos. Orgulham-me tanto. Sinto-me uma abençoada por vos ter.

Ao João. Ao meu eterno “mentor”. Ao nosso Universo paralelo, que tão bem criámos e para onde nos elevamos e vivemos a nossa felicidade tão grande. Como é bom sentir-me agraciada com a tua presença incessante. Agradeço-te toda a confiança, todas as palavras e todas as acções, que me fazem progredir e valorizar aquilo que realmente é importante. Que me fortalecem. Agradeço a compreensão e o inesgotável companheirismo durante este ano de concentrado trabalho (e pelas semanas seguidas a fio que passámos sem ir ao Norte, para que eu ficasse a trabalhar aos fins-de-semana!). Tudo o que pudesse aqui escrever (dava mais do que um *Guerra e Paz...*), tratarei de to demonstrar. Aos anos passados, ao presente e a todo o infinito que temos pela frente: um brinde a nós!

...Deixem-me respirar fundo e saborear a lembrança destas vivas maravilhas.

## ABREVIATURAS

|               |  |  |
|---------------|--|--|
| <i>ANCOVA</i> | <i>Covariance Analysis</i>   | <i>Análise de Covariância</i>  |
| <i>ANOVA</i>  | <i>Variance Analysis</i>   | <i>Análise de Variâncias</i>   |
| <i>ATP</i>    | <i>Adenosine Triphosphate</i>  | <i>Adenosina Trifosfato</i>  |
| <i>BA</i>     | <i>Bone Age</i>  | <i>Idade Óssea</i>   |
| <i>BMR</i>    | <i>Basal Metabolic Rate</i>  | <i>Taxa Metabólica Basal</i>   |
| <i>CA</i>     | <i>Chronological Age</i>   | <i>Idade Cronológica</i>   |
| <i>CI</i>     | <i>Confidence Interval</i>   | <i>Intervalo de Confiança</i>  |
| <i>DGS</i>    | <i>Directorate-General of Health</i>                                     | <i>Direcção Geral de Saúde</i>                                       |
| <i>DLW</i>    | <i>Doubled Labeled Water</i>   | <i>Água Duplamente Marcada</i>                                       |
| <i>EE</i>     | <i>Energy Expenditure</i>  | <i>Gasto Energético</i>  |
| <i>EPOC</i>   | <i>Excess Post-Exercise Oxygen<br/>Consumption</i>                       | <i>Consumo Excessivo de Oxigénio<br/>Após o Exercício</i>            |
| <i>FCT</i>    | <i>Science and Technology Foundation</i>                                 | <i>Fundação para a Ciência e<br/>Tecnologia</i>                      |
| <i>FFM</i>    | <i>Fat-Free Mass</i>   | <i>Massa Livre de Gordura</i>  |
| <i>FM</i>     | <i>Fat Mass</i>  | <i>Massa Gorda</i>   |
| <i>ICC</i>    | <i>Intraclass Correlation Coefficient</i>                                | <i>Coefficiente de Correlação<br/>Intraclasse</i>                    |
| <i>ISAK</i>   | <i>International Society for the<br/>Advancement of Kinanthropometry</i> | <i>Sociedade Internacional para o<br/>Avanço da Cinantropometria</i> |
| <i>LL</i>     | <i>Leg Length</i>  | <i>Comprimento do Membro Inferior</i>                                |
| <i>Ln</i>     | <i>Natural Logarithm</i>   | <i>Logaritmo Natural</i>   |
| <i>LOA</i>    | <i>Limits of Agreement</i>   | <i>Limites de Concordância</i>                                       |

|             |   |   |
|-------------|---|---|
| <i>Max</i>  | <i>Maximum</i>                              | <i>Máximo</i>   |
| <i>MEMS</i> | <i>Microelectro-Mechanical-System</i>       | <i>Sistema Microelétrico Mecânico</i>                   |
| <i>MET</i>  | <i>Metabolic Equivalent</i>                 | <i>Equivalente Metabólico</i>                           |
| <i>Min</i>  | <i>Minimum</i>                              | <i>Mínimo</i>   |
| <i>NWT</i>  | <i>Non-Wear Time</i>                        | <i>Períodos de Não Utilização</i>                       |
| <i>PA</i>   | <i>Physical Activity</i>                    | <i>Actividade Física</i>                                |
| <i>PAEE</i> | <i>Physical Activity Energy Expenditure</i> | <i>Gasto Energético Decorrente da Actividade Física</i> |
| <i>PAL</i>  | <i>Physical Activity Level</i>              | <i>Nível de Actividade Física</i>                       |
| <i>REE</i>  | <i>Resting Energy Expenditure</i>           | <i>Gasto Energético de Repouso</i>                      |
| <i>RLL</i>  | <i>Relative Leg Length</i>                  | <i>Comprimento Relativo do Membro Inferior</i>          |
| <i>RMR</i>  | <i>Resting Metabolic Rate</i>               | <i>Taxa Metabólica de Repouso</i>                       |
| <i>SD</i>   | <i>Standard Deviation</i>                   | <i>Desvio Padrão</i>                                    |
| <i>SE</i>   | <i>Standard Error</i>                       | <i>Erro Padrão</i>                                      |
| <i>TEE</i>  | <i>Total Energy Expenditure</i>             | <i>Gasto Energético Total</i>                           |
| <i>TEF</i>  | <i>Thermic Effect of Food</i>               | <i>Efeito Térmico dos Alimentos</i>                     |
| <i>TL</i>   | <i>Trunk Length</i>                         | <i>Comprimento do Tronco</i>                            |
| <i>TME</i>  | <i>Technical Measurement Error</i>          | <i>Erro Técnico de Medida</i>                           |
| <i>TW3</i>  | <i>Tanner-Whitehouse III Method</i>         | <i>Método Tanner-Whitehouse III</i>                     |
| <i>VIF</i>  | <i>Variance Inflation Factors</i>           | <i>Factores de Inflação de Variância</i>                |
| <i>WHO</i>  | <i>World Health Organization</i>            | <i>Organização Mundial de Saúde</i>                     |



## ABSTRACT

The present thesis comprises two studies and was based on the data collected under the research project *The impact of regular competitive sport, extracurricular school-based sport and out-of-school time physical activities on lifestyle and quality of life of children and adolescents (11 to 16 years old) considering their bone age*, a 3-year cross-sectional study sponsored by the Science and Technology Foundation (FCT) (PTDC/DES/113156/2009).

The first study investigated the role of relative leg length on resting energy expenditure-to-fat-free mass relationship in a sample of adolescents ( $n = 611$ ,  $13.63 \pm 1.87$  years). Relative leg length was estimated through height and sitting height [ $RLL = (\text{height} - \text{sitting height})/\text{height}$ ], and resting energy expenditure using Müller equation. A moderation effect of relative leg length was identified through a multiple linear regression model ( $\beta = -0.016$ ;  $SE = 0.005$ ;  $p = .003$ ). Analysis of covariance showed that adolescents with higher relative leg length have higher resting energy expenditure by kilogram of fat-free mass [ $F(2,607) = 6.001$ ;  $R^2 = .114$ ;  $p = .003$ ].

The second study focused on the relative validation of Physical Activity Level (PAL) obtained with the *Biosocial and Daily Life Routines Questionnaire for Children and Youth (RAPIL II)*, using ActiGraph GT3X as comparison method. It was also analyzed the impact of including non-wear time activities on the accelerometry data quality. A sample of 127 adolescents ( $14.24 \pm 1.95$  years) used the ActiGraph GT3X during five consecutive days (two weekend days), and recorded the duration and perceived exertion of non-wear time activities. The same sample completed the *RAPIL II* questionnaire, which included the duration and frequency of a large set of week activities. Bland-Altman regression analysis showed a mean difference between methods of  $-1.050 + 0.689\text{MeanPAL}$  (LOA =  $-0.71298 + 0.18962\text{MeanPAL}$ ,  $-1.38702 + 1.18838\text{MeanPAL}$ ) and  $-1.031 + 0.654\text{MeanPAL}$  (LOA =  $-0.33236 - 0.11106\text{MeanPAL}$ ,  $-1.72964 + 1.41906\text{MeanPAL}$ ) when non-wear time activities were included or excluded from analysis. *RAPIL II* is valid on a

population basis, presenting good agreement with ActiGraph GT3X, but not for individual evaluation purposes. Consideration should be given to the inclusion of non-wear time activities.

Both studies open new paths for future research, either regarding the role of body proportion in energy requirements estimation, or the epidemiological assessment of Physical Activity Level through an accessible and low-cost method.

**Key Words:** Body Proportion, Relative Leg Length, Resting Energy Expenditure, Moderation Analysis, Physical Activity Questionnaire, Accelerometry, Validation, PAL, MET, Bland-Altman.

## RESUMO

A presente tese contempla dois estudos e baseou-se nos dados recolhidos no âmbito do projecto de investigação *Impacto do desporto federado, do desporto escolar e da actividade física regular feita após o horário escolar no estilo e qualidade de vida das crianças e dos adolescentes (6 a 11 anos) em função da sua idade óssea*, um estudo transversal com duração de 3 anos, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) (PTDC/DES/113156/2009).

O primeiro estudo investigou o papel do comprimento relativo do membro inferior na relação entre a massa livre de gordura e o gasto energético de repouso numa amostra de adolescentes ( $n = 611$ ,  $13.63 \pm 1.87$  anos). Estimou-se o comprimento relativo do membro inferior através da estatura e altura sentado [ $CRMI = (\text{estatura} - \text{altura sentado})/\text{estatura}$ ] e o gasto energético de repouso utilizando a equação de Müller. Identificou-se um efeito moderador do comprimento relativo do membro inferior através de um modelo de regressão linear múltipla ( $\beta = -0.016$ ;  $SE = 0.005$ ;  $p = .003$ ). A análise de covariância mostrou que adolescentes com um comprimento relativo do membro inferior superior têm um maior gasto energético de repouso por quilograma de massa livre de gordura [ $F(2,607) = 6.001$ ;  $R^2 = .114$ ;  $p = .003$ ].

O segundo estudo focou-se na validação relativa do Nível de Actividade Física (PAL) obtido através do *Questionário Biossocial e para Avaliação das Rotinas de Vida Diárias em Crianças e Adolescentes*, utilizando o ActiGraph GT3X como método de comparação. Analisou-se, igualmente, o impacto da inclusão das actividades durante os períodos de não utilização na qualidade dos dados da acelerometria. Uma amostra de 127 adolescentes ( $14.24 \pm 1.95$  anos) utilizou o ActiGraph durante cinco dias consecutivos (dois de fim-de-semana) e registou a duração e percepção de esforço de actividades realizadas fora dos períodos de utilização do acelerómetro. A mesma amostra preencheu o questionário *RAPIL II*, que incluía a duração e frequência de um largo conjunto de actividades semanais. A análise Bland-Altman baseada na regressão mostrou que a diferença média entre métodos foi de  $-1.050 + 0.689PAL_{\text{médio}}$  ( $LOA = -0.71298 + 0.18962PAL_{\text{médio}}$ ,  $-1.38702 + 1.18838PAL$

médio) e  $-1.031 + 0.654\text{PAL}_{\text{médio}}$  (LOA =  $-0.33236 - 0.11106\text{PAL}_{\text{médio}}$ ,  $-1.72964 + 1.41906\text{PAL}_{\text{médio}}$ ), incluindo ou excluindo da análise as actividades nos períodos de não utilização. O *RAPIL II* é válido em contexto populacional, apresentando uma boa concordância com o ActiGraph GT3X, mas não em contexto de avaliação individual. Deve ser considerada a inclusão das actividades em períodos de não utilização do acelerómetro.

Ambos os estudos abrem novos caminhos para futura investigação, quer no respeitante ao papel da proporção corporal na estimação das necessidades energéticas, quer na avaliação epidemiológica do Nível de Actividade Física, através de um método acessível e pouco dispendioso.

**Palavras-Chave:** Proporção Corporal, Comprimento Relativo do Membro Inferior, Gasto Energético de Repouso, Análise de Moderação, Questionário de Actividade Física, Acelerometria, Validação, PAL, MET, Bland-Altman.

# **CAPÍTULO I**

---

## **ENQUADRAMENTO GERAL DA TESE**

---

Movimento. Derivação masculina singular do verbo *mover*, linguisticamente proveniente da palavra latina *movère* e regularmente sinonimado a *deslocar*, *mexer*, *agitar* (Costa & Sampaio e Melo, 1982). O movimento adquire diferentes significados quando mencionado em contextos distintos, aliás, como ocorre com a generalidade das palavras sempre que retiradas de um âmbito e colocadas noutra. Assim, movimento é a variação de posição espacial, na física; o tempo ou grau de velocidade do compasso, na música; a passagem da potência ao acto, na filosofia; novas tendências ou ideias comuns artísticas, nas artes.

O corpo humano, originalmente vocacionado para o movimento, na sua admirável forma de converter energia química (adenosina trifosfato ou, mais comumente, ATP) em energia mecânica, tem encontrado, nos estilos de vida das sociedades industrializadas actuais, oportunidades de sedentarismo crescente, limitadoras desta vocação biologicamente determinada. Previram-se, no passado, e confirmam-se, a cada dia, desafios declarados à gestão energética da nossa espécie, ditada por desequilíbrios entre a ingestão alimentar e o gasto energético diários. Por outro lado, numa fracção minoritária e em tudo peculiar da população, os atletas colocam-nos um repto fronteiriço, por vezes oposto nos objectivos do método, de optimização do fornecimento energético e nutricional com vista à facilitação das adaptações fisiológicas ao treino e potenciação da sua performance desportiva de alto rendimento, caracterizada pelo elevadíssimo dispêndio energético.

O estudo do somatótipo ou da tipologia morfológica do corpo (que pode ser classificada segundo três componentes: endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo) veio revolucionar o nosso conhecimento acerca da forma e proporção corporais. No desporto de alto rendimento, foi e tem sido útil na identificação precoce de talentos desportivos e no direccionamento para uma modalidade onde a probabilidade de sucesso, tendo em conta o tipo de corpo e a consequente aptidão face às exigências dessa modalidade, será superior. A literatura científica é clara na identificação de diferenças significativas de somatótipo entre atletas de diferentes modalidades, identificando-se maior diversidade nos desportos colectivos (Rakovic et al., 2015).

Sheldon deu os primeiros passos na descrição da morfologia típica de um endo, meso e ectomorfo (Sheldon, 1954). Particularmente, no respeitante à proporção relativa do tronco e dos membros inferiores, o endomorfo (morfologia global tipicamente volumosa e arredondada) foi por ele caracterizado como evidenciando um predomínio do tamanho do tronco em relação ao tamanho dos membros inferiores. Já o ectomorfo (morfologia global caracterizada pela magreza e linearidade) evidencia a proporção oposta: o tamanho dos membros inferiores predomina sobre o tamanho do tronco. No mesomorfo, esta proporção é equilibrada.

Como diria Tanner, os atletas nascem mas também se fazem (Tanner, 1964). O mesmo parece ser aplicável ao somatótipo, reflectindo o contributo de factores de origem, quer genética, quer ambiental no carácter mutável dos corpos. Sabe-se que a proporção do tamanho dos membros inferiores é modificada pelo tipo de exposição nutricional e energética durante os períodos de crescimento, apresentando valores menores em resposta a condições adversas. Apelando à memória do leitor, há poucas linhas atrás escrevia-se sobre a predominância do tronco em relação a membros inferiores de menor tamanho em indivíduos com um somatótipo tipicamente endomorfo. Não teremos, pois, uma oportunidade de aprofundar o estudo destas constatações?

A primeira parte desta dissertação surge exactamente a partir de uma reflexão acerca da proporcionalidade corporal e da sua relação com o gasto energético. A diversidade de corpos na espécie humana e a sua proporcionalidade ao nível da relação tronco *vs.* membros inferiores, em particular, resultam, em parte, de fenómenos adaptativos mais ou menos intensos durante o processo de crescimento, desencadeados pela disponibilidade energética alimentar de então (Bentham et al., 2016; Bogin, 2013). Numa óptica de evolução e de adaptação da espécie, não estarão, por conseguinte, proporções corporais dissemelhantes associadas a diferentes níveis de dispêndio energético de repouso? O acompanhamento nutricional de atletas de alto rendimento é pautado por um desafio permanente de ajustamento da ingestão alimentar às necessidades energéticas. A determinação rigorosa das mesmas reveste-se de uma importância em tudo crucial, já que constitui a etapa genésica do acompanhamento nutricional e alimentar, a partir da qual toda a distribuição de nutrientes é erigida. Conhecida a predominância de determinadas

proporções corporais no seio das diferentes modalidades desportivas de alto rendimento, compreender se as primeiras influenciam, de alguma forma, o gasto energético torna-se uma matéria de estudo atraente, nova e bem-vinda ao desporto.

A segunda parte da dissertação dedica-se ao movimento do corpo humano *per se*. Não ao aprofundamento cinesiológico das forças que o originam a montante, mas na perspectiva da sua mensuração a jusante, ou seja, na avaliação da sua *quantidade* junto da população jovem. Foi realizada a validação relativa do *Questionário Biossocial e para Avaliação das Rotinas de Vida Diárias em Crianças e Adolescentes RAPIL II*, previamente utilizado na população jovem portuguesa para avaliação do *physical activity level* (PAL) (Fragoso et al., 2007; Massuça & Fragoso, 2011; Varela-Silva, Fragoso, & Vieira, 2010), usando a acelerometria triaxial como método de comparação. Este segundo trabalho, de características mais metodológicas, no âmbito dos instrumentos de avaliação, surge como complemento ao previamente abordado, dele resultando uma covariável para o primeiro estudo.

Esta dissertação contempla dois artigos científicos escritos na língua inglesa. Todos os detalhes adicionais necessários ao aprofundamento da respectiva metodologia foram examinados num suplemento/capítulo independente imediatamente ulterior, respectivamente, a cada um dos artigos, de forma a corresponder aos objectivos de aprendizagem e exposição metodológica exigíveis numa dissertação para a obtenção do grau de mestre. Os trabalhos apresentados basearam-se na recolha de dados do projecto de investigação *Impacto do desporto federado, do desporto escolar e da actividade física regular feita após o horário escolar no estilo e qualidade de vida das crianças e dos adolescentes (6 a 11 anos) em função da sua idade óssea*, financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) e aprovado pelo Conselho de Ética da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa. A autora desta dissertação não fez parte da recolha de dados subjacente ao mesmo, realizada previamente ao presente ano lectivo, pelo que foram concentrados todos os esforços na realização de um trabalho analítico de dados, que se julga ser rigoroso e suficientemente detalhado, que aqui será descrito e



fundamentado. A dissertação termina com um capítulo final de sintetização e encerramento global das conclusões de ambas as análises.

Os artigos estão escritos na língua inglesa, o idioma de transmissão de conhecimento científico por excelência. Os restantes capítulos da dissertação estão escritos na nossa língua mãe. Após alguma reflexão sobre a pertinência de o fazer, considerou-se ser importante, também, que um candidato nos seus passos iniciais na investigação científica, pudesse espelhar naturalmente a sua expressão escrita na língua materna, criando a oportunidade de receber apreciações críticas construtivas a todos os níveis.

Existe, assim, a esperança de proporcionar uma leitura agradável, página a página, e de que o tema suscite, se não todo, pelo menos, parte do entusiasmo e do prazer da descoberta espoletados aquando da redação desta dissertação. Não se realiza, ainda assim, que estas primeiras investidas na investigação científica constituam algo superior ao que realmente são, como poderá ser tentador pensar sempre que não se tem a experiência e o poder analítico suficientes para o saber. Há que reconhecer a pequenez que o Universo nos lembra que temos.



# CAPÍTULO II

---

## ARTIGO 1

**Body proportion (relative leg length) has a  
moderator effect on resting energy expenditure-  
fat-free mass relationship**

---

## ABSTRACT

Low relative leg length (RLL) is a sensitive indicator of negative growth conditions (low availability of nutrients and energy). It has been suggested that early energy restriction can lead to compensatory adaptations translated in lower metabolism and energy expenditure (EE). The aim of this study was to investigate the role of RLL on the resting energy expenditure (REE)-to-Fat-free mass (FFM) ratio.

A sample of 611 young individuals (11-16 years) was recruited. Leg length (LL) was determined subtracting sitting height from stature and RLL was calculated ( $LL/stature \times 100$ ). REE was estimated using Muller equation. Slaughter equations for children and youth of both sexes were used to estimate percentage of fat mass (FM). Percentage of FM and body mass were used to determine fat-free mass (FFM) in kilograms. Physical activity level (PAL) was estimated with Questionnaire RAPIL II and maturation status with Tanner-Whitehouse III (TW3) method. Preliminary analysis of covariance (ANCOVA) and Sidak's *post hoc* test were conducted and the REE/FFM ratio was significantly higher in the fourth quarter of RLL, compared with the first quarter ( $p = .003$ ). Moderation analysis confirmed a moderator effect of RLL on REE/FFM ratio. Differences can reach about 60 kcal by kilogram of FFM a day.

It can be concluded that RLL influences the relationship between REE and FFM. More investigation is needed in this area.

## INTRODUCTION

Stature represents an indicator of growth conditions, with short adult stature relatively to “growth potential” being associated with exposure to adverse conditions and low socioeconomic status during childhood. Indeed, positive secular changes on stature are linked to economic growth and, by inference, to better quality in nutrition and health care that potentiates growth (Bentham et al., 2016; Bogin, 2013). Being taller is associated with longer longevity and, during the last century, stature increased in developed countries (Bentham et al., 2016).

Underdevelopment of stature has been a phenotype associated with negative health risks, but it does not necessarily mean that shorter adults have development problems (Leitch, 2001). Human growth till puberty follows a cephalocaudal gradient (Bogin, 2013), with the two main components of stature – leg length (LL) and trunk length (TL) – developing at different times and rates, being LL the major contributor for increases in stature during childhood and first stage of adolescence, growing faster than TL, which grows at a slower rate in this period. LL is been pointed out as a sensitive and specific marker of prepubertal growth (Frisancho, 2007; Gunnell, 2001; Gunnell et al., 2001). Indeed, secular changes on stature were attributed mainly to increases on LL in populations who live in more advantaged conditions (Bogin, 2013).

Being an indicator of growth conditions, body proportions have been studied in respect to its association with negative health outcomes, possibly as a result of underlying mechanisms unleashed by early negative exposures. In the future, with a larger body of evidence, it will be able perhaps to state those mechanisms. In the present, it can only be hypothesized that growth behaviour during adverse conditions is probably a response to low energy availability during the periods of high growth rate and, in order to maintain survival (prioritizing energy supply toward vital organs), the growth is committed, in higher or lesser degree. We can think of it as a set of adaptations that probably occur at several levels and tissues and which can be an important part of the explanation for the associations found between body proportions and later health outcomes.

Scientific community has increasingly establish an association between low LL and type 2 diabetes (Mueller & Pereira, 2015) and some of its underlying metabolic disorders (Johnston et al., 2013), although more research is needed to clearly identify the underline physiological mechanisms. There is also been stated an inverse association between LL and markers of coronary heart disease risk (components of blood pressure, total/HDL cholesterol ratio, triglyceride level, and 2 h glucose) in adults (Ferrie, Langenberg, Shipley, & Marmot, 2006).

A large body of research on cancer has also identified an association between taller individuals and risk of several cancers, although the recognizing of LL as the main component of stature

responsible for these associations is not well established and needs further investigation. Stature seems to work as a biomarker for genotype or environmental exposures, and is not a causal factor *per se* (Gunnell et al., 2001).

It has also been discussed if an early energy restriction can lead to compensatory adaptations translated in lower metabolism and energy expenditure (EE), as well as a higher propensity of fat accumulation (Frisancho, 2007). Such associations were highlighted by some laboratory studies in animals (MacLean et al., 2006; MacLean et al., 2004). In humans, fetal programming of metabolism (caused by both intrauterine under and overnutrition environment) has also been indicated as a new cause for later obesity (Desai & Ross, 2011) and stunting or undernutrition during childhood is pointed to cause later impaired fat oxidation (Frisancho, 2003; Hoffman, Sawaya, Verreschi, Tucker, & Roberts, 2000). The specific underlying mechanisms are not known yet, but it seems plausible that they will result in a positive energetic metabolism, as a way of adaptation.

Following this reasoning, it can thus be hypothesize that LL or the proportion measure named as relative LL ( $RLL = LL / \text{stature} \times 100$ ) (which is lower in individuals with previous nutritional restriction during key phases of growth) may play a role in identifying individuals with impaired EE.

Fat-free mass (FFM) is considered to be the major predictor of resting energy expenditure (REE) (Geisler et al., 2016; Wang et al., 2000). FFM alone was found to explain about 60 % of the variance in REE of adults (Müller et al., 2004). Across the FFM range of all mammalian data, the relationship REE vs. FFM is curvilinear, considering either whole body level, or tissue/organ level REE models, with higher FFM associated with smaller REE vs. FFM slope. Thus, bigger mammals have higher proportion of low metabolic rate tissues/organs. Adult humans are framed in a range of FFM where the relationship with REE is linear, which is in agreement with the linear REE-FFM models developed for humans (Wang et al., 2000). A question that remains without answer is whether RLL influence, in some way, this relationship.

From the strictly body proportion perspective, if we think of two individuals with the same age and stature but with different body proportions, we can easily imagine that the one with relatively higher legs and smaller trunk length (thus smaller trunk organs proportion) requires an extra effort made by these organs to supply those bigger limbs necessities. On the other hand, this individual will have a lower body mass / body surface ratio, that is, a phenotype more “heat spender”, thus this subject will have higher EE in resting conditions comparing with the other. This topic can be easily transposed to the different well known energy requirements between males and females, if we think that, since puberty, females develop a typical phenotype of lower RLL and a higher TL proportion compared with males (Frisancho, 2007) and have, typically, relative lower EE (obviously following the inherent lower FFM, but nothing is known regarding body proportion influence *per se*).

The association between LL proportion and EE in young males and females has not been studied yet, but, if confirmed and with relevant impact on individual EE, it will be crucial reviewing the clinical practice regarding individual energy requirements.

EE measurement or estimation plays an important role in several fields. Prevention and treatment of obesity is possibly the most highlighted one, given its epidemic status. But in situations when there is a high energy turnover (athletes or intensive care patients, for example), the existence of an easily assessed indicator of an impairment or increment of REE can be of great utility for professionals to better manage individual energy intake advice. In sports, for example, it can be clearly identified different and opposed phenotypes according to each modality. An athlete of martial arts or other fight modality typically has a higher TL relative to legs, contrary to a high jumper, who has a clear higher LL relative to trunk (and a slimmer body, in general); thus, if both have the same characteristics except body proportions, the first will probably spend less energy, according with the previous reasoning, which would require an adjustment of clinical advice.

The aim of this study was to investigate the role of RLL on REE/FFM ratio in young individuals. It will be investigated if: 1) adolescents with higher RLL have relative higher REE

by kilogram of FFM, when compared with pairs with lower RLL; and 2) the RLL has a moderator effect on the relationship between REE and FFM.

## **METHODS**

### ***Underlying Scientific Project***

Sample recruitment and data collection were made within a research called *The impact of regular competitive sport, extracurricular school-based sport and out-of-school-time physical activities on lifestyle and quality of life of children and adolescents (11 to 16 years) considering their bone age*, a Portuguese scientific project sponsored by Science and Technology Foundation (FCT) (PTDC/DES/113156/2009). The project was carried out by investigators of Faculty of Human Kinetics of University of Lisbon during 36 months, since 2011. All procedures were approved by the Ethics Council of Faculty of Human Kinetics.

### ***Sample***

The recruitment was carried amongst students of both sexes, between 10 and 16 years old, of four schools of Lisbon metropolitan area. School directors and teachers agreed with all the research procedures that would take place and informed consent was signed by students' parents or legal guardians (**Attachment A**). A total of 932 participants were recruited and a total of 611 completed all the measures needed for this analysis (321 did not have one or more measures needed for this study and were thus excluded).

### ***Anthropometry, Body Composition and Maturation Assessment***

Anthropometric assessments were carried out by accredited Level 2 anthropometrists, following the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) protocol (Marfell-Jones, Olds, Stewart, & Lindsay Carter, 2006), with supervision of a Level 4 anthropometrist. Measurement devices were all calibrated before use. Body mass (kg) was assessed to the nearest 0.5 kg with a body mass scale (Secca 7617019009, Vogel & Halke, Germany), calibrated with known weights, stature and sitting height (cm) were assessed with a portable stadiometer



(Anthropometric Kit, GPM 2008, Siber-Hegner Machines, Switzerland) and triceps, subscapular and calf skinfolds (mm) with a Slime Guide caliper (British Indicators Ltd.; Rosscraft; Creative Health Products). The intra-observer technical measurement error (TME) was below 5 % for skinfolds and below 1 % for the other anthropometric measures.

Slaughter equations for children and youth of both sexes (Slaughter et al., 1988) were used to estimate percentage of fat mass (percentage of FM), as recommended for a group level (Rodríguez et al., 2005). Absolute FM, in kilograms (kg), was then obtained, multiplying the percentage of FM, in decimals, by body mass. FFM, in kg, was estimated subtracting FM (kg) from body mass.

Biological maturation was assessed through evaluation of bone age (BA) of the participants. The Tanner-Whitehouse III (TW3) method (Tanner, Hely, Godstein, & Cameron, 2001) was followed. X-rays of left hand and wrist were taken in one session to identify the ossification phase of 13 bones. The procedures were supervised by a radiologist and followed all the legal requirements. The following equipment (licenced by the Directorate-General of Health (DGS)) and materials were used to conduct all the X-ray tasks: a portable X-ray device (model Ascot 110; low radiation adjusted to  $3 \text{ mA}\cdot\text{s}^{-1}$  and 36 kV or 5 microsieverts), Kodak medical X-ray films ( $18 \times 24 \text{ cm}$ ), placed in Kodak MIN-R2 frames, a film processing machine (Gevamatic 60), a AGFA G-153 developer and a G-354 fixative fluid.

The films were processed in the Faculty of Human Kinetics and evaluation of maturity of each participant was performed by two trained observers, blinded to participants' chronological age. Maturity evaluation was independently replicated two weeks later by the same two observers and the intra-observer TME was determined. A third observer, trained by an experienced and skilled evaluator, interpreted and assessed the radiographs of a random subsample of 37 participants, and the inter-observer TME was determined. The intra-observer TME was 0.03 (0.04) years and the inter-observer TME was 0.03 (0.99) years.

Chronological Age (CA), in decimals (decimal age), was calculated subtracting birth date from X-ray date, using the reference decimal age tables (Healy, Lovaic, Mandel, Schull, & Weiner,

1981). The difference BA – CA was calculated and participant's maturity status was classified into: late maturity (BA – CA < –1 years), normal maturity (–1 ≤ BA – CA ≤ 1 years) and advanced maturity (BA – CA > 1 years) (Malina, 2011).

### ***Body Proportion Index***

RLL (leg length / stature × 100) was calculated for each participant. LL (cm) was obtained indirectly subtracting sitting height from stature. Although the documented limitation of this approach in obese individuals, addressing that this index can be biased because of the high accumulation of fat in gluteal areas (thus augmenting sitting height and decreasing leg length values) (Bogin & Varela-Silva, 2008), it is probably the procedure most widely used to assess this index, because of its simplicity.

### ***Resting Energy Expenditure (REE) and Physical Activity Level (PAL)***

REE was obtained using the following prediction equation (1), developed for children and adolescents aged 5-17 years (Müller et al., 2004):

$$\text{REE (MJ/day)} = 0.07885 \times \text{FFM (kg)} + 0.02132 \times \text{FM (kg)} + 0.327 \times \text{sex} + 2.694 \quad (1)$$

$$(R^2 = .72; \text{SEE} = 0.65)$$

For sex, female = 0 and male = 1

This equation was developed by a research group aiming to amend some shortcomings of the World Health Organization (WHO) reference equations (FAO/WHO/UNU, 1985) for REE prediction.

The REE values for each participant were then converted to kcal, multiplying by the conversion factor 239.005736. To calculate EE by kilogram of FFM in resting conditions, REE was divided by FFM for each participant (REE/FFM ratio), allowing the standardization of REE value. Physical Activity Level (PAL), in metabolic equivalents per minute (METs·min<sup>-1</sup>), was estimated using *The Biosocial Questionnaire and for Evaluation of Daily Life Routines in Children and Youth RAPIL II*, a self-report tool of daily life routines validated with triaxial ActiGraph accelerometer (model GT3X) (unpublished data). The RAPIL II is a self-report

questionnaire which evaluates frequency and duration of several activities performed in a typical week (daily life routines and sport activities), and allows the calculation of physical activity EE (PAEE) expressed in metabolic equivalent intensity level (MET), that is, a multiple of resting metabolic rate (RMR). Mean METs value over a 24-hour period corresponds to PAL, which is the final value calculated through this questionnaire.

### ***Statistical Analysis***

Statistical analysis was carried out using SPSS Statistics software (version 22.0, 2013, IBM Corp.). Preliminary one-way analysis of covariance (ANCOVA) was carried out to check how data varied and to evaluate differences in REE/FFM ratio (dependent variable) between three groups of RLL (independent variable), controlling for PAL (covariate). After ordering the sample by RLL, the three groups corresponded, respectively, to the first 25% of the sample with the lower RLL values (1<sup>st</sup> quarter), to the subsequent 50% (the proportion of the sample with the 50% centered values of RLL, correspondent to the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> quarters) and to the last 25% of the sample with higher RLL values (4<sup>th</sup> quarter). If the whole model was found to be statistically significant, Sidak's *post hoc* tests were conducted to examine comparisons amongst pairs of groups.

Then, the moderating effect of RLL on the relation between FFM (independent variable) and REE/FFM ratio (dependent variable) was studied (Fuhrman & Holmbeck, 1995; Whisman & McClelland, 2005), controlling for PAL. Before studying the moderator effect of RLL on the relation between FFM and REE/FFM ratio, multiple linear regression were conducted to confirm the strong association between FFM and REE/FFM ratio, controlling for PAL. Then, the moderating effect was examined by additionally including on the regression model the effect of RLL (moderator) and the interaction term between FFM and RLL, which corresponds to the product of these two variables (FFM × RLL). It was considered that RLL has a moderator effect if the  $\beta$  coefficient correspondent to the interaction variable was statistically significant. All variables were centered (subtraction of the mean), excepting the dependent variable, to decrease multicollinearity to acceptable values (VIF < 5).

The main statistical assumptions of parametric ANCOVA (normality, homoscedasticity and homogeneity of regression slopes) and multiple linear regression models (normality, homoscedasticity, and independence of residuals, and multicollinearity absence) were checked and no major deviations were found.

The level of significance was set at  $p \leq .05$  for all the analysis, corresponding to a 95% of Confidence Interval (CI).

## RESULTS

A total of 611 participants of both sexes ( $\text{♂} = 321$  or 52.5%;  $\text{♀} = 290$  or 47.5%), aged between 10.23 and 17.66 years [mean age = 13.63 (1.87)] were included for analysis, mostly Caucasian (93.5%,  $n = 571$ ), although other ethnicities were also represented: 4.3% Negroid ( $n = 26$ ), 1.8% Indian ( $n = 11$ ), and 0.5% Asian ( $n = 3$ ). The majority (72.8%) of the participants was involved in some degree of structured physical activity (PA). Categorization of sports involvement is described in **table 1**.

**Table 1 – Sample characterization according to the sports involvement of the participants. Data are presented in percentage of total sample or sex and absolute frequencies.**

| Sports Category                       | Percentage (absolute frequency) of total sample | Percentage (absolute frequency) by sex |                     |
|---------------------------------------|---|--|---------------------|
|                                       |   | Females                                | Males               |
| a) No sports involvement              | 27.2% (n=166)                                   | 36.9% (n=107)                          | 18.4% (n=59)        |
| b) Leisure sports                     | 27.3% (n=167)                                   | 27.2% (n=79)                           | 27.4% (n=88)        |
| c) School sports                      | 7.2% (n=44)                                     | 10.7% (n=31)                           | 4.0% (n=13)         |
| d) Competitive/federated sports       | 15.7% (n=96)                                    | 9.0% (n=26)                            | 21.8% (n=70)        |
| e) Categories b) and c)               | 6.1% (n=37)                                     | 8.6% (n=25)                            | 3.7% (n=12)         |
| f) Categories b) and d)               | 11.5% (n=70)                                    | 5.5% (n=16)                            | 16.8% (n=54)        |
| g) Categories c) and d)               | 2.6% (n=16)                                     | 1.7% (n=5)                             | 3.4% (n=11)         |
| h) Categories b), c) and d) (“multi”) | 2.3 (n=14)                                      | 0.3% (n=1)                             | 4.0% (n=13)         |
| <b>Total</b>                          | <b>100% (n=611)</b>                             | <b>100% (n=290)</b>                    | <b>100% (n=321)</b> |

Regarding maturity status, 65.1% of the sample was in the normal range, and 21.4% and 13.4% was late and early maturers, respectively.

The **table 2** presents the sample characterization, regarding maturity, anthropometry, body composition, body proportions, REE and PAL.

**Table 2 – Maturation, anthropometry, body composition, body proportion, resting energy expenditure (REE) and physical activity level (PAL) characterization of total sample and by sex. Data are displayed in means, standard deviations (SD), minimums (Min) and maximums (Max).**

|  | Total Sample (n=611) |         |         | Sex                 |         |         |                     |         |         |
|--|----------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------|---------------------|---------|---------|
|  | Mean<br>(SD)         | Min     | Max     | Males (n=321)       |         |         | Females (n=290)     |         |         |
|  | Mean<br>(SD)         | Min     | Max     | Mean<br>(SD)        | Min     | Max     | Mean<br>(SD)        | Min     | Max     |
| <b>Chronological Age<br/>(CA) (years)</b>                    | 13.63<br>(1.87)      | 10.23   | 17.66   | 13.52<br>(1.81)     | 10.26   | 17.66   | 13.75<br>(1.92)     | 10.23   | 17.47   |
| <b>Bone Age (BA) (years)</b>                                 | 13.46<br>(2.37)      | 7.75    | 17.66   | 13.17<br>(2.52)     | 8.01    | 17.66   | 13.78<br>(2.15)     | 7.75    | 17.47   |
| <b>Difference BA-DA<br/>(years)</b>                          | -0.167<br>(1.20)     | -4.64   | 3.34    | -0.350<br>(1.35)    | -4.23   | 3.34    | 0.036<br>(0.966)    | -4.64   | 3.19    |
| <b>Body Mass (kg)</b>  | 50.70<br>(12.79)     | 26.00   | 109.80  | 51.48<br>(14.0)     | 26.00   | 109.80  | 49.84<br>(11.31)    | 27.00   | 104.00  |
| <b>Stature (cm)</b>  | 158.18<br>(11.27)    | 132.30  | 191.80  | 159.89<br>(12.94)   | 132.30  | 191.80  | 156.28<br>(8.71)    | 133.00  | 183.90  |
| <b>Body Mass Index<br/>(kg·m<sup>-2</sup>)</b>               | 20.02<br>(3.44)      | 13.17   | 38.53   | 19.82<br>(3.43)     | 13.17   | 35.68   | 20.23<br>(3.44)     | 13.76   | 38.53   |
| <b>FM (%)<br/>(Slaughter et al., 1988)</b>                   | 20.44<br>(7.92)      | 5.57    | 50.93   | 17.67<br>(8.18)     | 5.57    | 50.93   | 23.51<br>(6.34)     | 11.08   | 49.01   |
| <b>FFM (kg)</b>  | 39.90<br>(9.13)      | 22.70   | 70.43   | 41.99<br>(10.69)    | 22.70   | 70.43   | 37.58<br>(6.24)     | 22.71   | 54.33   |
| <b>Sitting Height (cm)</b>                                   | 83.16<br>(6.26)      | 67.20   | 98.50   | 83.38<br>(7.05)     | 70.20   | 98.50   | 82.92<br>(5.25)     | 67.20   | 95.60   |
| <b>Leg Length (LL) (cm)</b>                                  | 75.01<br>(5.96)      | 57.70   | 94.00   | 76.51<br>(6.70)     | 57.70   | 94.00   | 73.36<br>(4.48)     | 61.80   | 88.30   |
| <b>RLL (LL/Stature×100)<br/>(%)</b>                          | 47.42<br>(1.50)      | 42.74   | 52.82   | 47.84<br>(1.47)     | 42.74   | 52.82   | 46.95<br>(1.39)     | 43.00   | 51.77   |
| <b>REE (kcal·day<sup>-1</sup>)<br/>(Müller et al., 2004)</b> | 1491.90<br>(196.38)  | 1093.66 | 2152.42 | 1561.75<br>(212.98) | 1166.70 | 2152.42 | 1414.59<br>(140.55) | 1093.66 | 1902.95 |
| <b>PAL<br/>(daily METs·min<sup>-1</sup>)</b>                 | 1.50<br>(0.148)      | 1.26    | 2.12    | 1.54<br>(0.155)     | 1.26    | 2.12    | 1.46<br>(0.129)     | 1.27    | 1.97    |

FM, Fat Mass; FFM, Fat-Free Mass; RLL, Relative Leg Length.

Analysis of covariance (**Table 3**) identified statistical significant differences in REE by kilogram of FFM, between the three groups of RLL, controlling for PAL. ANCOVA test statistics for total sample was  $F(2,607) = 6.001$  ( $R^2 = .114$ ;  $p = .003$ ).

Sidak’s *Post hoc* tests (**Figure 1**) revealed that both extreme groups contributed for these differences, with a mean difference between 1<sup>st</sup> group (lower RLL) and 3<sup>rd</sup> group (higher RLL) of  $-1.516$  ( $SE = 0.442$ )  $\text{kcal}\cdot\text{kg}^{-1}$  ( $p = .002$ ), which means that, in resting conditions, EE by kilogram of FFM is higher in individuals with higher RLL. In practice, for the “average individual” of the sample, who has 39.9kg of FFM, this means that he/she would spend about more 60.49 kcal each day due to the higher RLL, compared with other individual with the same FFM and PAL, but with lower RLL.

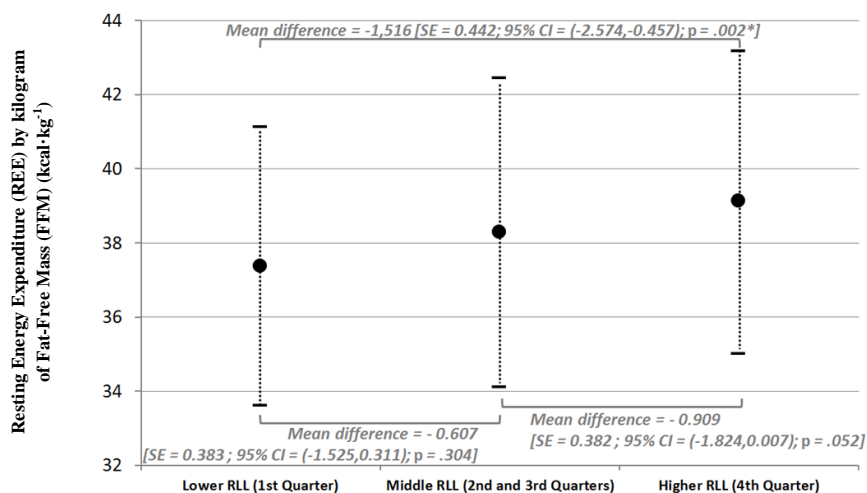
**Table 3 – Analysis of covariance (ANCOVA).**

| REE/FFM ( $\text{kcal}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) by Groups of RLL |               |                                    |               |                                    |               | ANCOVA significance | R <sup>2</sup> |
|---|---------------|------------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|---------------------|----------------|
| 1 <sup>st</sup> Group (Lower RLL)                             |               | 2 <sup>nd</sup> Group (Middle RLL) |               | 3 <sup>rd</sup> Group (Higher RLL) |               |                     |                |
| N   | Mean (SD)     | n                                  | Mean (SD)     | n                                  | Mean (SD)     |                     |                |
| 153   | 37.36 (3.746) | 306                                | 38.27 (4.163) | 152                                | 39.10 (4.076) | .003*               | .114           |

Analysis controlled for the following covariate: PAL, physical activity level ( $\text{METs}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

REE, Resting Energy Expenditure; RLL, Relative Leg Length; SD, Standard Deviation.

\*Statistically significant differences,  $p \leq .05$ .



**Figure 1 – *Post hoc* Sidak test, with *p*-values and 95% confidence intervals, between groups of Relative Leg Length (RLL). Dashed line segments represent standard deviation around the mean values for each group. \*Statistically significant differences,  $p \leq .05$ .**

Moderation effects were tested with multiple linear regression. **Table 4** shows the associations between the variables. First, the total FFM was entered as predictor of REE/FFM ratio, controlling the effect of PAL, to confirm the strong association between both

[ $F(2, 608) = 1621.062$ ;  $R^2 = .842$ ;  $p < .001$ ]. Then, RLL was added to the previous model and confirmed its significance in this association [ $F(3, 607) = 1104.748$ ;  $R^2 = .845$ ;  $p < .001$ ]. To test for the moderation effect, the interaction term FFM\*RLL was added. Results show that there is moderation effect, as the interaction term is statistically significant ( $\beta = -0.016$ ;  $SE = 0.005$ ;  $p = .003$ ). This means that for different levels of body proportion (given by the RLL), the EE by kilogram of FFM in resting conditions is different, when all the other variables remain the same. The signal of the  $\beta$  coefficient of the RLL term indicates the direction of the moderation effect. The signal is positive, so the higher de RLL value, the greater the EE by kilogram of FFM in resting conditions.

**Table 4 – Association between REE by kilogram of FFM and total FFM, PAL, and RLL and moderator effect of RLL.**

|                                 | Regression Analysis (original model effect) |                 |          | Regression Analysis including RLL effect |                      |             | Moderated Regression Analysis |                        |             |
|---------------------------------|---|-----------------|----------|--|----------------------|-------------|-------------------------------|------------------------|-------------|
|                                 | $\beta$ (SE)                                | (95% CI)        | <i>p</i> | $\beta$ (SE)                             | (95% CI)             | <i>p</i>    | $\beta$ (SE)                  | (95% CI)               | <i>p</i>    |
| <b>Constant</b>                 | 38.248<br>(0.066)                           | (38.119,38.377) | < .001   | 38.248<br>(0.065)                        | (38.120,38.376)      | < .001      | 38.225<br>(0.065)             | (38.097,38.353)        | < .001      |
| <b>FFM (kg)</b>                 | -0.415<br>(0.008)                           | (-0.430,-0.399) | < .001   | -0.412<br>(0.008)                        | (-0.427,-0.397)      | < .001      | -0.412<br>(0.008)             | (-0.427,-0.397)        | < .001      |
| <b>PAL (METs)</b>               | 0.766<br>(0.478)                            | (-0.173,1.704)  | .110     | 0.753<br>(0.473)                         | (-0.177,1.682)       | .112        | 0.783<br>(0.470)              | (-0.141,1.707)         | .097        |
| <b>RLL (%)</b>                  |   |                 |          | <b>0.153<br/>(0.044)</b>                 | <b>(0.067,0.239)</b> | <b>.001</b> | 0.152<br>(0.043)              | (0.067,0.238)          | < .001      |
| <b>Interaction term FFM*RLL</b> |   |                 |          |  |                      |             | <b>-0.016<br/>(0.005)</b>     | <b>(-0.027,-0.005)</b> | <b>.003</b> |
| <i>F</i>                        |   | 1621.062        |          |  | 1104.748             |             |                               | 841.590                |             |
| <i>Degrees of freedom</i>       |   | 2, 608          |          |  | 3, 607               |             |                               | 4, 606                 |             |
| <b>R<sup>2</sup></b>            |   | .842            |          |  | .845                 |             |                               | .847                   |             |
| <i>p</i>                        |   | < .001          |          |  | < .001               |             |                               | < .001                 |             |

Dependent Variable: REE/FFM (kcal.kg<sup>-1</sup>)

SE, Standard Error; FFM, Free-Fat Mass; PAL, Physical Activity Level; RLL, Relative Leg Length.

\*Statistically significant differences,  $p \leq .05$ .

The equation (2) resulted from the regression analysis including RLL effect is:

$$REE/FFM (kcal \cdot kg^{-1}) = 38.225 - 0.412 \times FFM + 0.783 \times PAL + 0.152 \times RLL - 0.016 \times FFM \cdot RLL \quad (2)$$

$$(R^2 = .845)$$

As the predictors were centered before conducted the regression analysis, the results interpretation has to have this into account. The constant 38.248 means that an individual with 39.8982 kg of FFM, a PAL of 1.5033 METs and a RLL of 47.4173 % (mean values used to center the variables), will spend 38.248 kcal by kilogram of FFM in resting conditions.

If the equation is solved, replacing the RLL value by the minimum and maximum centered RLL values found in this sample (-4.68 cm and 5.40 cm, respectively), with all the other variables corresponding to the respective mean centered values, it will be obtained 37.5 kcal·kg<sup>-1</sup> and 39.1 kcal·kg<sup>-1</sup>, respectively. For the “average individual” of this sample, with 39.9 kg of FFM, this represents, respectively, 1496.79 kcal and 1557.93 kcal, resulting in an EE difference of 61.14 kcal a day, depending on his/her body proportion, given by RLL.

These results are in conformity with those previously obtained with ANCOVA, although it has been used the minimum and maximum values of RLL in moderation and mean REE/FFM ratio values of each extreme group in ANCOVA to illustrate practicability of the results.

## **DISCUSSION AND CONCLUSION**

This study aimed to identify the influence of body proportion, measured through RLL, on the relation between REE and FFM.

Higher RLL is associated with higher EE by kilogram of FFM, in resting conditions, with RLL having a moderator effect on the above relation. REE increases, not only depending on the total amount of body FFM, but also depending on body proportion (RLL). In this sample of adolescents, for the average FFM founded, a REE difference of approximately more 60 kcal a day was identified, for the maximum RLL founded in the sample. This value does not seem meaningful on a daily basis; however, it has longitudinal effects that have to be considered. RLL is a measure with little changes later in adulthood. The above mentioned fictional individual, with high RLL, will have a daily EE of more 60 kcal throughout his/her life. This means more 21 900 kcal spent in a year, independently of other contributors. A daily deficit of



250 kcal is known to result in a weight loss of 1 kg of body fat per month (Nix, 2005). In a year, this value corresponds to 91 250 kcal and 12 kg, respectively. So, the above mentioned 21 900 kcal deficit from RLL represents a loss of 2.88 kg of body mass a year, a value with relevant meaning.

If a lower RLL is a marker of non-optimized growth conditions, these results allow us to hypothesize that, in last instance, an adult with lower RLL could spend less energy by kilogram of FFM in resting conditions and it can be due to physiological adaptations following the lack of enough energy availability during growth. More studies are obviously needed, but this work opens new pathways of future research on body energy management and human adaptation.

A previous study (Wilson et al., 2012) aimed to analyze the relationship between stunting and EE (REE, PAEE, and total EE (TEE)) and found that the effect of stature seemed to be mediated by the lower FFM of shorter/stunted children (taller children have more FFM). Besides other influences, stature is genetically determined and thus is a gross indicator of growth conditions. In this work, a more sensitive marker was used, RLL, and REE-to-FFM ratio was used to standardize REE.

The limitations of this study have to be kept in mind. First, REE was indirectly measured through a predictive equation (with its associated estimating error), as it would be impractical and very expensive to measure REE with a more rigorous tool in such a large sample (e.g. indirect calorimetry). On the other hand, LL was obtained by subtracting sitting height from stature and it can be biased due to high accumulation of gluteal-femoral fat (Bogin & Varela-Silva, 2008), although is less time consuming. This field of investigation is making its first steps, so, first of all, it was important for us to have a general first picture of the tendency of the studied variables in the presence of a good sample size, even using less direct methods regarding variables measurement. Generating future study hypothesis is one of the most important roles of cross-sectional studies like this (Bauman, Sallis, Dzewaltowski, & Owen, 2002). It has to be suggested that, following these results, the next research step will be testing the same hypothesis measuring the same variables with more precise techniques in a smaller

sample and in different subpopulation groups. “True” LL can be assessed measuring the distance between the most superior point on the greater trochanter of the femur and the floor (Marfell-Jones et al., 2006), although it is more time consuming and bias can still be present in people with high fat accumulation, as landmarks can be more difficult to identify.

One thing that also deserves to be discussed is the influence of body proportion, or segments proportion of lower limb, on energy cost of different physical activities (economy of gesture). Even after identifying an increased REE by kilogram of FFM when RLL is high, it would make sense to understand if RLL size itself, in the context of human movement, would have an enhancer or detrimental effect in EE of movement. Investigation on running economy failed in identifying LL influence on energy cost (Barnes & Kilding, 2015), although some researchers had identified an inverse association between lower-limb length and walking and running economies (Stuedel-Numbers, Weaver, & Wall-Scheffler, 2007). However, regarding specific body proportion measures, there is not any knowledge to foresee the RLL influence on energy cost of different physical activities.

Besides some methodological limitations, this study has the statistical power needed in this primary phase to clearly identify a direction for future research, which deserves close attention.

These results are in consonance with the evolution theory on the adaptive response of human species to environment conditions. If an individual does not have the nutrient and energy abundance needed for maximize growth during early phases of development, then, besides an adaption of lower limbs, which will become proportionately shorter in relation to the rest of the body, this person will also spend less resting energy by unit of FFM, the major determinant of REE. Obviously this cross-sectional analysis does not allow making causal inferences, but points toward a direction. Much more research is needed on this area of knowledge.

**REFERENCES**

- Barnes, K., & Kilding, A. (2015). Running economy: measurement, norms, and determining factors. *Sports Medicine Open*, 1(1), 8. doi:10.1186/s40798-015-0007-y
- Bauman, A. E., Sallis, J. F., Dzewaltowski, D. A., & Owen, N. (2002). Toward a better understanding of the influences on physical activity: the role of determinants, correlates, causal variables, mediators, moderators, and confounders. *Am J Prev Med*, 23(2 Suppl), 5-14.
- Bentham, J., Di Cesare, M., Stevens, G., Zhou, B., Bixby, H., Cowan, M., . . . Ezzati, M. (2016). A century of trends in adult human height. *Elife*, 5. doi:10.7554/eLife.13410
- Bogin, B. (2013). Secular changes in childhood, adolescent and adult stature. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*, 71, 115-126. doi:10.1159/000342581
- Bogin, B., & Varela-Silva, M. I. (2008). Fatness biases the use of estimated leg length as an epidemiological marker for adults in the NHANES III sample. *Int J Epidemiol*, 37(1), 201-209. doi:10.1093/ije/dym254
- Desai, M., & Ross, M. G. (2011). Fetal programming of adipose tissue: effects of intrauterine growth restriction and maternal obesity/high-fat diet. *Semin Reprod Med*, 29(3), 237-245. doi:10.1055/s-0031-1275517
- FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. (1985). World Health Organ Tech Rep Ser, 724, 1-206
- Ferrie, J. E., Langenberg, C., Shipley, M. J., & Marmot, M. G. (2006). Birth weight, components of height and coronary heart disease: evidence from the Whitehall II study. *Int J Epidemiol*, 35(6), 1532-1542. doi:10.1093/ije/dyl184
- Frisancho, A. R. (2003). Reduced rate of fat oxidation: a metabolic pathway to obesity in the developing nations. *Am J Hum Biol*, 15(4), 522-532. doi:10.1002/ajhb.10191

- Frisancho, A. R. (2007). Relative leg length as a biological marker to trace the developmental history of individuals and populations: growth delay and increased body fat. *Am J Hum Biol*, 19(5), 703-710. doi:10.1002/ajhb.20676
- Fuhrman, T., & Holmbeck, G. N. (1995). A contextual-moderator analysis of emotional autonomy and adjustment in adolescence. *Child Dev*, 66(3), 793-811.
- Geisler, C., Braun, W., Pourhassan, M., Schweitzer, L., Glüer, C. C., Bosy-Westphal, A., & Müller, M. J. (2016). Age-Dependent Changes in Resting Energy Expenditure (REE): Insights from Detailed Body Composition Analysis in Normal and Overweight Healthy Caucasians. *Nutrients*, 8(6). doi:10.3390/nu8060322
- Gunnell, D. (2001). Commentary: Early insights into height, leg length, proportionate growth and health. *Int J Epidemiol*, 30(2), 221-222.
- Gunnell, D., Okasha, M., Smith, G. D., Oliver, S. E., Sandhu, J., & Holly, J. M. (2001). Height, leg length, and cancer risk: a systematic review. *Epidemiol Rev*, 23(2), 313-342.
- Healy, M. J., Lovaic, J. A., Mandel, S. P., Schull, W. J., & Weiner, J. S. (1981). The individual and the group. In J. S. Weiner & J. A. L. (Eds.) (Eds.), *Practical Human Biology* (pp. 11-23). New York, USA: Academic Press.
- Hoffman, D. J., Sawaya, A. L., Verreschi, I., Tucker, K. L., & Roberts, S. B. (2000). Why are nutritionally stunted children at increased risk of obesity? Studies of metabolic rate and fat oxidation in shantytown children from São Paulo, Brazil. *Am J Clin Nutr*, 72(3), 702-707.
- Johnston, L. W., Harris, S. B., Retnakaran, R., Gerstein, H. C., Zinman, B., Hamilton, J., & Hanley, A. J. (2013). Short leg length, a marker of early childhood deprivation, is associated with metabolic disorders underlying type 2 diabetes: the PROMISE cohort study. *Diabetes Care*, 36(11), 3599-3606. doi:10.2337/dc13-0254
- Leitch, I. (2001). Growth and health. 1951. *Int J Epidemiol*, 30(2), 212-216.

- MacLean, P. S., Higgins, J. A., Jackman, M. R., Johnson, G. C., Fleming-Elder, B. K., Wyatt, H. R., . . . Hill, J. O. (2006). Peripheral metabolic responses to prolonged weight reduction that promote rapid, efficient regain in obesity-prone rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 290(6), R1577-1588. doi:10.1152/ajpregu.00810.2005
- MacLean, P. S., Higgins, J. A., Johnson, G. C., Fleming-Elder, B. K., Donahoo, W. T., Melanson, E. L., & Hill, J. O. (2004). Enhanced metabolic efficiency contributes to weight regain after weight loss in obesity-prone rats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 287(6), R1306-1315. doi:10.1152/ajpregu.00463.2004
- Malina, R. M. (2011). Skeletal age and age verification in youth sport. *Sports Med*, 41(11), 925-947. doi:10.2165/11590300-000000000-00000
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Lindsay Carter, J. E. (2006). International Standards for Anthropometric Assessment. Potchestroom: ISAK.
- Mueller, N. T., & Pereira, M. A. (2015). Leg length and type 2 diabetes: what's the link? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 18(5), 452-456. doi:10.1097/MCO.0000000000000211
- Müller, M. J., Bosy-Westphal, A., Klaus, S., Kreymann, G., Lührmann, P. M., Neuhäuser-Berthold, M., . . . Steiniger, J. (2004). World Health Organization equations have shortcomings for predicting resting energy expenditure in persons from a modern, affluent population: generation of a new reference standard from a retrospective analysis of a German database of resting energy expenditure. *Am J Clin Nutr*, 80(5), 1379-1390.
- Nix, S. (2005). *Williams' Basic Nutrition & Diet Therapy* (12th ed.): Elsevier Mosby.
- Rodríguez, G., Moreno, L. A., Blay, M. G., Blay, V. A., Fleta, J., Sarría, A., . . . Group, A.-Z. S. (2005). Body fat measurement in adolescents: comparison of skinfold thickness equations with dual-energy X-ray absorptiometry. *Eur J Clin Nutr*, 59(10), 1158-1166. doi:10.1038/sj.ejcn.1602226

- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*, 60(5), 709-723.
- Studel-Numbers, K. L., Weaver, T. D., & Wall-Scheffler, C. M. (2007). The evolution of human running: effects of changes in lower-limb length on locomotor economy. *J Hum Evol*, 53(2), 191-196. doi:10.1016/j.jhevol.2007.04.001
- Tanner, J. M., Hely, M. J. R., Godstein, H., & Cameron, N. (2001). *Assessment of skeletal maturity and prediction of the adult height (TW3 method)*. London: W. B. Saunders.
- Wang, Z., Heshka, S., Gallagher, D., Boozer, C. N., Kotler, D. P., & Heymsfield, S. B. (2000). Resting energy expenditure-fat-free mass relationship: new insights provided by body composition modeling. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 279(3), E539-545.
- Whisman, M. A., & McClelland, G. H. (2005). Designing, testing, and interpreting interactions and moderator effects in family research. *J Fam Psychol*, 19(1), 111-120. doi:10.1037/0893-3200.19.1.111
- Wilson, H. J., Dickinson, F., Hoffman, D. J., Griffiths, P. L., Bogin, B., & Varela-Silva, M. I. (2012). Fat free mass explains the relationship between stunting and energy expenditure in urban Mexican Maya children. *Ann Hum Biol*, 39(5), 432-439. doi:10.3109/03014460.2012.714403

# **CAPÍTULO III**

---

## **SUPLEMENTO METODOLÓGICO**

### **Artigo 1**

---

## **Concepção Experimental do Estudo**

O trabalho apresentado é um estudo transversal, produzido a partir de dados observacionais existentes. O seu objectivo foi compreender se o *RLL* tem influência no *REE* em jovens adolescentes.

## **Tratamento Estatístico e Considerações Metodológicas**

### *Análise de Covariância (ANCOVA)*

A ANCOVA permite analisar diferenças entre grupos quanto a uma variável, enquanto controla o efeito de uma ou mais variáveis (contínuas), que designamos por covariável(eis). Este procedimento permite retirar o efeito confundidor de outras variáveis presentes na análise que possam interferir na relação que se pretende estudar, aumentando, assim, a sensibilidade do teste. Pode ser particularmente proveitoso em amostras com grupos de diferente dimensão e/ou nas quais a definição dos grupos não foi realizada de forma aleatória (Pallant, 2005), como é o caso, já que os grupos a comparar foram definidos segundo o seu valor de *RLL*

### *1) Variáveis introduzidas*

No artigo apresentado, foram utilizadas as seguintes variáveis:

#### *Variável independente (categórica)*

A variável independente utilizada foi o *RLL*. Visto que se trata de uma variável contínua e se pretendeu comparar diferentes valores da mesma, o *RLL* foi hierarquizado por ordem crescente e categorizado em três grupos distintos, utilizando os seus valores de quartis:



- Grupo 1 (n = 153): Primeiro quarto de *RLL*. Inclui todos os sujeitos com valores de *RLL* iguais ou inferiores a 46.3844% (percentil 25 de *RLL*), representando os primeiros 25% da amostra assim ordenada.
- Grupo 2 (n = 306): Segundo e terceiro quartos de *RLL*. Inclui todos os sujeitos com valores de *RLL* entre 46.3844% e 48.3504%, representando os 50% centrais da amostra assim ordenada.
- Grupo 3 (n = 152): Último quarto de *RLL*. Inclui todos os sujeitos com valores de *RLL* iguais ou superiores a 48.3504% (percentil 75 de *RLL*), representando os últimos 25% da amostra assim ordenada.

De forma a explorar diferenças entre grupos extremos de *RLL*, foram definidos 3 e não 4 grupos de *RLL*. Considerou-se pertinente individualizar os grupos extremos, face aos 50% centrais da amostra, que representam valores adjacentes à mediana de *RLL* da amostra.

### Variável dependente

A variável dependente considerada foi o *rácio REE/FFM*, que foi comparado nos grupos anteriormente definidos. Pretendia-se ter uma medida do gasto energético em repouso. O *REE* depende essencialmente da quantidade total de massa livre de gordura (*FFM*) de um indivíduo. A influência aparente que o género, a idade, o estado de maturação, a massa corporal ou a estatura parecem ter no *REE* deve-se, sobretudo, à diferente quantidade total de *FFM* que o sujeito adquire ao longo do seu processo de crescimento e maturação (Hills, Mokhtar, & Byrne, 2014). Nestas circunstâncias, um indivíduo maior terá, à partida, uma quantidade superior de massa metabolicamente activa, que influencia directamente o aumento do *REE*. Posto isto, optou-se por utilizar um valor relativo de *REE*, fazendo o *rácio* desta variável com o seu maior determinante, a *FFM* (*rácio REE/FFM*), que nos dá o valor de gasto energético por quilograma de *FFM*, em condições de repouso.

### **Covariável**

A ANCOVA conduzida no estudo teve como única covariável o *PAL*.

A utilização de uma variável dependente relativizada pela FFM (*rácio REE/FFM*), controlou, por si, os resultados para o maior determinante do REE. Assim, as restantes variáveis inicialmente pensadas como sendo covariáveis importantes (idade óssea (BA) e género) foram analisadas quanto à sua pertinência. Como referido, o impacto da maturação (dado pela BA) e do género no REE decorre das diferenças de FFM subjacentes. O *rácio REE/FFM* permite-nos, assim, ajustar para todas estas diferenças, pelo que não mais faria sentido a inclusão destas duas variáveis para ajustamento dos resultados.

A manutenção do *PAL* como covariável prende-se com o facto de indivíduos mais ativos fisicamente poderem apresentar aumentos do REE devidos a outros factores para além da FFM, como, por exemplo, o *excess post-exercise oxygen consumption* (EPOC) (LaForgia, Withers, & Gore, 2006).

### **2) *Análise dos pressupostos estatísticos da ANCOVA paramétrica***

A utilização da ANCOVA paramétrica tem como principais pressupostos estatísticos a normalidade da variável dependente em cada um dos grupos a comparar, a homogeneidade de variâncias (homoscedasticidade) e a homogeneidade dos declives das rectas de regressão. O seu estudo aprofundado será apresentado seguidamente.

#### **a) *Normalidade***

Para o estudo da normalidade da distribuição da variável dependente, o *rácio REE/FFM*, nos três grupos a comparar, utilizaram-se duas abordagens: os testes de normalidade (Kolmogorov-Smirnov com a correcção de Lilliefors e o de Shapiro-Wilk) e a construção de histogramas.

**Testes de normalidade**

A **tabela 1** apresenta o *output* do SPSS com os resultados dos testes de normalidade. A estatística de teste do Kolmogorov-Smirnov e os respectivos *p-values* para os três grupos de *RLL* foram  $d_1 = 0.106$  ( $p < .001$ ),  $d_2 = 0.093$  ( $p < .001$ ) e  $d_3 = 0.054$  ( $p = .200$ ). A estatística de teste do Shapiro-Wilk e respectivos *p-values* para os três grupos de *RLL* foram  $w_1 = 0.935$  ( $p < .001$ ),  $w_2 = 0.963$  ( $p < .001$ ) e  $w_3 = 0.983$  ( $p = .058$ ).

O grupo 3 de *RLL* é o único que apresenta uma distribuição normal para a variável em estudo, já que o *p-value* resultante de ambos os testes é superior a .05, permitindo rejeitar a hipótese de não normalidade.

**Tabela 1 – Resultados dos testes de normalidade do *rácio REE/RLL* nos três grupos de *RLL* (premissa da ANCOVA).**

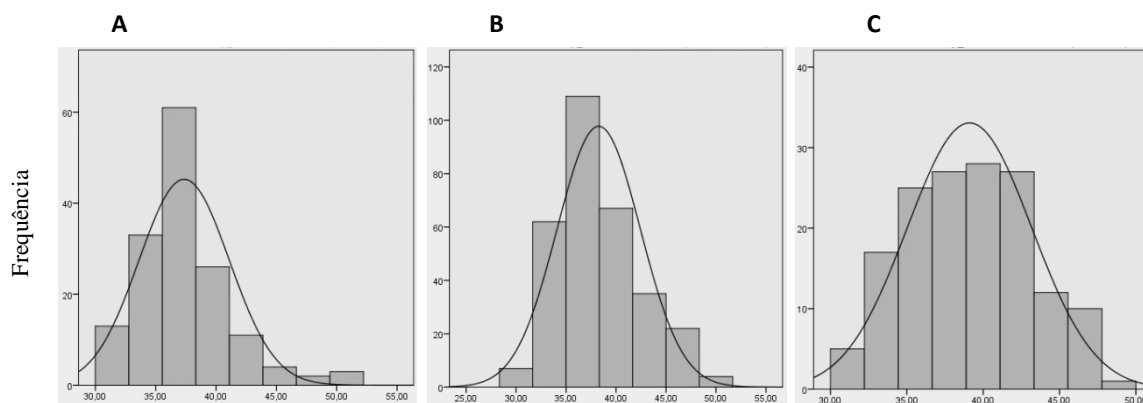
|   |         | Tests of Normality              |     |       |              |     |      |
|---|---------|---------------------------------|-----|-------|--------------|-----|------|
|   |         | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |     |       | Shapiro-Wilk |     |      |
| Grupos de RLL                             |         | Statistic                       | Df  | Sig.  | Statistic    | Df  | Sig. |
| Rácio REE/FFM<br>(kcal·kg <sup>-1</sup> ) | Grupo 1 | .106                            | 153 | .000  | .935         | 153 | .000 |
|   | Grupo 2 | .093                            | 306 | .000  | .963         | 306 | .000 |
|   | Grupo 3 | .054                            | 152 | .200* | .983         | 152 | .058 |

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

**Histogramas**

Em amostras de grande dimensão, como aqui se verifica, é comum que desvios pequenos de normalidade sejam assinalados como estatisticamente significativos, razão pela qual é comumente recomendada a observação dos histogramas com sobreposição da curva normal (**figura 1**).



Rácio REE/FFM ( $\text{kcal}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) em cada grupo de RLL: A) Grupo 1 (1º quarto);  
B) Grupo 2 (2º e 3º quartos); C) Grupo 3 (4º quarto)

**Figura 1 – Histogramas do rácio REE/FFM com sobreposição da curva normal, para os grupos de RLL.**

Os histogramas revelam que os dois primeiros grupos (A e B) (que, pelos resultados dos testes de normalidade, seguiam uma distribuição significativamente diferente da normal do ponto de vista estatístico) apresentam, afinal, ligeiros desvios face à curva normal, adivinhando-se uma pequena tendência de assimetria positiva (para a esquerda).

Concluimos, daqui, que os grupos não apresentam desvios importantes de normalidade.

#### ***b) Homoscedasticidade***

Utiliza-se o teste de Levene para testar a homogeneidade de variâncias (Pallant, 2005). Ao explorarmos um pouco o SPSS, testemunhamos duas alternativas para obter esta estatística, utilizando quer o comando da análise de variâncias (ANOVA), quer o comando da ANCOVA. Pode parecer lógico utilizar o comando da ANCOVA, já que é esta a análise estatística para a qual se está a testar a homoscedasticidade. Contudo, é comum encontrar na bibliografia (Pestana & Gageiro, 2005) a utilização do comando da ANOVA nas demonstrações da verificação deste pressuposto. Parece existir alguma falta de consenso quanto a este critério, de forma que se realizou o teste de Levene pelos dois comandos, ANCOVA e ANOVA. Respectivamente, os valores observados para as estatísticas de teste e *p-values* foram  $f(2,608) = 2.288$  ( $p = .102$ ) e  $f(2,608) = 3.544$  ( $p = .029$ ). O resultado para o teste de Levene utilizando o comando da

ANCOVA revela uma significância estatística acima de .05, o que indica homogeneidade de variâncias. Por oposição, o resultado para o teste de Levene utilizando o comando da ANOVA revela uma significância estatística abaixo de .05, o que aponta para a ausência de homoscedasticidade. Ora, encontramos-nos perante uma dualidade de resultados. No seu livro, João Marôco afirma que a ANCOVA paramétrica é robusta na violação deste pressuposto (Marôco, 2010), o que confere segurança para aceitar que os resultados da verificação deste pressuposto são compatíveis com a utilização da ANCOVA paramétrica.

*c) Homogeneidade dos declives das rectas de regressão*

Este pressuposto pode ser verificado no comando da ANCOVA do SPSS, substituindo o modelo *Full Factorial* pré-definido para *Custom, Type: Interaction*, onde são introduzidas a variável independente (*Grupos RLL*) e a covariável *PAL*, acompanhadas pela variável respeitante à sua interação e que corresponde à sua multiplicação (*Grupos RLL \* PAL*). O resultado é lido na linha da tabela do *output* correspondente a esta variável (**tabela 2**). Como a significância estatística do teste correspondente à variável interação é superior a .05, conclui-se que existe homogeneidade dos declives das rectas de regressão.

**Tabela 2 – Resultados da verificação do pressuposto da ANCOVA de homogeneidade dos declives das rectas de regressão.**

| Tests of Between-Subjects Effects |                         |          |               |              |             |
|-----------------------------------|-------------------------|----------|---------------|--------------|-------------|
| Dependent Variable: Rácio REE/FFM |                         |          |               |              |             |
| Source                            | Type III Sum of Squares | Df       | Mean Square   | F            | Sig.        |
| Corrected Model                   | 1195.945 <sup>a</sup>   | 5        | 239.189       | 16.148       | .000        |
| Intercept                         | 13561.053               | 1        | 13561.053     | 915.510      | .000        |
| Grupos RLL                        | 51.573                  | 2        | 25.787        | 1.741        | .176        |
| PAL                               | 787.249                 | 1        | 787.249       | 53.147       | .000        |
| <b>Grupos RLL * PAL</b>           | <b>42.903</b>           | <b>2</b> | <b>21.451</b> | <b>1.448</b> | <b>.236</b> |
| Error                             | 8961.606                | 605      | 14.813        |              |             |
| Total                             | 903980.673              | 611      |               |              |             |
| Corrected Total                   | 10157.551               | 610      |               |              |             |

a. R Squared = .118 (Adjusted R Squared = .110)

### 3) *Justificação da opção pelo teste paramétrico da ANCOVA*

Embora a ANCOVA paramétrica seja robusta face aos pequenos desvios verificados nalguns dos pressupostos ilustrados anteriormente, julgou-se, ainda assim, pertinente, conduzir as análises da ANCOVA não paramétrica, utilizando os procedimentos propostos por (Marôco, 2010), para cruzar com os *outputs* da ANCOVA paramétrica. Verificou-se a concordância dos resultados obtidos. Por este motivo e sendo os testes paramétricos considerados, pela estatística, mais sensíveis, optou-se por utilizar, no artigo, os resultados da ANCOVA paramétrica, acompanhada pelos respectivos testes *Post hoc*. Não se considerou pertinente detalhar, neste capítulo, os resultados da ANCOVA não paramétrica, uma vez que não foram alvo de utilização e são equiparados aos da análise paramétrica.

### *Análise de Moderação*

A análise de moderação permite identificar variáveis moderadoras (modificadoras do efeito). Na presença de um moderador, a direcção ou força da associação entre duas variáveis altera-se consoante diferentes níveis da variável moderadora (Bauman et al., 2002). No fundo, o impacto de uma variável noutra depende, em maior ou menor escala, do nível de outra variável, o moderador.

A análise de moderação é feita, estatisticamente, através da interpretação de efeitos de interacção na regressão múltipla (Fuhrman & Holmbeck, 1995; Whisman & McClelland, 2005). No modelo de moderação do artigo apresentado anteriormente, introduziu-se a variável independente *FFM* e a covariável *PAL*, sendo adicionada a variável moderadora a testar *RLL* e a variável interacção entre a variável independente e o moderador, o produto *FFM \* RLL*.

Os modelos de moderação, em última análise, resultam numa equação de regressão que pode ser descrita por:

$$\text{Variável Dependente} = b_0 + b_1 * \text{Variável independente} + b_2 * \text{Moderador} + b_3 * \text{Variável independente} * \text{Moderador}$$

Rearranjando os termos, como ilustrado por (Whisman & McClelland, 2005), obtemos:

$$\text{Variável Dependente} = (b_0 + b_2 * \text{Moderador}) + (b_1 + b_3 * \text{Moderador}) * \text{Variável independente}$$

O termo  $b_0 + b_2 * \text{Moderador}$  representa a intersecção da recta de regressão com o eixo Y e o termo  $b_1 + b_3 * \text{Moderador}$  o declive dessa mesma recta. Ou seja, facilmente se conclui que ambos dependem do valor da variável moderadora.

Na bibliografia científica relativa à análise de moderação que foi consultada, não existe menção à necessidade de verificação dos pressupostos (premissas) estatísticos subjacentes à técnica de regressão, muito embora todos os procedimentos estatísticos se baseiem neste modelo. Foi, apenas, verificada a referência à necessidade frequente de se centrar as variáveis, com o objectivo de diminuir a multicolinearidade.

Ora, não parecendo rigoroso o recurso a um modelo de regressão linear múltipla, sem que, pelo menos, seja feito um estudo do grau de cumprimento dos seus pressupostos, serão apresentadas, seguidamente, essas análises.

### ***1) Análise dos pressupostos estatísticos da regressão linear múltipla***

As premissas da regressão linear múltipla são: normalidade dos erros aleatórios (*standard residuals*, obtidos após a realização da regressão), a variância constante (homoscedasticidade) dos erros aleatórios, a independência dos erros e a ausência de multicolinearidade.

A verificação destes pressupostos é feita após a realização da regressão, pelo que a eventual necessidade de modificar estatisticamente as variáveis para corrigir eventuais desvios às premissas é realizada numa lógica “tentativa-erro”. Muitas foram as análises efectuadas. Não obstante, serão apresentadas, somente, as consideradas como mais relevantes.

#### ***a) Variáveis originais não modificadas (Modelo A)***

Neste modelo de moderação, foram consideradas as seguintes variáveis:

- Variável dependente: *Rácio REE/FFM*
- Variáveis independentes: *FFM*  
*PAL*  
*RLL*  
*FFM \* RLL*

**Verificação da normalidade dos erros aleatórios**

Os testes de normalidade do SPSS foram realizados aos *standardized residuals* (resíduos padronizados) do modelo de regressão introduzido. A **tabela 3** apresenta os resultados obtidos. A estatística de teste obtida no Kolmogorov-Smirnov (com correção de Lilliefors) foi  $d = 0.106$  ( $p < .001$ ) e a estatística de teste do Shapiro-Wilk foi  $w = 0.911$  ( $p < .001$ ).

**Tabela 3 – Resultados dos testes de normalidade aos *standardized residuals* da regressão linear múltipla (Modelo A).**

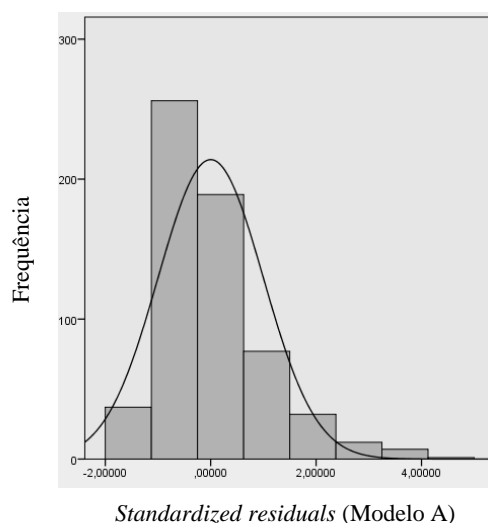
|   | Tests of Normality              |     |      |              |     |      |
|---|---------------------------------|-----|------|--------------|-----|------|
|   | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |     |      | Shapiro-Wilk |     |      |
|   | Statistic                       | Df  | Sig. | Statistic    | Df  | Sig. |
| Standardized residuals moderação modelo (A) | .106                            | 611 | .000 | .911         | 611 | .000 |

a. Lilliefors Significance Correction

A significância de ambos os testes foi inferior a .050, pelo que concluímos que os *standardized residuals* não seguem uma distribuição normal.

À semelhança do procedimento realizado aquando da verificação dos pressupostos da ANCOVA e pelas mesmas razões, foi igualmente construído o histograma com sobreposição da curva normal (**figura 2**).





**Figura 2 – Histograma dos *standardized residuals* do modelo de regressão linear múltipla (Modelo A), com sobreposição da curva normal.**

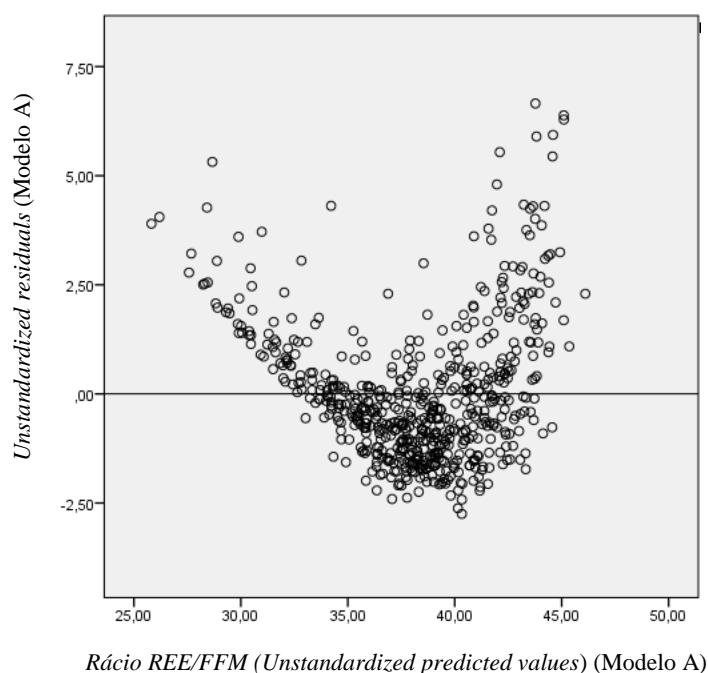
Observando o histograma, verifica-se que a distribuição dos resíduos vai acompanhado a curva normal, apesar de se adivinhar uma assimetria positiva (à esquerda), pelo que se assumiu que não são evidentes desvios importantes da premissa de normalidade dos erros aleatórios.

### **Verificação da homoscedasticidade dos erros aleatórios**

A verificação deste pressuposto é feita mediante a construção de um diagrama de dispersão, onde se colocam no eixo Y os *unstandardized residuals* (resíduos não padronizados) e no eixo X os *unstandardized predicted values* (valores previstos não padronizados).

Para ser verificada a premissa de variância constante dos erros, os pontos do diagrama não devem evidenciar qualquer padrão. Os resultados podem ser visualizados na **figura 3**.

O diagrama apresentado permite identificar, claramente, a existência de um padrão entre as duas variáveis, pelo que se deve considerar que o pressuposto estatístico da homoscedasticidade dos erros aleatórios é violado.



**Figura 3 – Diagrama de dispersão para verificação da variância constante dos erros aleatórios (Modelo A).**

#### Verificação da independência dos erros

A análise desta premissa é-nos dada pelo valor da estatística Durbin-Watson  $d$ , que deve aproximar-se de 2, indicando, assim, que os erros não são autocorrelacionados, ou seja, são independentes. O resultado obtido foi  $d = 1.176$ , pelo que se aceita como cumprido este pressuposto.

#### Verificação da ausência de multicolinearidade

A multicolinearidade é analisada pela observação dos valores dos *variance inflator factors* (VIF) para cada variável inserida no modelo. A **tabela 4** apresenta os resultados obtidos, no contexto do modelo A. Valores de VIF iguais ou inferiores a 10 (idealmente, 5) são aceitáveis para considerar que a multicolinearidade não é elevada.

**Tabela 4 – Tabela de resultados do estudo da multicolinearidade para as variáveis introduzidas (Modelo A).**

| Model |            | Collinearity Statistics |                 |
|-------|------------|-------------------------|-----------------|
|       |            | Tolerance               | VIF             |
| 1     | (Constant) |                         |                 |
|       | FFM (kg)   | .001                    | <b>1289.832</b> |
|       | PAL (METs) | .867                    | <b>1.153</b>    |
|       | RLL (%)    | .039                    | <b>25.497</b>   |
|       | FFM*RLL    | .001                    | <b>1277.903</b> |

Os resultados mostram níveis exageradamente altos para as variáveis *FFM*, *RLL* e *FFM \* RLL*, pelo que não deve ser considerado o cumprimento desta proposição.

***b) Variáveis independentes centradas (Modelo B)***

“Centrar” as variáveis independentes, designação comumente atribuída quando se subtrai a cada observação de uma variável a média das observações da mesma (obtendo-se os desvios em relação à média), é um procedimento recomendado sempre que se pretende diminuir a multicolinearidade num modelo de regressão. O modelo A, previamente analisado, apresentou este problema, pelo que este foi o passo seguinte.

Pela análise descritiva do SPSS, obteve-se:

- Média *FFM* = 39.8982 %;
- Média *PAL* = 1.5033 METs;
- Média *RLL* = 47.4173 METs.

Depois de se subtrair a cada observação, para cada variável independente, a respectiva média, foram obtidas as variáveis centradas e, consecutivamente, introduzidas no modelo de moderação:

- Variável dependente: *Rácio REE/FFM*
- Variáveis independentes: *FFM centrada*  
*PAL centrado*  
*RLL centrado*  
*FFM centrada \* RLL centrado*

**Verificação da normalidade dos erros aleatórios**

A **tabela 5** apresenta os resultados obtidos nos testes de normalidade aos *standardized residuals* deste modelo. A estatística de teste do Kolmogorov-Smirnov (com correcção de Lilliefors) obtida foi  $d = 0.106$  ( $p < .001$ ) e a do Shapiro-Wilk foi  $w = 0.911$  ( $p < .001$ ).

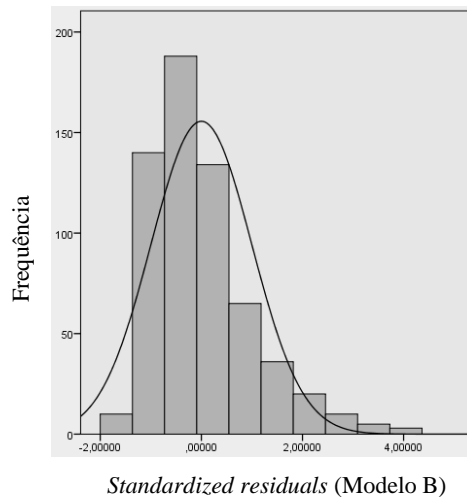
**Tabela 5 – Resultados dos testes de normalidade aos *standardized residuals* da regressão linear múltipla (Modelo B).**

|  | Tests of Normality              |     |      |              |     |      |
|--|---------------------------------|-----|------|--------------|-----|------|
|  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |     |      | Shapiro-Wilk |     |      |
|  | Statistic                       | Df  | Sig. | Statistic    | Df  | Sig. |
| Standardized Residuals<br>Moderação modelo (B) | .106                            | 611 | .000 | .911         | 611 | .000 |

a. Lilliefors Significance Correction

A significância de ambos os testes foi inferior a .050, pelo que se conclui que os *standardized residuals* não seguem uma distribuição normal.

Procedeu-se, então, à construção do histograma dos *standardized residuals* deste modelo, com sobreposição da curva normal (**figura 4**).



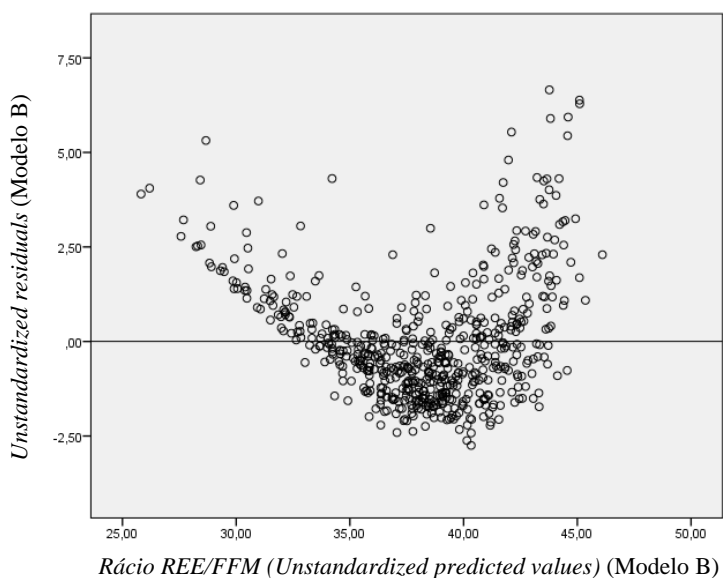
**Figura 4 – Histograma dos *standardized residuals* do modelo de regressão linear múltipla (Modelo B), com sobreposição da curva normal.**

A distribuição dos resíduos vai acompanhado a curva normal, apesar da ligeira assimetria positiva (à esquerda), novamente presente. Ainda assim, e aliado ao elevado tamanho amostral, considera-se não haver desvios significativos face à premissa da normalidade.

**Verificação da homoscedasticidade dos erros aleatórios**

Construiu-se, para este modelo, o diagrama de dispersão dos *unstandardized predicted values* (eixo X) vs. *unstandardized residuals* (eixo Y) (**Figura 5**).

À semelhança do que foi verificado para o modelo A, os pontos não se encontram aleatoriamente dispersos pelo espaço gráfico, observando-se a existência de um padrão acentuado. Esta premissa não é, também neste modelo, cumprida.



**Figura 5 – Diagrama de dispersão para verificação da homoscedasticidade dos erros aleatórios (Modelo B).**

#### Verificação da independência dos erros

O resultado obtido na estatística Durbin-Watson foi, para este modelo,  $d = 1.176$ , pelo que aceitamos como cumprido o pressuposto de ausência de autocorrelação nos erros.

#### Verificação da ausência de multicolinearidade

A **tabela 6** apresenta os valores de VIF obtidos para cada variável deste modelo de regressão. Centrar as variáveis independentes demonstrou ser um procedimento eficaz no estabelecimento de níveis adequados de multicolinearidade. Os valores de VIF situam-se, para todas as variáveis, entre 1.000 e 1.200, pelo que se considera como cumprida esta premissa.

**Tabela 6 – Tabela de resultados do estudo da multicolinearidade para as variáveis introduzidas (Modelo B).**

| Model |                     | Collinearity Statistics |              |
|-------|---------------------|-------------------------|--------------|
|       |                     | Tolerance               | VIF          |
| 1     | (Constant)          |                         |              |
|       | Centered FFM        | .859                    | <b>1.164</b> |
|       | Centered PAL        | .867                    | <b>1.153</b> |
|       | Centered RLL        | .989                    | <b>1.011</b> |
|       | Interacção Centered |                         |              |
|       | FFM*Centered RLL    | 1.000                   | <b>1.000</b> |

*c) Logaritmização (ln) da variável dependente (Modelo C)*

A logaritmização da variável dependente (logaritmo natural, *ln*) é um procedimento matemático utilizado, na Estatística, para a correcção da heteroscedasticidade (Anderson, Sweeney, & Williams, 2011; Gujarati, 2004), podendo proporcionar, igualmente, uma aproximação à distribuição normal, sempre que a normalidade não esteja presente.

Posto isto, este procedimento foi conduzido na amostra deste estudo, na tentativa de corrigir a heteroscedasticidade das variâncias, bem como a pequena assimetria positiva apresentada pela distribuição dos resíduos. Neste novo modelo de regressão, foram mantidas as variáveis independentes centradas, já que a sua utilização solucionou a existência de multicolinearidade, verificada no modelo A.

Assim, foram consideradas, no modelo C, as seguintes variáveis:

- Variável dependente: *ln (Rácio REE/FFM)*
- Variáveis independentes: *FFM centrada*

*PAL centrado*

*RLL centrado*

*FFM centrada \* RLL centrado*

**Verificação da normalidade dos erros aleatórios**

Os resultados obtidos nos testes de normalidade aos *standardized residuals* deste modelo são apresentados na **tabela 7**. A estatística de teste do Kolmogorov-Smirnov (com correcção de Lilliefors) obtida foi  $d = 0.089$  ( $p < .001$ ) e a do Shapiro-Wilk  $w = 0.934$  ( $p < .001$ ).

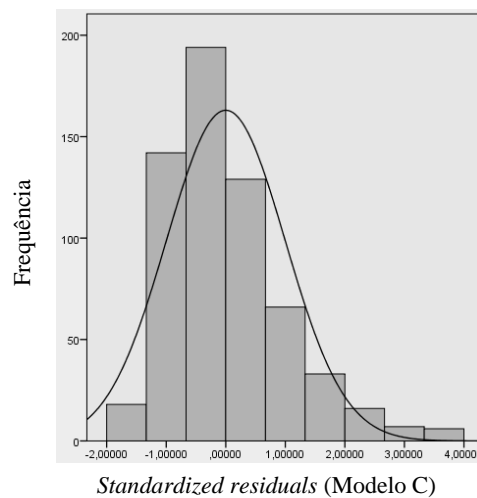
**Tabela 7 – Resultados dos testes de normalidade aos *standardized residuals* da regressão linear múltipla (Modelo C).**

| Tests of Normality        |                                 |     |      |              |     |      |
|---------------------------|---------------------------------|-----|------|--------------|-----|------|
|                           | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |     |      | Shapiro-Wilk |     |      |
|                           | Statistic                       | Df  | Sig. | Statistic    | Df  | Sig. |
| Stand Resid Moderação (C) | .089                            | 611 | .000 | .934         | 611 | .000 |

a. Lilliefors Significance Correction

A significância de ambos os testes foi inferior a .05, indicadora de que os *standardized residuals* deste modelo não seguem uma distribuição normal.

Construindo o histograma da distribuição dos resíduos deste modelo (**figura 6**), não são observáveis desvios significativos face à curva normal, embora se mantenha a ligeira assimetria positiva. Contrariamente ao esperado, a logaritmização (*ln*) da variável dependente não corrigiu esta pequena assimetria.



**Figura 6 – Histograma dos *standardized residuals* do modelo de regressão linear múltipla (Modelo C), com sobreposição da curva normal.**

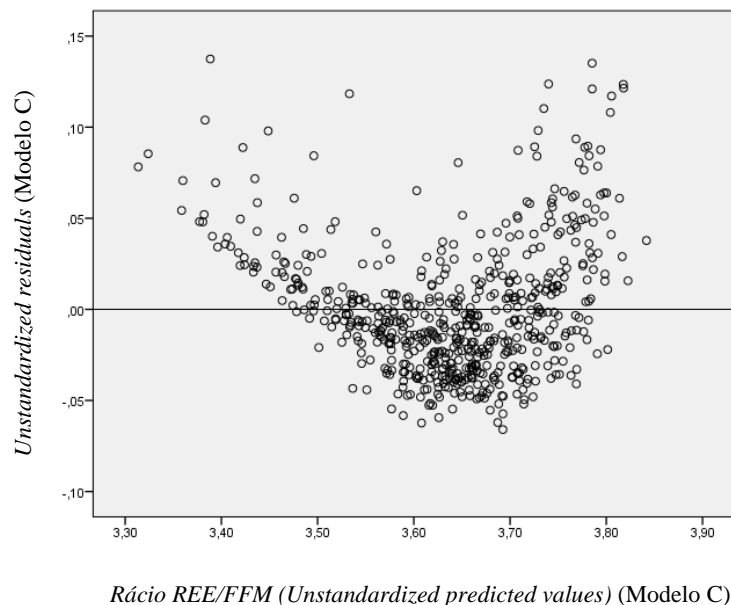


**Verificação da independência dos erros**

O resultado obtido na estatística Durbin-Watson foi, para este modelo,  $d = 1.103$ . Embora mais próximo de 1, confirma-se a inexistência de autocorrelação nos resíduos.

**Verificação da homoscedasticidade dos erros aleatórios**

O diagrama de dispersão dos *unstandardized predicted values* (eixo X) vs. *unstandardized residuals* (eixo Y) deste modelo (**figura 7**) revelou a manutenção de um padrão acentuado na distribuição dos pontos, pelo que se mantém por cumprir este pressuposto.



**Figura 7 – Diagrama de dispersão para verificação da variância constante dos erros aleatórios (Modelo C).**

**Verificação da ausência de multicolinearidade**

Os valores de VIF das variáveis do modelo C são apresentados na **tabela 8**. Tal como ocorreu no modelo B, o procedimento de centrar as variáveis demonstrou ser eficaz na adequação da multicolinearidade, com valores de VIF novamente entre 1.000 e 1.200.

**Tabela 8 – Tabela de resultados do estudo da multicolinearidade para as variáveis introduzidas (Modelo C).**

| Model                               | Collinearity Statistics |              |
|-------------------------------------|-------------------------|--------------|
|                                     | Tolerance               | VIF          |
| 1 (Constant)                        |                         |              |
| Centered FFM                        | .859                    | <b>1.164</b> |
| Centered PAL                        | .867                    | <b>1.153</b> |
| Centered RLL                        | .989                    | <b>1.011</b> |
| Interação Centered FFM*Centered RLL | 1.000                   | <b>1.000</b> |

*d) Outros modelos experimentais de transformação de variáveis e discussão acerca da escolha do modelo de moderação utilizado no artigo*

As transformações às variáveis explanadas anteriormente constituem os três modelos considerados como mais importantes a incluir. Se o procedimento de centrar as variáveis independentes corrigiu os níveis de multicolinearidade, a logaritmização da variável dependente não teve, por outro lado, qualquer impacto na verificação das premissas da regressão linear múltipla. Em todos os modelos apresentados, contudo, não se verificou a variância constante dos erros.

Outros modelos, aqui não apresentados, foram testados na tentativa de corrigir esta situação, nomeadamente logaritmizar (*ln*) todas as variáveis (dependente e independentes), centrar todas as variáveis ou logaritmizar (*ln*) e centrar, em simultâneo, todas as variáveis. Porém, nenhum deles satisfaz todas as premissas. Logaritmizar (*ln*) e centrar simultaneamente permitiu cumprir a premissa da variância constante dos erros, criando, contudo, problemas ao nível da independência dos erros ( $d < 1$ ) e incrementando a multicolinearidade. Além disso, este modelo levantava problemas, ao não permitir uma apresentação e consecutiva interpretação clara dos resultados, tendo em conta que a análise de moderação assentaria em dados duplamente transformados.

Assim, a escolha do modelo a utilizar assentou em dois critérios: o cumprimento do máximo de premissas estatísticas, com o menor grau de modificação das variáveis originais.

O **modelo B**, anteriormente apresentado, foi o que mais se enquadrou nestas características e foram os seus resultados os eleitos para integração e análise conduzida no artigo do capítulo anterior. A única premissa não cumprida por este modelo assentou na homoscedasticidade dos erros aleatórios. Porém, a heteroscedasticidade parece ser preocupante apenas quando o enviesamento é muito elevado e em amostras que não possuam elevada dimensão (o que não se aplica à amostra deste trabalho), caso contrário, as técnicas estatísticas utilizadas na regressão linear múltipla (estimadores OLS) parecem ser robustas quando apenas esta premissa da regressão é violada (Gujarati, 2004).

No sentido de determinar o significado prático do “tamanho” dos resíduos do modelo B de moderação e perceber as implicações nos resultados da análise de moderação em causa, apresenta-se a **tabela 9**, que mostra a descrição estatística dos valores absolutos dos *unstandardized residuals* do modelo B.

Há que ter presente que os resíduos representam as diferenças entre os valores previstos pelo modelo de regressão e os valores reais da amostra, relativos, neste caso, à variável dependente *Rácio REE/FFM*. Desta forma, uma média de 1.2074 (1.04) kcal·kg<sup>-1</sup> para estas diferenças constitui um valor bastante confortável. Assim, além de o desvio padrão não ser elevado, no pior dos casos o valor máximo que esta diferença atinge, na amostra, é de 6.65 kcal·kg<sup>-1</sup>. Em conjunto, estes valores parecem apontar para uma ausência de significância prática, tendo em conta a ordem de grandeza média da variável dependente.

Aliado a uma amostra de elevada dimensão, a utilização do modelo de moderação B pareceu ser a mais indicada. Centrar as variáveis independentes trouxe, igualmente, vantagens ao nível interpretativo, porque nunca se assume que o moderador pode ter o valor zero (na prática, de facto, o *RLL* nunca possui o valor zero).

**Tabela 9 – Estatísticas descritivas dos valores absolutos dos *unstandardized residuals* do modelo B.**

| Descriptive Statistics                     |     |         |         |        |                |
|--|-----|---------|---------|--------|----------------|
|  | N   | Minimum | Maximum | Mean   | Std. Deviation |
| Módulo Unstandardized Residuals (Modelo B) | 611 | .01     | 6.65    | 1.2074 | 1.03925        |
| Valid N (listwise)                         | 611 |         |         |        |                |

**2) Variável moderadora – Reflexões sobre dicotomização, utilização de variáveis *dummy* ou dados contínuos**

É comum ver análises de moderação onde a variável moderadora em teste é categórica, obtida através da dicotomização ou da utilização de variáveis *dummy*, por exemplo. Este procedimento é útil quando se pretende estudar o efeito na *presença* ou na *ausência* do moderador, ou sempre que este pode adquirir diferentes níveis/valores específicos e se quer avaliar a variação do seu impacto na variável dependente em cada nível. Pode ser útil, também, na representação gráfica das rectas de regressão considerando os diferentes valores assumidos pelo moderador.

Inevitavelmente, a transformação de uma variável contínua numa variável categórica ou *dummy* é, geralmente, sinónimo de perda de informação.

No caso específico das variáveis *dummy*, a sua interpretação (*presença vs. ausência* do moderador) não se aplica à variável moderadora em estudo neste trabalho. O *RLL* está sempre presente (todos os indivíduos têm um valor de *RLL* dado pela proporção entre o tronco e os membros inferiores), o seu valor é que difere.

A dicotomização, por seu lado, pode acarretar problemas ao nível dos pontos de corte, quando são feitos ao nível da mediana, originando resultados erróneos nos modelos de regressão múltipla da análise de moderação (Whisman & McClelland, 2005).

Os mesmos autores afirmam, contudo, que, no que respeita à análise de moderação, o resultado, relativo à existência ou não de moderação, não depende do tipo de codificação da variável moderadora em estudo<sup>1</sup>.

Assim, a opção pela utilização da variável moderadora contínua prevaleceu como a escolha mais natural.

---

<sup>1</sup> A título de verificação e aprendizagem, foi repetida a análise de moderação utilizando uma variável moderadora *dummy* e utilizando uma variável moderadora dicotómica (dicotomizando o *RLL* nos seus 1º e último quartos), chegando-se ao mesmo resultado de existência de efeito moderador, tal como afirmado por Whisman e McClelland (2005). Não foi considerado pertinente a apresentação dos detalhes desses resultados.



# CAPÍTULO IV

---

## ARTIGO 2

**PAL assessed by a self-report questionnaire of daily life routines and by a triaxial accelerometer in a sample of adolescents: a relative validation and the importance of considering non-wear time activities in accelerometry data**

---

**ABSTRACT**

Physical activity energy expenditure (PAEE) measurement in large samples, especially in children and adolescents, can be a challenge given the high cost of the most accurate methods. Questionnaires have been used in large-scale studies to subjectively evaluate PA patterns and/or EE in free living conditions. Accelerometry, more recently, had shown promising results, providing more objective information on the measurement of these variables. The aim of this study was to provide information on the relative validity of the Questionnaire RAPIL II, concerning the estimation of physical activity level (PAL), of adolescents in free-living conditions, using an ActiGraph GT3X accelerometer as an objective measure of PA. The importance of considering non-wear time (NWT) activities in the accelerometer data was also analyzed.

A total of 127 adolescents (aged 10.53 – 17.66 years), a sub-sample from a large scale Portuguese investigation project, completed the Questionnaire RAPIL II with information on their daily life routines (frequency and duration of several activities), during a typical week, and wore a triaxial ActiGraph GT3X accelerometer during five consecutive days, including two days of weekend. The final variable obtained from both methods was PAL, expressed in daily mean METs per minute ( $\text{METs} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Any periods when participants did not wear the accelerometers (NWT activities) were self-reported in a diary, regarding type and duration of activities performed and correspondent perceived intensity. Validation process was carried using the following procedures: Bland-Altman analysis, intraclass correlation coefficient (ICC), linear-weighted kappa coefficient and paired-sample T test.

Bland-Altman method revealed satisfactory agreement between methods. For the “average individuals”, the mean difference between methods when considering NWT was between 0.05 and 0.26 METs, approximately. However, as the PAL value increases, the differences variation between methods was higher. Error analysis supported the utilization of RAPIL II on a group basis, instead of individual, as the deviations vary considerably between participants. RAPIL II



tends to overestimate PAEE for low PALs and underestimate PAEE for higher PAL values. Consideration of NWT activities is effective in improving accelerometry data.

The Questionnaire RAPIL II showed satisfactory validity on the estimation of PAL on a group basis of a youth sample on free-living conditions, but not at an individual level. Questionnaire RAPIL II can be an alternative tool in large survey studies on PAL. To increase its accuracy, it is recommended its review and an inclusion of intensity level estimation items for each activity.

## **INTRODUCTION**

Physical activity (PA) assessment has been gained attention and improvements during the last years, due to its beneficial effects on human health, both physiological and psychological. Depending on the construct to be measured (energy expenditure (EE), PA intensity, duration or frequency, time spent walking,...), there are several PA assessment tools, with different pros and cons, which can serve different purposes (Ainsworth, Cahalin, Buman, & Ross, 2015).

Accurate measurements are always essential to minimize biased conclusions. In children and adolescents, accuracy limitations concerning PA and/or EE measurements may be increased, by the inherent presence of more intermittent patterns of PA, and their growth and maturation processes (Corder, Ekelund, Steele, Wareham, & Brage, 2008). Doubled labeled water (DLW) is often considered the gold-standard to evaluate EE in free-living conditions; however, considering that DLW measures total EE (TEE) (including, not only physical activity energy expenditure (PAEE), but also basal metabolic rate (BMR) and thermic effect of food (TEF)) and does not provide information about the characteristics of PA (type, duration and frequency, for example), it can be concluded that it may not be a perfect gold-standard (Terwee et al., 2010). Regardless these limitations, DLW is the most valid method to assess EE and, although its high cost and impracticability to survey large groups or to be used in free-living conditions, it has an undeniable utility when PA methods validation is considered.

With the technology development of the last few years, accelerometry had expanded and became the most used objective method for assessing PA in youth (Corder et al., 2008; Corder et al., 2009). Validation studies for estimations of TEE and PAEE by uni and triaxial accelerometers, using DLW as a comparative method, have demonstrated good results (Ekelund et al., 2001; Ishikawa-Takata, Kaneko, Koizumi, & Ito, 2013). However, because of the great variability of protocols, there is also a considerable amount of calibration studies that have shown poor results when comparing accelerometry with DLW (Ainsworth et al., 2015). Nevertheless, accelerometry counts have, in general, good relationship with EE across many activities (Warren et al., 2010). The ActiGraph monitor, in particular, has shown promising results regarding EE estimation in European children under free-living conditions (Ekelund et al., 2001) and reasonably results when compared with DLW (Plasqui & Westerterp, 2007). ActiGraph is appointed to have good validity in children and youth between 8 and 18 years (De Vries, Bakker, Hopman-Rock, Hirasing, & van Mechelen, 2006), with these conclusions being reiterated in a more recent review (De Vries et al., 2009).

Although there are a number of studies that were conducted to calibrate ActiGraph for predicting EE in youth, this type of calibration among PA questionnaires are uncommon in youth and have inconsistent results in adult samples (Neilson, Robson, Friedenreich, & Csizmadi, 2008). Nevertheless, it should be taken into account that, in large-scale studies, these self-report tools are still widely used as a subjective PA assessment method, and can be the only available tool for EE prediction. Although their accuracy is quite variable, depending on the questionnaire used and the sample characteristics, in youth, in particular, it has to be considered their ability for recalling PA and the inherent cognitive capacity, with the age of  $\geq 10$  years being referred as free from cognitive limitations (Corder et al., 2009).

The Portuguese Biosocial Questionnaire – Biosocial RAPIL Questionnaire (Faculty of Human Kinetics – University of Lisbon) have been used in some important researches (Fragoso et al., 2007; Massuça & Fragoso, 2011; Varela-Silva et al., 2010). An adaptation of this questionnaire

was made and *The Biosocial Questionnaire and for Evaluation of Daily Life Routines in Children and Youth RAPIL II* (hereafter referred to as Questionnaire RAPIL II) was created.

It is a self-report questionnaire which evaluates frequency and duration of several activities performed in a typical week (daily life routines and sport activities), and allows the calculation of PAEE expressed in metabolic equivalent intensity level (MET), that is, a multiple of resting metabolic rate (RMR), equivalent to resting energy expenditure (REE). Mean METs value over a 24-hour period corresponds to PAL, which is the final value calculated through this questionnaire. The Institute of Medicine defined four PAL categories (Institute of Medicine, 2001) which classifies individuals as sedentary ( $1.0 \leq \text{PAL} < 1.4$ ), low active ( $1.4 \leq \text{PAL} < 1.6$ ), active ( $1.6 \leq \text{PAL} < 1.9$ ), or very active ( $1.9 \leq \text{PAL} < 2.5$ ).

This questionnaire seems a promising tool regarding large survey studies; however, it lacks validation for the assessment of EE in children and adolescents. Indeed, accelerometry is considered a more accurate measurement tool to assess PA and estimate EE and can be useful to validate large survey self-report questionnaires.

The aim of this study was to provide information on the relative validity of the Questionnaire RAPIL II concerning the estimation of PAL of adolescents in free-living conditions, expressed in mean METs per minute per day ( $\text{METs} \cdot \text{min}^{-1}$ ), using a triaxial ActiGraph accelerometer as an objective PA measure. The importance of considering NWT activities in the accelerometer data was also analyzed.

## **METHODS**

### ***Underlying scientific project***

The complete data was collected for a Portuguese scientific project funded by the Science and Technology Foundation (FCT) called *The impact of regular competitive sport, extracurricular school-based sport and out-of-school-time physical activities on lifestyle and quality of life of children and adolescents (11 to 16 years) considering their bone age*. This project had the

duration of 36 months, starting on January 1<sup>st</sup>, 2011. All procedures and measures were taken during this period. The whole project and analysis performed in this study were approved by the Ethics Council of Faculty of Human Kinetics of University of Lisbon.

### ***Participants***

Students of both sexes, aged between 10 and 16 years old, were recruited from four local schools of Lisbon metropolitan area. Informed consent was signed by their parents (or legal guardians). School directors and class teachers also agreed with all procedures, after being informed about the study.

Those with invalid measurements required for specific study proposes were excluded from this analysis.

A total of 932 students were recruited, 617 of them completed the Questionnaire RAPIL II and 210 recorded their activity with accelerometers during five days. Among these, 173 had valid accelerometer records, resulting in a final sample of 127 participants who completed both measurements.

### ***Anthropometric Measurements and Maturation***

The process of anthropometric evaluation in schools was made between March and June of 2012 by accredited Level 2 anthropometrists, supervised by an accredited Level 4 anthropometrist, following the protocol of the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) (Marfell-Jones et al., 2006). Body mass was obtained to the nearest 0.5kg, using a calibrated scale (Secca 7617019009, Vogel & Halke, Germany); stature and sitting height were measured with a portable stadiometer (Anthropometric Kit, GPM 2008, Siber-Hegner Machines, Switzerland).

To determine biological maturation, bone age (BA) was evaluated with the identification of ossification phase of 13 bones of hand and wrist, following the Tanner-Whitehouse III method (TW3) (Tanner et al., 2001). X-rays of left hand and wrist were made using a portable Xray device (model Ascot 110; low radiation adjusted to  $3 \text{ mA}\cdot\text{s}^{-1}$  and 36 kV or 5 microsievets) and

Kodak medical X-ray films (18×24 cm), placed in Kodak MIN-R2 frames, following all the legal requirements and supervised by a radiologist. A film processing machine Gevomatic 60 was used, as well as an AGFA G-153 developer and a G-354 fixative fluid.

Chronological age (CA), in decimals, was determined, subtracting birth date from X-ray date.

The difference BA – CA settled participant's maturity status classification in: late maturity (BA – CA < -1 years), normal maturity (-1 ≤ BA – CA ≤ 1 years) and advanced maturity (BA – CA > 1 years) (Malina, 2011).

The technical measurement error (TME) was below 1% for anthropometric measures, below the maximum acceptance of 0.98 for stature and between 0.92 and 0.98 for other measures (intra-observer). The intra-observer TME for BA was 0.03 (±0.04) (evaluators independently evaluate the same participants twice, separated by a two week period), and the inter-observer TME for this measure was 0.03 (0.99) (a third observer, trained by an experienced and skilled evaluator, evaluate the radiographies of a random subsample of 37 participants).

#### *Self-report Questionnaire of Daily Life Routines*

The Questionnaire RAPIL II (**Attachment B**) was completed between January and February of 2012. The participants were instructed to complete it by themselves. This questionnaire is divided into three parts conceived to obtain different types of information: general personal information, socio-economic status, and PA. Regarding this third part, it specifically evaluates the frequency and duration of several activities during a typical week: sports (competitive, recreational and at school), domestic, and leisure activities and sleeping time. It provides the total week minutes (min) spent in each activity evaluated. The outcome variable, mean daily METs·min<sup>-1</sup> value, was then estimated for each participant:

$$\text{Duration of activity (min)} \times \text{Week frequency} = \text{Volume of activity (min}\cdot\text{week}^{-1}\text{)}$$

$$\text{Volume of activity (min}\cdot\text{week}^{-1}\text{)} \times \text{MET value} = \text{METs}\cdot\text{week}^{-1} \text{ in a specific activity}$$

$$\sum(\text{volume} \times \text{MET}) = \text{Total METs}\cdot\text{week}^{-1}$$

$$(\text{Total METs}\cdot\text{week}^{-1}) / (24\text{hours} \times 60\text{min} \times 7\text{days}) = \text{Mean daily MET}\cdot\text{min}^{-1}$$

These estimations were based on the MET values of the Compendium of Energy Expenditures in Youth (Ridley, Ainsworth, & Olds, 2008). The moderate intensity value of MET was used, whenever there were available more than one MET value in the compendium for the same activity, according to different intensities (light, moderate and vigorous).

There were two exceptions for this procedure:

First, five activities present in the questionnaire are not incorporated in the youth compendium, thus, adult 2011 Compendium (Ainsworth et al., 2011) values were used in these cases, although this procedure may introduce some error. Second, the youth MET value of an equivalent activity-intensity set was used, if there was an equivalent option in the youth compendium. The **attachment C** shows the activity codes used and corresponding MET values. For total daily MET estimate, an estimate of one hour for “eating” and one hour for “personal hygiene” activities were considered. The time in classes at school was also included and calculated through the school schedule of each participant. The questionnaire was considered valid if, at least, a mean of 15 hours a day of activities was described. For the choice of this value, it was considered that, during a complete typical day, a participant has to perform, at least, about eight hours of sleep, five hours of school classes, one hour of eating and one hour of personal hygiene. The other nine hours of the day would include typical sedentary activities in youth (e.g. reading, listen to music, studying, catechism), that are not included in the questionnaire, because their MET value is not very different from 1.0 and they do not influence significantly the final mean METs·min<sup>-1</sup> value.

The value units used for statistical proposes were mean daily METs·min<sup>-1</sup>, or PAL.

### *Accelerometry*

The objective measure of PA in free-living conditions used as the comparative method for validation purposes of the questionnaire was accelerometry.

During five consecutive days (including two weekend days), between March and June of 2012, the participants wore around the waist an ActiGraph GT3X (ActiGraph, LLC, Fort Walton Beach, Florida, USA), a small triaxial activity monitor (38 × 37 × 18 mm, 27 g) which measures accelerations across three axes (vertical, Y; medio-lateral, X; antero-posterior, Z) with a sampling frequency of 30 Hz (or every 0.033 s). An accelerometer measures accelerations associated with body movement. This activity monitor collects both static and dynamic accelerations, through a capacitive Microelectro-Mechanical-System (MEMS) sensor (ADXL335 sensor; Analog Devices, Norwood MA), across a full scale range of ±3 g. A detected acceleration produces a change in its capacitance and then a change in the specific voltage of the electric flow, which creates an analogic signal proportional to the acceleration detected. This signal is then amplified, digitized, rectified and the axes directions are determined by a 12-bit analog-to-digital converter (sampling rate = 30 Hz) and demodulation techniques. The signal is filtered using a band pass filter in the range of 0.25 – 2.5 Hz. This filtration turns the signal to a more clean one, reducing the presence of artifact vibrations, because the filtered range of frequencies corresponds to the most human movements (John & Freedson, 2012). The epoch length used to mean accelerometer counts was defined in five seconds, as recommended by Freedson (Freedson, Pober, & Janz, 2005) for children PA data.

The activity monitors were delivered personally to the participants and they were instructed to wear the device every time they were awake, with the only exceptions when they performed water activities (e.g. showering, swimming, water polo), activities involving cycling or rolling, others which incurred in risk of malfunctioning or physical damage of the accelerometer (e.g. martial arts, gymnastics), and sleeping. The participants reported on a diary (**Attachment D**) the times when they took off the device, or NWT, and specified the activities performed during this period and the time when they wear the device again. They were also asked to rating their

perceived exertion (Foster et al., 2001) during NWT activities. Based on these information, the time spent on each recorded activity was calculated and multiplied by the correspondent MET of the Compendium of Energy Expenditures for Youth (Ridley et al., 2008). The NWT of each day corresponding to these reported activities was completed with these data and mean METs for the valid days were calculated (De Meester, De Bourdeaudhuij, Deforche, Ottevaere, & Cardon, 2011). The mean METs·min<sup>-1</sup>, or PAL, was the final output variable of EE.

Only participants with, at least, three valid wear days were included for analysis. A valid day was defined to have, at least, 600 minutes (10 hours) of wear time. Non-wear period was considered whenever there were more than 60 minutes of continuous zeros of activity counts in the accelerometer data, with two-minutes tolerance for spike time (Troiano et al., 2008).

The EE expressed in METs·min<sup>-1</sup> for each participant was estimated from total counts and age, using the following regression equation (Freedson et al., 2005; Freedson et al., 1997):

$$\text{METs} = 2.757 + (0.0015 \times \text{counts} \cdot \text{min}^{-1}) - (0.08957 \times \text{age}(\text{yr})) - (0.000038 \times \text{counts} \cdot \text{min}^{-1} \times \text{age}(\text{yr}))$$

$$R^2 = .74; \text{SEE} = 1.1 \text{ METs}$$

This equation was developed in children and adolescents of both sexes aged between 6 and 18 years old in a cross-validation study, using indirect calorimetry as a comparative method and age specific prediction equations to calculate Resting Energy Expenditure (REE), corresponding to 1 MET. This equation showed to conveniently estimate EE and METs in children and adolescents, in a context of multiple type of combined activities, despite some inconsistency, being considered accurate to estimate EE in free-living conditions (Alhassan et al., 2012). Contrary to the majority of studies on accelerometry, METs were predicted from total activity counts, instead of using PA intensity categorization ranks through application of predefined thresholds, because there are not yet standardized accelerometer cut-off points established for measure time spent in different PA intensity levels. Using PA intensity categories seems to have



“poor resolution” and can limit the quality of data and incur in severe risk of misclassification. Furthermore, the use of different cut-off points across research produces different results and makes comparisons between studies impossible to do (Guinhouya et al., 2006).

The ActiLife software (version 6.11.8, 2015, ActiGraph LLC, Fort Walton Beach, Florida, USA) supported the accelerometer activation, record download and all the data analysis and treatment.

As the accelerometers were wore by the sample during a period after the Questionnaire RAPIL II completion, all the included participants confirmed by phone that the week they used the accelerometer was a typical one, as it happened for the questionnaire.

### ***Statistical Analysis***

All data collected (ActiGraph output records and self-report questionnaire) was introduced in a Microsoft Excel 2010 spreadsheet and transposed to SPSS Statistics software (version 22.0, 2013, IBM Corp.), where all statistical procedures were performed.

Means, standard deviations (SD), relative and absolute frequencies were calculated in order to provide information about variables under analysis and sample characterization.

For validation purposes, the following analyses were conducted, comparing the PAL estimated by the self-report questionnaire (*PAL Questionnaire*) with the PAL obtained by accelerometry (*PAL Accelerometry*):

- The Bland-Altman method (Altman & Bland, 1983; Bland & Altman, 1986, 1999) was the main analysis, used to evaluate the level of agreement between the two methods. The differences *EE Accelerometry – EE Questionnaire (Differences)* were plotted against their mean values (*Mean*). As there was evidence of non-uniform differences between methods (heteroscedascity was considered present if Pearson correlation coefficient between individual absolute differences and means between methods was positive and statistically significant), the regression approach of the method was conducted (Bland & Altman, 1999). This alternative Bland-Altman method follows the original method, although it

models the variability in the SD of the differences between methods as a function of the measurement level. *Differences (D)* were linear regressed on *mean (M)* ( $D = b_0 + b_1M$ ) and then absolute residuals (*ABSres*) of this first regression were also linear regressed on *M* ( $ABSres = c_0 + c_1M$ ). Limits of agreement (LOAs) were obtained by the expression  $D \pm 2.46ABSres$ . Equations lines were plotted on the Y axis of the Bland-Altman plot and it was verified in which extent they limited the sample values.

- Intraclass correlation coefficient (ICC) for single measures (absolute agreement, two-way mixed model) was determined to provide inter-rater reliability of measurements, or consistency between the methods, being a sensitive measure to the presence of systematic differences.
- Linear-weighted kappa determination, to indicate the inter-rater agreement between the two methods (Fleiss, Levin, & Paik, 2003), concerning PAL classification in: (a) sedentary or low active, (b) active, and (c) very active;
- Paired sample *t* test, to identify potential statistical differences between the two methods (asymptotic normality was considered, as the size of the total sample is above 30 participants – The Central Limit Theorem);

These analyses were conducted in separate to validate the questionnaire against traditional accelerometry data without reporting NWT activities and against accelerometry with the inclusion of NWT activities data, to identify if NWT inclusion has a positive influence on accelerometer PA data quality.

The level of significance was set at  $p < .05$ .

Specific statistical criteria or limits for validity acceptance were not defined, as there are no standard values accepted (Pols, Peeters, Kemper, & Grobbee, 1998). Instead, it was considered a better approach to interpreted statistical results based on the magnitude of the errors found with extrapolation to its practical significance, as it has been recommended (Atkinson & Nevill, 1998).

## RESULTS

A total of 127 participants, between 10.53 and 17.66 years old (mean = 14.24 ± 1.95 years), were included in this study, with 45.67% being males. This final sub-sample comprises 4 ethnicities, 89.0% Caucasian (n = 113), 5.5% Negroid (n = 7), 3.1% Indian (n = 4), and 2.4% Asian (n = 3).

The **table 1** displays the demographic characteristics of the sample. Mean BA, a measure of maturity, is almost identical to mean decimal (chronological) age, meaning that, on average, the whole sample maturity is not far from decimal age. However, some participants are early and late maturers, presenting a 3 years difference from decimal age.

**Table 1 – Anthropometric, maturation, and body proportion characterization of total sample and by sex. Data are displayed in mean, standard deviations (SD), minimums (Min) and maximums (Max).**

|   | Total Sample (n=127) |        |        | Sex            |        |        |                |       |        |
|---|----------------------|--------|--------|----------------|--------|--------|----------------|-------|--------|
|   | Mean (SD)            | Max    | Min    | Males (n=58)   |        |        | Females (n=69) |       |        |
|   | Mean (SD)            | Max    | Min    | Mean (SD)      | Max    | Min    | Mean (SD)      | Max   | Min    |
| <b>Decimal age (years)</b>                | 14.24 (1.95)         | 17.66  | 10.53  | 13.92 (1.90)   | 17.66  | 10.68  | 14.50 (1.96)   | 17.47 | 10.53  |
| <b>Bone Age (years)</b>                   | 14.22 (2.19)         | 17.66  | 8.73   | 13.78 (2.27)   | 17.66  | 8.73   | 14.59 (2.07)   | 17.47 | 9.05   |
| <b>Difference SA – DA (years)</b>         | -0.0227 (0.900)      | 2.91   | -3.08  | -0.149 (1.10)  | 2.11   | -3.08  | 0.0838 (0.677) | 2.91  | -1.82  |
| <b>Body mass (kg)</b>                     | 52.90 (12.85)        | 104.0  | 26.0   | 55.20 (13.21)  | 94.0   | 26.0   | 50.97 (12.30)  | 104.0 | 29.50  |
| <b>Stature (cm)</b>                       | 160.15 (10.56)       | 187.70 | 132.90 | 163.25 (12.37) | 187.70 | 132.90 | 157.55 (7.96)  | 170.0 | 137.60 |
| <b>Body mass index (kg/m<sup>2</sup>)</b> | 20.41 (3.66)         | 38.53  | 14.37  | 20.49 (3.51)   | 30.31  | 14.37  | 20.35 (3.80)   | 38.53 | 14.86  |
| <b>Sitting height (cm)</b>                | 84.53 (5.82)         | 98.50  | 70.70  | 85.14 (6.64)   | 98.50  | 71.40  | 84.02 (5.03)   | 91.80 | 70.70  |

Eight different sport categories, according to the sports involvement of each participant (competitive/federated sports, school sports, leisure sports, a combination of these, or no sports involvement) can be described (**table 2**).

**Table 2 – Sub-sample characterization according to the sports involvement of the participants. Data are presented in percentage of total sample or sex and absolute frequencies.**

| Sports Category                       | Percentage (absolute frequency) of total sample | Percentage (absolute frequency) by sex |                    |
|---------------------------------------|---|--|--------------------|
|                                       |   | Females                                | Males              |
| i) No sports involvement              | 29.1% (n=37)                                    | 39.1% (n=27)                           | 17.2% (n=10)       |
| j) Leisure sports                     | 24.4% (n=31)                                    | 20.3% (n=14)                           | 29.3% (n=17)       |
| k) School sports                      | 8.7% (n=11)                                     | 11.6% (n=8)                            | 5.2% (n=3)         |
| l) Competitive/federated sports       | 15.0% (n=19)                                    | 13.0% (n=9)                            | 17.2% (n=10)       |
| m) Categories b) and c)               | 4.7% (n=6)                                      | 5.8% (n=4)                             | 3.4% (n=2)         |
| n) Categories b) and d)               | 12.6% (n=16)                                    | 7.2 (n=5)                              | 19.0% (n=11)       |
| o) Categories c) and d)               | 2.4% (n=3)                                      | 2.9% (n=2)                             | 1.7% (n=1)         |
| p) Categories b), c) and d) (“multi”) | 3.1 (n=4)                                       | 0.0% (n=0)                             | 6.9% (n=4)         |
| <b>Total</b>                          | <b>100% (n=127)</b>                             | <b>100% (n=69)</b>                     | <b>100% (n=58)</b> |

PAL classification of the sample (**table 3**) revealed that, considering total sample, the sedentary group is the most representative and the percentages decrease as the PAL increases in all the three methodologies. Considering data by sex and for all methodologies, girls are, in proportion, less active than boys, having a very small proportion of “very active”, a category represented mainly by boys. Questionnaire RAPIL II allocates more percentage of participants in the central PAL categories and less on the extreme categories, than accelerometry methods.

From the total sample, a percentage of 18.90% (n = 24) reported NWT activities besides sleeping time during accelerometer utilization period, which changed the original MET value given by the accelerometer. The next sections will present validation results for the two accelerometry approaches to allow comparisons between them.

**Table 3 – Physical Activity Level (PAL) classification of the sample, according to the three methodologies. Data are displayed in percentages of total sample and in percentages amongst each sex.**

| Physical Activity Level (PAL) classification |              | Accelerometry considering NWT | Accelerometry without NWT | RAPIL II Questionnaire |
|--|--------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| <b>Sedentary</b><br>(1.0≤PAL<1.4)            | <b>T (%)</b> | <b>34.6</b>                   | <b>39.4</b>               | <b>20.5</b>            |
|  | ♂ (%)        | 15.5                          | 22.4                      | 10.3                   |
|  | ♀ (%)        | 50.7                          | 53.6                      | 29.0                   |
| <b>Low Active</b><br>(1.4≤PAL<1.6)           | <b>T (%)</b> | <b>31.5</b>                   | <b>34.6</b>               | <b>44.1</b>            |
|  | ♂ (%)        | 31.0                          | 34.5                      | 44.8                   |
|  | ♀ (%)        | 31.9                          | 34.8                      | 43.5                   |
| <b>Active</b><br>(1.6≤PAL<1.9)               | <b>T (%)</b> | <b>23.6</b>                   | <b>21.3</b>               | <b>34.6</b>            |
|  | ♂ (%)        | 32.8                          | 32.8                      | 44.8                   |
|  | ♀ (%)        | 15.9                          | 11.6                      | 26.1                   |
| <b>Very Active</b><br>(1.9≤PAL<2.5)          | <b>T (%)</b> | <b>10.2</b>                   | <b>4.7</b>                | <b>0.8</b>             |
|  | ♂ (%)        | 20.7                          | 10.3                      | 0.0                    |
|  | ♀ (%)        | 1.4                           | 0.0                       | 1.4                    |

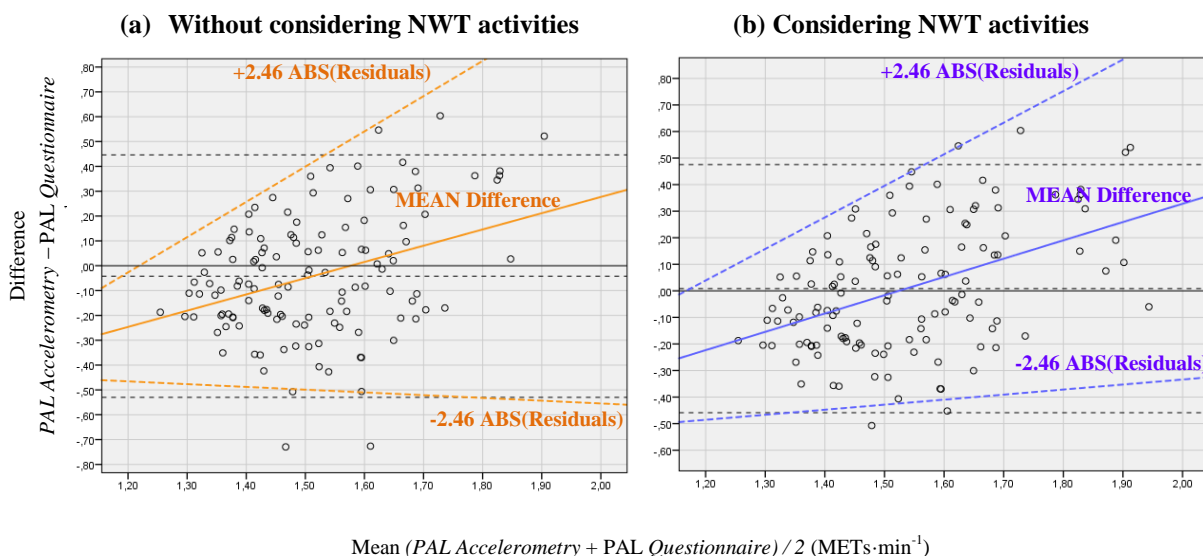
NWT, non-wear time; ♂, boys; ♀, girls.

**Regression Approach of Bland-Altman Method**

The results of this analysis are shown in **Table 4** and **Figure 1**. This approach allows identifying the change in LOAs as the mean PAL between methods changes, through the construction of linear regression equations.

**Table 4 – Regression equations for mean difference and Limits of Agreement (LOA) between methods. The independent variable “x” represents the mean PAL value between methods. Data are presented in metabolic equivalents per minute (METs.min-1). NWT, non-wear time.**

|   | Mean Difference    | Limits of Agreement (LOA): |                        |
|---|--------------------|----------------------------|------------------------|
|   |                    | Inferior LOA               | Superior LOA           |
| <b>RAPIL II vs. Accelerometry considering NWT</b> | $-1.050 + 0.689 x$ | $-0.71298 + 0.18962 x$     | $-1.38702 + 1.18838 x$ |
| <b>RAPIL II vs. Accelerometry excluding NWT</b>   | $-1.031 + 0.654 x$ | $-0.33236 - 0.11106 x$     | $-1.72964 + 1.41906 x$ |



**Figure 1 – Regression approach of Bland-Altman plot – Agreement between PAL assessed by Questionnaire RAPIL II (*PAL Questionnaire*) and ActiGraph GT3X: (a) excluding non-wear time activities (*PAL Accelerometry without NWT*); (b) considering non-wear time activities (*PAL Accelerometry plus NWT*). In each plot, central coloured oblique lines represent the mean difference between methods. Limits of agreement (LOA) are represented by the superior and inferior coloured oblique dashed lines. Black dashed lines correspond to the traditional approach of Bland-Altman method, for illustration of the traditional Bland-Altman plot. Data are presented in metabolic equivalents *per* minute (METs.min<sup>-1</sup>). NWT, non-wear time; PAL, Physical Activity Level.**

For a better visualization of the two accelerometry approaches comparison (considering and non-considering NWT), the regression means and LOAs of both were plotted in the same graph (**Figure 2**). Considering NWT activities (blue lines) lowers the reporting error of the RAPIL II, with the only exception occurring for very low values of PAL, where the non-inclusion of NWT activities is closer to questionnaire in only about 0.1 METs.

Bringing the results into practice terms, the Bland-Altman regression equations were solved for three fictional adolescents (A, B, and C), respectively, classified as sedentary ( $PAL_A = 1.3$ ), active ( $PAL_B = 1.6$ ), and very active ( $PAL_C = 1.9$ ), to better illustrate the size of the agreement error of Questionnaire RAPIL II with accelerometry, with and without considering NWT.

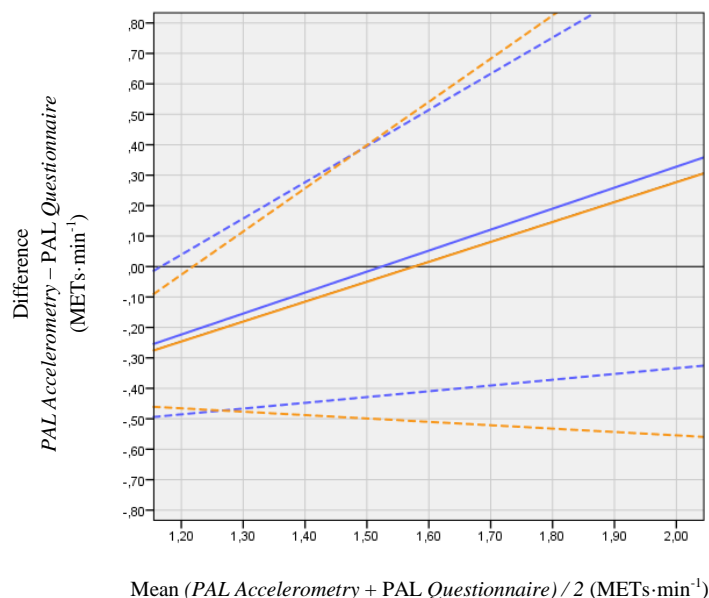
For adolescent A ( $PAL = 1.3$ ), it was obtained a mean difference between methods of  $-0.1543$  METs (regression based 95% LOAs are  $-0.4665$  and  $0.1579$  METs) when considering NWT activities, and  $-0.1808$  METs (regression based 95% LOAs are  $-0.4767$  and  $0.1151$  METs) when NWT activities were not included in accelerometry data. For adolescent B ( $PAL = 1.6$ ), there was a mean difference between methods of  $0.0524$  METs (regression based 95% LOAs are  $-0.4096$  and  $0.5144$  METs) when considering NWT activities, and  $0.0154$  METs (regression based 95% LOAs are  $-0.5101$  and  $0.5409$  METs) when NWT activities were not included in accelerometry data. For adolescent C ( $PAL = 1.9$ ), there was a mean difference between methods of  $0.2591$  METs (regression based 95% LOAs are  $-0.3527$  and  $0.8709$  METs) when considering NWT activities, and  $0.2116$  METs (regression based 95% LOAs are  $-0.5434$  and  $0.9666$  METs) when NWT activities were not included in accelerometry data.

Intermediate levels of PA evaluation lead to lower mean errors and higher PAL values account for the higher mean errors. Mean error values are very closer in all subjects, regardless the inclusion or exclusion of NWT in accelerometry data (the mean differences found are slightly lower when excluding NWT for subjects B and C, but with no practical significance), being the lowest value found for intermediate PAL value. However, when the amplitude of regression based LOAs (which can be seen as a measure of error variation) is analyzed, it is concluded that

the higher the PAL, the greater the error variation, both when considering or excluding NWT. With the exception of small PAL values ( $PAL \leq 1.3$ , approximately), the estimated error variation is smaller when NWT is considered. This result can also be observed in **Figure 2**.

In respect to other complementary error analyzes, when NWT was considered, a statistically significant ICC (single measures) of .257 was obtained (95%CI = [0.087,0.413]);  $F(1,126) = 1.688$ ;  $p = .002$ ], indicating fair agreement (Landis & Koch, 1977; Zou, 2012). Weighted kappa pointed to slight agreement, with a value of .1588 (95%CI = [0.011,0.3066]). T test for paired samples did not identify statistically significant differences between methods [ $t(126) = -0.395$ ;  $p = .693$ ].

When NWT was not included, a non-statistically significant ICC (single measures) of .068 was obtained [95%CI = (-0.103,0.236);  $F(1,126) = 1.148$ ;  $p = .219$ ], a value lying between poor and slight agreement (Landis & Koch, 1977; Zou, 2012). Weighted kappa also indicated poor agreement, with a value of .106 (95%CI = [0.0,0.2587]). T test for paired samples did not identify statistically significant differences between methods, although  $p$ -value was close of the significance level [ $t(126) = 1.904$ ;  $p = .059$ ].



**Figure 2 – Mean differences (continuous colored lines) and regression based Limits of Agreement (dashed colored lines) of PAL between RAPIL II Questionnaire and Accelerometry (in blue: plus NWT; in orange: without NWT). Data are presented in metabolic equivalents per minute (METs·min<sup>-1</sup>). NWT, non-wear time; PAL, Physical Activity Level.**

### ***Summary of the Results***

The results support a satisfactory utilization of Questionnaire RAPIL II to evaluate PAL in youth, only at a population level (e.g. epidemiological studies, and when more sophisticated methods cannot be used), especially with mean levels of PA, keeping in mind some limitations in very sedentary (RAPIL II overestimates PAL) and very active (RAPIL II underestimates PAL) ones. Questionnaire RAPIL II is not appropriate for individual PA evaluation purposes; the variability of deviations allows recommending its utilization only on a group level.

Regarding the accelerometry methodology, the consideration of NWT activities is recommended, as this information has impact on PAL values, rectifying for the real values. Therefore, the discussion of the results will be made having into account the validation of the RAPIL II Questionnaire against accelerometry plus NWT activities.

## **DISCUSSION AND CONCLUSION**

The aim of this study was to provide information about the validity of the self-report Questionnaire RAPIL II in estimating PAL in adolescents, using accelerometry as an objective measure. Besides, the inclusion of reported NWT activities in accelerometry data was analyzed regarding its contribution to increase accelerometry data accuracy.

The results support the utilization of this questionnaire to estimate PAL in youth on a group basis and the consideration of NWT activities in accelerometry data.

On a population basis, very good levels of validity from Bland-Altman regression method were found, with minimal and maximal mean differences between methods of about 0.05 and 0.26 METs, respectively, when considering NWT. If a REE of 1000 kcal is set, this will represent a deviation between 50 and 260 kcal from the objective value, which, in practice, represents a very low value of error. It was also found that the higher the mean PAL value of the group, the greater tends to be the error variation, and a propensity for the questionnaire to overestimate PA at lower PAL values and to underestimate PA at higher PAL values. This may



reflect socially desirable responses, with the reporting bias tending to shift extreme PALs to a more central position.

The utilization of Questionnaire RAPIL II in individual evaluation context is not recommended, as the LOAs, although low for smaller PAL, can increase for almost 1.00 MET in highly active adolescents, which, in practice, constitutes a very large estimating error. An alternative can be an individual utilization of RAPIL II when it is known, beforehand, that the adolescent is sedentary or low active (although, in this case, more accurate solutions can take place, if available). Complementary error analysis also supports these findings. Although linear-weighted kappa pointed to a slight agreement, ICC indicated fair agreement, a level that has been previously reported among other PA questionnaires (Helmerhorst, Brage, Warren, Besson, & Ekelund, 2012). The high individual variation previously found in the sample can explain the outcome for this specific measure. Considering that both instruments used in this validation do not measure METs or PAL values directly (accelerometry measures total PA, expressed in total counts) and both evaluate, in some extent, different PA dimensions, ICC result can be understood, as higher correlations are expected when both instruments measure equivalent concepts (Foley, Maddison, Olds, & Ridley, 2012; Terwee et al., 2010). However, validations based on a correlation coefficient alone are limitative, because higher correlations do not mean necessarily good agreement (Altman & Bland, 1983; Bland & Altman, 1986; Foley et al., 2012), only displays information about association between variables.

This study has several limitations to be discussed. First, the presence of reporting bias, which is well documented in self-report tools (Ainsworth et al., 2015). Second, the reference method used was not the most closely considered “gold standard”, the DLW; a relative validation was conducted, as it would be inaccessible to use DLW in such a large sample size. A small sample size was avoided, one of the most important limitation of validation studies in this area. However, the agreement estimation is influenced by the “reference” method selected (accelerometry is not a “gold standard” method for PA), although using DLW would not completely eliminate this bias (Neilson et al., 2008). Third, the Questionnaire RAPIL II does

not account for intensity of each activity performed. PA intensity is an important PA component when estimating EE (Ainsworth et al., 2015; Pols et al., 1998; Terwee et al., 2010) and the absence of this information can introduce bias on the outcome. This point may explain the wide individual bias variability, as the activities performed could possibly, on average, being moderate, but not each activity performed by each participant. Thus, it would be important to review this questionnaire and introduce a way to evaluate PA intensity. Fourth, method comparison studies should always consider reliability (repeatability). This would provide information on method precision or consistency, as well as limit the range of agreement that can be reached between the two methods, although rarely included (Atkinson & Nevill, 1998; Bland & Altman, 1999). Unfortunately, this sample had no data on repeated measures and this bias information could not be provided in the context of this validation. Fifth, accelerometer utilization was interrupted in situations with risk of device damage, such as water and shock, inducing the possibility of not recording objectively important PA, which can widely contribute to EE variation (e.g. swimming, martial arts, etc). Including reported NWT activities on accelerometry data was a strategy used to overcome this limitation, which constituted a good approach for data correction and improvement. However, accelerometry limitations in detecting non-ambulatory activities must be considered, such as cycling or weight lifting (Ainsworth et al., 2015; Warren et al., 2010), another possibility of error in estimating the real PA. Sixth, the recall period “usual week” in a questionnaire is appointed to be more problematic for interpretation than mentioning a specific time (e.g “past week”) (Craig et al., 2003). However, there is no consensus about the better recall period and it may depend on the aim of the study (Terwee et al., 2010). Even so, when trying to have a picture of typical PAEE, the term “usual” is the one which seems apply for that (Neilson et al., 2008). Furthermore, all participants are above the age of 10 years, referred to be free from cognitive limitations for recalling PA (Corder et al., 2009) and all of the participants (or legal guardians) confirmed by phone that the week in which they wear accelerometers agreed with an “usual week”. Given the size of the project, it was unmanageable to have a “real” concurrent measurement period by both instruments.

This study has some strength points too. First, the sample size was large enough for validation purposes (it is pointed out 100 to 200 participants for a PA questionnaire validation) (Pols et al., 1998), comparing with other validation studies, and contained a wide range of ages and BMI levels of both sexes. A detailed characterization of the sub-sample was included in the results section of this paper, because it is well documented that growth and maturation processes exert important influences on EE and PA in children and adolescents (Institute of Medicine, 2001). Second, the use of youth MET values (with the exception of only five activities, for which there are no youth values available), contributed to a more robust validation. Adult MET utilization in children and youth has been appointed as one of the reasons for the low validity of self-report PA questionnaires, because of the higher BMR of children and youth (Corder et al., 2008; P. Freedson et al., 2005; Warren et al., 2010). Third, to estimate METs, the accelerometer total activity counts were used, instead of PA intensity intervals based on cut-off points, because it seems to be more suitable for a more accurate estimate of EE, as there is no consensus on specific cut-off points to delimitate PA intensity intervals (Hills et al., 2014). The approach of considering NWT activities for accelerometry method in this sample of adolescents revealed to be important, increasing the data accuracy. Only a few works (De Meester et al., 2011; Ottevaere et al., 2011) had analyzed the advantages of using NWT diaries. Although the results are globally in consonance with them, regarding the importance of including NWT activities when using accelerometers, the present approach seems to be the first using an energy expenditure unit measure (METs) for comparison assessed by total counts and reported diaries, instead of minutes spent in different PA intensity categories.

Tri-axial accelerometers have been appointed to be more sensitive to PA movements than uni-axial ones, particularly in children; however, it was also found that tri-axial technology does not significantly improve the PAEE determination in free-living conditions (Hills et al., 2014; Howe, Staudenmayer, & Freedson, 2009). A new generation tri-axial ActiGraph accelerometer was used, and the Freedson EE prediction equation was applied, as it is still stated as one of the most accurate and widely used accelerometry equation model to estimate PAEE in children and

youth (Alhassan et al., 2012), although it had been developed with an earlier ActiGraph generation.

The influence of accelerometer location (hip vs. wrist) on PA measurement accuracy has been investigated also. However, the results reported are not always concordant. Some studies failed in showing important differences between the two locations, finding acceptable accuracy for both (Ainsworth et al., 2015; Zhang, Rowlands, Murray, & Hurst, 2012), namely when applied in youth (Crouter, Flynn, & Bassett, 2015; Trost, Zheng, & Wong, 2014). Another study (Hildebrand, VAN Hees, Hansen, & Ekelund, 2014) showed a similar PA intensity classification accuracy between hip and wrist location, but a slightly higher correlation with measured EE, when the ActiGraph accelerometer was placed on the hip, pointing out that waist-worn accelerometers can underestimate EE in a free-living context. The waist-worn accelerometers incapability of detecting arm movement, pushing or pulling objects and other scenarios can explain such findings (Chen & Bassett, 2005).

Comparisons between validation studies are quite difficult, as their protocol, questionnaires and accelerometers used, and data treatment vary highly between them. Perhaps, it is the first time that a questionnaire validation study concerning EE (METs) replaces the traditional use of PA intensity categories (based on inconsistent cut-off points) by total counts, during accelerometry data treatment. This is an important improvement and should become the general practice. In any case, this area of investigation needs to overcome some important methodological limitations to provide more definite results, namely in defining protocols of accelerometer use and data treatment.

In conclusion, the Questionnaire RAPIL II showed satisfactory validity on the estimation of METs on a group basis, in a youth sample on free-living conditions, but not at an individual evaluation level. The inclusion of NWT activities on accelerometry data is supported. To increase Questionnaire RAPIL II accuracy, it is recommended its review and improvement to a new version that comprises an intensity level estimation of each activity. Questionnaire RAPIL II can be an alternative PAL evaluation tool in large survey studies.

**REFERENCES**

- Ainsworth, B., Cahalin, L., Buman, M., & Ross, R. (2015). The current state of physical activity assessment tools. *Prog Cardiovasc Dis*, 57(4), 387-395. doi:10.1016/j.pcad.2014.10.005
- Ainsworth, B. E., Haskell, W. L., Herrmann, S. D., Meckes, N., Bassett, D. R., Tudor-Locke, C., . . . Leon, A. S. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc*, 43(8), 1575-1581. doi:10.1249/MSS.0b013e31821ece12
- Alhassan, S., Lyden, K., Howe, C., Kozey Keadle, S., Nwaokemeh, O., & Freedson, P. S. (2012). Accuracy of accelerometer regression models in predicting energy expenditure and METs in children and youth. *Pediatr Exerc Sci*, 24(4), 519-536.
- Altman, D. G., & Bland, J. M. (1983). Measurement in Medicine: the Analysis of Method Comparison Studies *The Statistician*, 32, 307-317.
- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med*, 26(4), 217-238.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, i, 307-310.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1999). Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res*, 8(2), 135-160.
- Chen, K. Y., & Bassett, D. R. (2005). The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Med Sci Sports Exerc*, 37(11 Suppl), S490-500.
- Corder, K., Ekelund, U., Steele, R. M., Wareham, N. J., & Brage, S. (2008). Assessment of physical activity in youth. *J Appl Physiol* (1985), 105(3), 977-987. doi:10.1152/jappphysiol.00094.2008

- Corder, K., Van Sluijs, E. M., Wright, A., Whincup, P., Wareham, N. J., & Ekelund, U. (2009). Is it possible to assess free-living physical activity and energy expenditure in young people by self-report? *Am J Clin Nutr*, 89(3), 862-870. doi:10.3945/ajcn.2008.26739
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., . . . Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*, 35(8), 1381-1395. doi:10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB
- Crouter, S. E., Flynn, J. I., & Bassett, D. R. (2015). Estimating physical activity in youth using a wrist accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*, 47(5), 944-951. doi:10.1249/MSS.0000000000000502
- De Meester, F., De Bourdeaudhuij, I., Deforche, B., Ottevaere, C., & Cardon, G. (2011). Measuring physical activity using accelerometry in 13-15-year-old adolescents: the importance of including non-wear activities. *Public Health Nutr*, 14(12), 2124-2133. doi:10.1017/S1368980011001868
- De Vries, S. I., Bakker, I., Hopman-Rock, M., Hirasing, R. A., & Van Mechelen, W. (2006). Clinimetric review of motion sensors in children and adolescents. *J Clin Epidemiol*, 59(7), 670-680. doi:10.1016/j.jclinepi.2005.11.020
- De Vries, S. I., Van Hirtum, H. W., Bakker, I., Hopman-Rock, M., Hirasing, R. A., & Van Mechelen, W. (2009). Validity and reproducibility of motion sensors in youth: a systematic update. *Med Sci Sports Exerc*, 41(4), 818-827. doi:10.1249/MSS.0b013e31818e5819
- Ekelund, U., Sjöström, M., Yngve, A., Poortvliet, E., Nilsson, A., Froberg, K., . . . Westerterp, K. (2001). Physical activity assessed by activity monitor and doubly labeled water in children. *Med Sci Sports Exerc*, 33(2), 275-281.
- Fleiss J.L., Levin B., & Paik M.C. (2003). *Statistical methods for rates and proportions* (3rd ed ed.): Hoboken John Wiley and Sons.

- Foley, L., Maddison, R., Olds, T., & Ridley, K. (2012). Self-report use-of-time tools for the assessment of physical activity and sedentary behaviour in young people: systematic review. *Obes Rev*, *13*(8), 711-722. doi:10.1111/j.1467-789X.2012.00993.x
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., . . . Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res*, *15*(1), 109-115.
- Fragoso, I. V., F., Barrigas, C., Baptista, F., Teixeira, P., Santa-Clara, H., Mil-Homens, P., & Sardinha, L. (2007). *Influence of maturation on morphology, food ingestion and motor performance variability of Lisbon children aged between 7 to 8 years*. London: Routledge.
- Freedson, P., Pober, D., & Janz, K. F. (2005). Calibration of accelerometer output for children. *Med Sci Sports Exerc*, *37*(11 Suppl), S523-530.
- Guinhouya, C. B., Hubert, H., Soubrier, S., Vilhelm, C., Lemdani, M., & Durocher, A. (2006). Moderate-to-vigorous physical activity among children: discrepancies in accelerometry-based cut-off points. *Obesity (Silver Spring)*, *14*(5), 774-777. doi:10.1038/oby.2006.89
- Helmerhorst, H. J., Brage, S., Warren, J., Besson, H., & Ekelund, U. (2012). A systematic review of reliability and objective criterion-related validity of physical activity questionnaires. *Int J Behav Nutr Phys Act*, *9*, 103. doi:10.1186/1479-5868-9-103
- Hildebrand, M., Van Hees, V. T., Hansen, B. H., & Ekelund, U. (2014). Age group comparability of raw accelerometer output from wrist- and hip-worn monitors. *Med Sci Sports Exerc*, *46*(9), 1816-1824. doi:10.1249/MSS.0000000000000289
- Hills, A. P., Mokhtar, N., & Byrne, N. M. (2014). Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures. *Front Nutr*, *1*, 5. doi:10.3389/fnut.2014.00005

- Howe, C. A., Staudenmayer, J. W., & Freedson, P. S. (2009). Accelerometer prediction of energy expenditure: vector magnitude versus vertical axis. *Med Sci Sports Exerc*, 41(12), 2199-2206. doi:10.1249/MSS.0b013e3181aa3a0e
- Institute of Medicine, F. N. B. (2001). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Ishikawa-Takata, K., Kaneko, K., Koizumi, K., & Ito, C. (2013). Comparison of physical activity energy expenditure in Japanese adolescents assessed by EW4800P triaxial accelerometry and the doubly labelled water method. *Br J Nutr*, 110(7), 1347-1355. doi:10.1017/S0007114513000603
- John, D., & Freedson, P. (2012). ActiGraph and Actical physical activity monitors: a peek under the hood. *Med Sci Sports Exerc*, 44(1 Suppl 1), S86-89. doi:10.1249/MSS.0b013e3182399f5e
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.
- Malina, R. M. (2011). Skeletal age and age verification in youth sport. *Sports Med*, 41(11), 925-947. doi:10.2165/11590300-000000000-00000
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Lindsay Carter, J. E. (2006). International Standards for Anthropometric Assessment. Potchestroom: ISAK.
- Massuça, L., & Fragoso, I. (2011). Study of Portuguese handball players of different playing status. A morphological and biosocial perspective. *Biology of Sport*, 28, 37-44.
- Neilson, H. K., Robson, P. J., Friedenreich, C. M., & Csizmadi, I. (2008). Estimating activity energy expenditure: how valid are physical activity questionnaires? *Am J Clin Nutr*, 87(2), 279-291.
- Ottevaere, C., Huybrechts, I., De Meester, F., De Bourdeaudhuij, I., Cuenca-Garcia, M., & De Henauw, S. (2011). The use of accelerometry in adolescents and its implementation



- with non-wear time activity diaries in free-living conditions. *J Sports Sci*, 29(1), 103-113. doi:10.1080/02640414.2010.521169
- Plasqui, G., & Westerterp, K. R. (2007). Physical activity assessment with accelerometers: an evaluation against doubly labeled water. *Obesity (Silver Spring)*, 15(10), 2371-2379. doi:10.1038/oby.2007.281
- Pols, M. A., Peeters, P. H., Kemper, H. C., & Grobbee, D. E. (1998). Methodological aspects of physical activity assessment in epidemiological studies. *Eur J Epidemiol*, 14(1), 63-70.
- Ridley, K., Ainsworth, B. E., & Olds, T. S. (2008). Development of a compendium of energy expenditures for youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 5, 45. doi:10.1186/1479-5868-5-45
- Tanner, J. M., Hely, M. J. R., Godstein, H., & Cameron, N. (2001). *Assessment of skeletal maturity and prediction of the adult height (TW3 method)*. London: W. B. Saunders.
- Terwee, C. B., Mokkink, L. B., van Poppel, M. N., Chinapaw, M. J., van Mechelen, W., & de Vet, H. C. (2010). Qualitative attributes and measurement properties of physical activity questionnaires: a checklist. *Sports Med*, 40(7), 525-537. doi:10.2165/11531370-000000000-00000
- Troiano, R. P., Berrigan, D., Dodd, K. W., Mâsse, L. C., Tilert, T., & McDowell, M. (2008). Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*, 40(1), 181-188. doi:10.1249/mss.0b013e31815a51b3
- Trost, S. G., Zheng, Y., & Wong, W. K. (2014). Machine learning for activity recognition: hip versus wrist data. *Physiol Meas*, 35(11), 2183-2189. doi:10.1088/0967-3334/35/11/2183
- Varela-Silva, M. I., Fragoso, I., & Vieira, F. (2010). Growth and nutritional status of Portuguese children from Lisbon, and their parents. Notes on time trends between 1971 and 2001. *Ann Hum Biol*, 37(5), 702-716. doi:10.3109/03014460903539566
- Warren, J. M., Ekelund, U., Besson, H., Mezzani, A., Geladas, N., Vanhees, L., & Panel, E. (2010). Assessment of physical activity - a review of methodologies with reference to

epidemiological research: a report of the exercise physiology section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 17(2), 127-139. doi:10.1097/HJR.0b013e32832ed875

Zhang, S., Rowlands, A. V., Murray, P., & Hurst, T. L. (2012). Physical activity classification using the GENEActiv wrist-worn accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*, 44(4), 742-748. doi:10.1249/MSS.0b013e31823bf95c

Zou, G. Y. (2012). Sample size formulas for estimating intraclass correlation coefficients with precision and assurance. *Stat Med*, 31(29), 3972-3981. doi:10.1002/sim.5466

# **CAPÍTULO V**

---

## **SUPLEMENTO METODOLÓGICO**

### **Artigo 2**

---

## **Concepção Experimental do Estudo**

O estudo apresentado pretendeu analisar a validade relativa do *Questionário Biossocial e para Avaliação das Rotinas de Vida Diárias em Crianças e Adolescentes RAPIL II*, por comparação com a acelerometria. A validade de um instrumento corresponde à capacidade deste avaliar o que pretende exactamente medir. O termo *relativa* emprega-se para indicar que essa validação é feita utilizando para comparação um método que não é considerado *gold standard* (Pols et al., 1998).

Para conduzir este estudo de validação, foram utilizados os dados transversais existentes, recolhidos para uma fracção da amostra do artigo apresentado no capítulo II desta dissertação. Este estudo de validação, além de permitir adequar a utilização deste questionário e delimitar, de forma clara, a extensão da mesma a situações demarcadas e com determinados objectivos, com base nos seus resultados, providencia a oportunidade de aperfeiçoar uma ferramenta que tem vindo a ser utilizada em amostras importantes da nossa população. Com ele, são compreendidas, também, as vantagens de coadjuvar a acelerometria com informação auto-reportada relativa à actividade física realizada nos períodos de eventual não utilização do aparelho. Os resultados desta validação consentiram a utilização segura da variável PAL, assim obtida pelo questionário, como covariável do primeiro artigo apresentado.

## **Tratamento Estatístico e Considerações Metodológicas**

### ***Método de Validação***

A produção científica é ambígua nos procedimentos estatísticos utilizados para a validação de instrumentos, recaindo a escolha em métodos distintos, parecendo não existir um procedimento consensual. O método proposto por Bland e Altman (Altman & Bland, 1983; Bland & Altman, 1986) tem sido, contudo, o mais frequentemente utilizado para a validação de instrumentos médicos (Barnhart, Haber, & Lin, 2007; Zaki, Bulgiba, Ismail, & Ismail, 2012), parecendo apresentar a robustez necessária para o efeito, podendo e devendo ser acompanhado por outros

indicadores complementares. Este método assume como premissas estatísticas uma distribuição aproximada à normal das diferenças entre os dois métodos (questionário e acelerometria, neste caso) e a homoscedasticidade dos dados (variância dos desvios entre os métodos constante), que serão aprofundadas em secções ulteriores.

O método Bland-Altman original (Altman & Bland, 1983; Bland & Altman, 1986) foi aplicado nos dados em estudo, inicialmente. Neste método, o intervalo (“de concordância”, assuma-se esta designação) definido pelos LOA é delimitado por números fixos. Ou seja, trata-se de um intervalo constante para todos os níveis de grandeza que a variável (neste caso, o PAL) possa tomar.

À medida que o tratamento dos dados foi conduzido, foi identificada, contudo, a presença de heteroscedasticidade, já que a variância dos desvios entre os dois métodos (questionário e acelerometria) aumentava à medida que o PAL aumentava. Os autores do método recomendam a logaritmização das variáveis para corrigir a heteroscedasticidade, procedimento que, não funcionando, deve dar lugar à aplicação do método Bland-Altman baseado na regressão linear (Bland & Altman, 1999).

Nas próximas páginas constarão as análises realizadas durante este processo, desde a aplicação do método Bland-Altman original, ao estudo da heteroscedasticidade dos dados. Esta série de procedimentos culminou na aplicação do método regressivo Bland-Altman, cujos resultados constam no segundo artigo, apresentado anteriormente (Capítulo IV).

### ***1) Aplicação do Método Bland & Altman (1983, 1986)***

#### ***a) Validação relativa utilizando dados da acelerometria sem NWT***

Foram criadas as variáveis *Diferença PAL Acelerometria sem NWT – PAL Questionário* e *Média entre PAL Acelerometria sem NWT e PAL Questionário*. A normalidade da distribuição das diferenças foi confirmada, quer pelo teste de Kolmogorov-Smirnov com correcção de

Lilliefors ( $d = 0.068$ ,  $p < .200$ ), quer pelo de Shapiro-Wilk ( $w = 0.986$ ,  $p < .197$ ), e determinou-se a média e o desvio padrão desta variável (**tabela 1**).

**Tabela 1 – Estatísticas descritivas (média e desvio padrão) da Diferença PAL Acelerometria sem NWT – PAL Questionário.**

|  | N   | Mean     | Std. Deviation |
|--|-----|----------|----------------|
| Diferença PAL Acelerometria sem NWT – PAL Questionário | 127 | -.042065 | .2490417       |
| Valid N (listwise)                                     | 127 |          |                |

Estes valores foram utilizados para o cálculo dos LOA, inferior e superior, determinados, nesta metodologia, através da expressão: *Média da Diferença*  $\pm$   $1.96 \times$  *Desvio Padrão da Diferença*.

Fazendo os cálculos, tem-se:

- $- 0.042065 + 1.96 \times 0.2490417 = - 0.042065 + 0.488121732 = 0.446056732$  (LOA superior)
- $- 0.042065 - 1.96 \times 0.2490417 = - 0.530186732$  (LOA inferior)

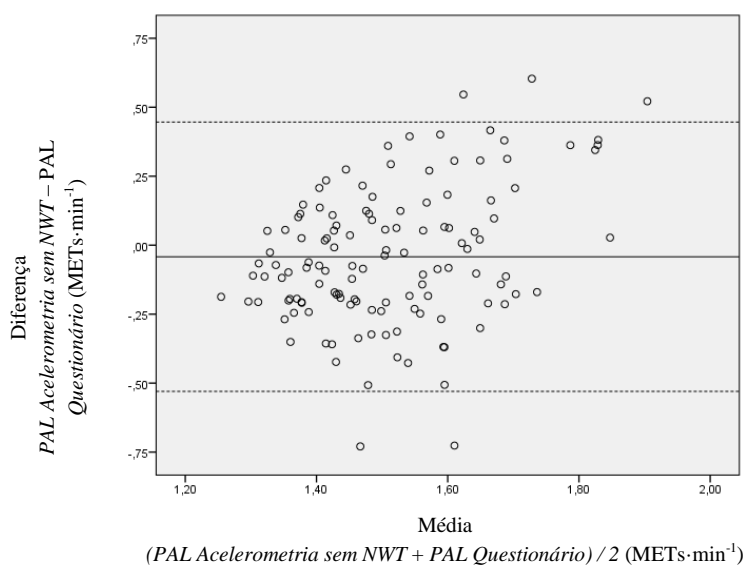
Os resultados são posteriormente apresentados num diagrama de dispersão, onde o eixo X representa a variável *Média entre PAL Acelerometria sem NWT e PAL Questionário* e o eixo Y a *Diferença PAL Acelerometria sem NWT – PAL Questionário*.

Neste diagrama (**figura 1**), são adicionadas três rectas horizontais, paralelas ao eixo X, que interceptam o eixo vertical Y em três pontos:

- LOA inferior =  $- 0.530186732$
- Média da Diferença =  $- 0.042065$
- LOA superior =  $0.446056732$

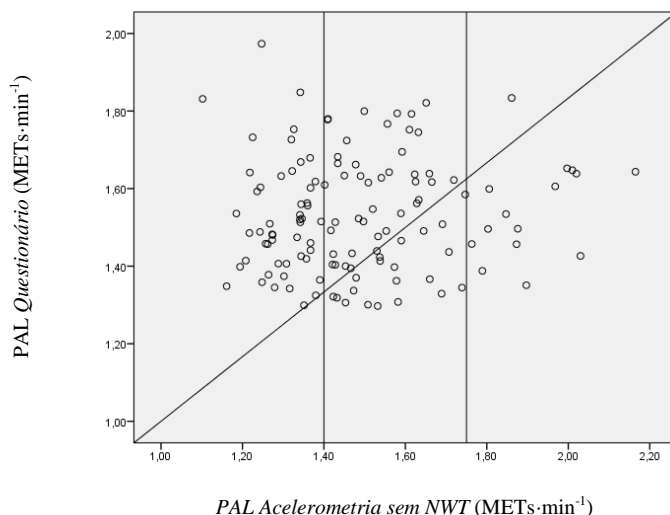
Considera-se que o método a validar é concordante com o método de comparação, se a maioria dos pontos no diagrama se localizarem dentro dos LOA. Esta conclusão “estatística” deve ser

sempre acompanhada de uma análise “prática” dos resultados, que avalia os valores dados pelos LOA como aceitáveis ou não quanto ao desvio “prático” que representam.



**Figura 1 – Diagrama Bland-Altman do método tradicional (validação do Questionário RAPIL II por comparação com acelerometria sem inclusão do NWT).**

Observando-se atentamente a **figura 1**, percebe-se que as diferenças entre os métodos parecem variar de forma sistemática ao longo da gama de valores de PAL, aumentando com o aumento do PAL. A construção do gráfico *PAL Acelerometria sem NWT vs. PAL Questionário*, com a recta bissectriz dos quadrantes ímpares (recta de igualdade) (**figura 2**), também apontou para o facto de as diferenças entre os métodos não serem uniformes, dependendo do valor de PAL. Para valores baixos de actividade física ( $PAL < 1.4$ ), o Questionário RAPIL II sobrestima os valores de PAL (as observações encontram-se acima da recta bissectriz). Para valores elevados de PAL ( $PAL > 1.75$ ), o questionário subestima os valores de PAL (as observações encontram-se abaixo da recta bissectriz). Estas diferenças são delimitadas, na **figura 2**, pelas linhas verticais. A confirmação desta variação significa que estamos perante dados heteroscedásticos. Ora, o método Bland-Altman aplicado anteriormente assume que essa variação está ausente, ou seja, que as diferenças entre os métodos são constantes em todas as ordens de grandeza da variável, sendo que, desta forma, o intervalo definido pelos LOA ao nível das menores diferenças verifica-se injustificadamente amplo.



**Figura 2 – PAL estimado pelo Questionário RAPIL II (eixo Y) e através de acelerometria sem NWT (eixo X), com a recta bissectriz dos quadrantes ímpares.**

A heteroscedasticidade dos dados foi examinada através do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson ( $\rho$ ) (*two-tailed*) entre as diferenças absolutas e a média do PAL estimado pelos dois métodos (Atkinson & Nevill, 1998), tendo sido confirmada por uma correlação positiva e estatisticamente significativa ( $\rho = .298$ ;  $p = .001$ ), como pode ser consultado na **tabela 2**.

**Tabela 2 – Correlação Diferenças Absolutas de PAL vs. Média de PAL entre Questionário RAPIL II e Acelerometria, sem considerar NWT.**

|                                       |                     | Diferenças Absolutas PAL<br>(sem NWT) | Média PAL (sem NWT) |
|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------|
| Diferenças Absolutas PAL<br>(sem NWT) | Pearson Correlation | 1                                     | .298**              |
|                                       | Sig. (2-tailed)     |                                       | .001                |
|                                       | N                   | 127                                   | 127                 |
| Média PAL (sem NWT)                   | Pearson Correlation | .298**                                | 1                   |
|                                       | Sig. (2-tailed)     | .001                                  |                     |
|                                       | N                   | 127                                   | 127                 |

\*\* . Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

Os autores do método sugerem a logaritmização dos dados, na tentativa de corrigir a sua heteroscedasticidade. Deste modo, foi aplicado o logaritmo natural ( $\ln$ ) às duas variáveis e repetido o cálculo da correlação entre ambas, que veio confirmar a manutenção (embora menor)



da heteroscedasticidade dos dados ( $\rho = .191$ ;  $p = .032$ ) (**tabela 3**), o que motivou a aplicação do método Bland-Altman baseado na regressão linear, tal como apresentado no artigo do capítulo anterior.

**Tabela 3 – Correlação das variáveis logaritmizadas (*ln*) Diferenças Absolutas de PAL vs. Média de PAL entre Questionário RAPIL II e Acelerometria, sem considerar NWT.**

|  |                     | <i>ln</i> (Diferenças Absolutas PAL sem NWT) | <i>ln</i> (Média PAL sem NWT) |
|--|---------------------|--|-------------------------------|
| <i>ln</i> (Diferenças Absolutas PAL sem NWT) | Pearson Correlation | 1  | .191*                         |
|  | Sig. (2-tailed)     |  | .032                          |
|  | N                   | 127  | 127                           |
| <i>ln</i> (Média PAL sem NWT)                | Pearson Correlation | .191*  | 1                             |
|  | Sig. (2-tailed)     | .032   |                               |
|  | N                   | 127  | 127                           |

\*. Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

**b) Validação relativa utilizando dados da acelerometria com NWT**

Depois de criadas as variáveis *Diferença PAL Acelerometria com NWT – PAL Questionário e Média entre PAL Acelerometria com NWT e PAL Questionário*, a normalidade da distribuição das diferenças foi confirmada quer pelo teste de Kolmogorov-Smirnov com correcção de Lilliefors ( $d = 0.077$ ,  $p < .059$ ), quer pelo de Shapiro-Wilk ( $w = 0.980$ ,  $p < .053$ ). Determinou-se, seguidamente, a média e o desvio padrão desta variável (**tabela 4**).

**Tabela 4 – Estatísticas descritivas (média e desvio padrão) da Diferença PAL Acelerometria com NWT – PAL Questionário.**

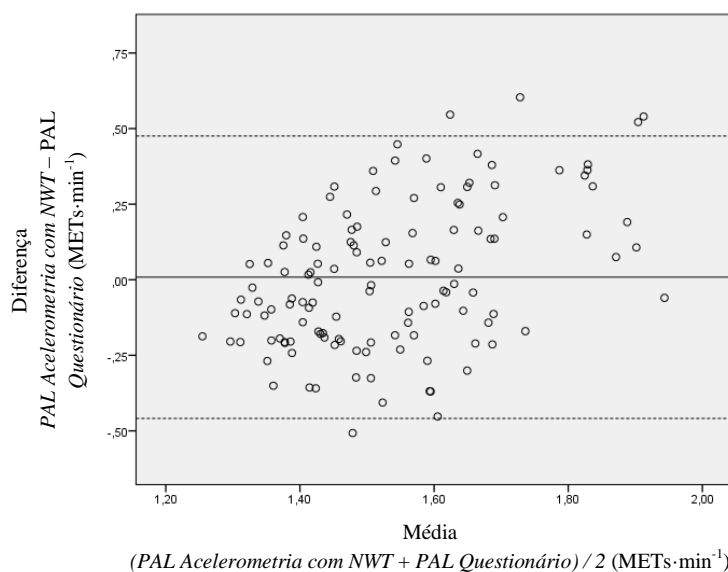
|  | N   | Mean    | Std. Deviation |
|--|-----|---------|----------------|
| Diferença PAL Acelerometria com NWT – PAL Questionário | 127 | .008363 | .2383724       |
| Valid N (listwise)                                     | 127 |         |                |

Procedeu-se ao cálculo dos LOA inferior e superior, aplicando a expressão *Média da Diferença*  $\pm 1.96 \times$  *Desvio Padrão da Diferença*:

- $0.008363 - 1.96 \times 0.2383724 = -0.458846904$  (LOA inferior)
- $0.008363 + 1.96 \times 0.2383724 = 0.008363 + 0.467209904 = 0.475572904$  (LOA superior)

Construiu-se o diagrama de dispersão, onde o eixo X representa a variável *Média entre PAL Acelerometria com NWT e PAL Questionário* e o eixo Y a *Diferença PAL Acelerometria com NWT – PAL Questionário* (**figura 3**). Ao diagrama, adicionaram-se as três rectas horizontais, paralelas ao eixo X, que interceptam o eixo vertical Y em três pontos:

- LOA inferior =  $-0.458846904$
- Média da Diferença =  $0.008363$
- LOA superior =  $0.475572904$



**Figura 3 – Diagrama Bland-Altman do método tradicional (validação do Questionário RAPIL II por comparação com acelerometria com inclusão do NWT)**

À semelhança do que foi observado anteriormente, os dados com inclusão do *NWT* parecem denotar, igualmente, uma variação das diferenças, que aumentam com o aumento do *PAL* (heteroscedasticidade). Esta ideia é novamente corroborada pelo gráfico *PAL Acelerometria*

com NWT vs. PAL Questionário (figura 4). Valores de PAL inferiores a 1.33 e superiores a 1.70 são sobre e subestimados pelo questionário, respectivamente.

Procedeu-se ao cálculo do coeficiente de correlação de Pearson ( $\rho$ ) (*two-tailed*) entre as diferenças absolutas e a média do PAL obtido pelos dois métodos (Atkinson & Nevill, 1998), tendo a heteroscedasticidade sido confirmada por uma correlação positiva e estatisticamente significativa ( $\rho = .312$ ;  $p < .001$ ) (Tabela 5).

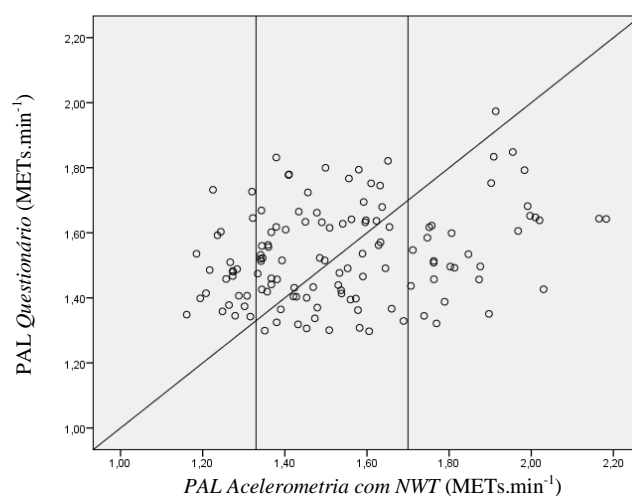


Figura 4 – PAL estimado pelo Questionário RAPIL II (eixo Y) e através de acelerometria com NWT (eixo X), com a recta bissectriz dos quadrantes ímpares.

Tabela 5 – Correlação Diferenças Absolutas de PAL vs. Média de PAL entre Questionário RAPIL II e Acelerometria considerando o NWT.

|                                    |                     | Diferenças Absolutas PAL (com NWT) | Média PAL (com NWT) |
|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|
| Diferenças Absolutas PAL (com NWT) | Pearson Correlation | 1                                  | .312**              |
|                                    | Sig. (2-tailed)     |                                    | .000                |
|                                    | N                   | 127                                | 127                 |
| Média PAL (com NWT)                | Pearson Correlation | .312**                             | 1                   |
|                                    | Sig. (2-tailed)     | .000                               |                     |
|                                    | N                   | 127                                | 127                 |

\*\* . Correlation is significant at the .01 level (2-tailed).

Confirmada a heteroscedasticidade dos dados, foi aplicado o  $\ln$  às duas variáveis e repetido o cálculo do coeficiente de correlação  $\rho$  entre ambas. Tal como anteriormente, a heteroscedasticidade dos dados manteve-se, embora com menor intensidade ( $\rho = .217$ ;  $p = .014$ )

(tabela 6), motivando a aplicação do método Bland-Altman baseado na regressão linear, tal como apresentado no artigo do capítulo anterior.

**Tabela 6 – Correlação das variáveis logaritmizadas (*ln*) Diferenças Absolutas de PAL vs. Média de PAL entre Questionário RAPIL II e Acelerometria, considerando o NWT.**

|  |                     | <i>ln</i> (Diferenças Absolutas PAL com NWT) | <i>ln</i> (Média PAL com NWT) |
|--|---------------------|--|-------------------------------|
| <i>ln</i> (Diferenças Absolutas PAL com NWT) | Pearson Correlation | 1  | .217*                         |
|  | Sig. (2-tailed)     |  | .014                          |
|  | N                   | 127  | 127                           |
| <i>ln</i> (Média PAL com NWT)                | Pearson Correlation | .217*  | 1                             |
|  | Sig. (2-tailed)     | .014   |                               |
|  | N                   | 127  | 127                           |

\*. Correlation is significant at the .05 level (2-tailed).

# **CAPÍTULO VI**

---

## **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES GERAIS DA TESE**

---

Esta investigação teve como objectivo primordial o estudo da influência do *RLL*, como indicador da proporção corporal, no gasto energético de repouso de jovens. Todas as análises conduzidas revelaram resultados favoráveis à hipótese de que uma proporção corporal caracterizada por membros inferiores mais longos relativamente ao tronco é característica de um rácio *REE/FFM* superior. Não se fundamentou uma relação directa entre a quantidade absoluta de *FFM* e o *REE*, que ditaria que um corpo com membros inferiores maiores relativamente ao tronco, por ser indicativo de maior quantidade total de *FFM*, teria um *REE* superior (mediado, apenas, pela superior *FFM*, o seu principal determinante). Fala-se de um aumento do *REE* por unidade (quilograma) de *FFM* em indivíduos com uma determinada proporção corporal, variável que opera como moderador desse gasto e que, em última instância, poderá reflectir a acção de mecanismos adaptativos gerados como consequência das condições de uma fase de crescimento anterior. Contudo, não deve ser negligenciado o facto de a amostra em estudo não ter finalizado o seu processo de crescimento, período durante o qual têm lugar diferentes valores de *RLL*, fisiologicamente demarcados.

De permeio, estudou-se a validade relativa do questionário RAPIL II, que demonstrou ser concordante com a acelerometria triaxial em contexto populacional ou epidemiológico para estimar o *PAL* diário em jovens de ambos os sexos. Não se recomenda a utilização deste questionário com vista a avaliações individuais da actividade física diária, já que ficou demonstrada uma elevada variação do erro a este nível, que pode atingir níveis inaceitáveis para um método de estimação do *PAL* diário. Esta validação beneficiaria de um trabalho futuro de avaliação da precisão do método.

Elegeu-se como foco principal desta dissertação a análise dos dados recolhidos aquando do projecto de investigação *Impacto do desporto federado, do desporto escolar e da actividade física regular feita após o horário escolar no estilo e qualidade de vida das crianças e dos adolescentes (11 a 16 anos) em função da sua idade óssea*. A partir destes, foram criadas as variáveis de interesse às análises pretendidas e conduzidos os procedimentos matemáticos e estatísticos necessários. As conclusões que emergem pertencem ao espólio de resultados

preliminares que a hipótese de estudo transversal a este trabalho poderá continuar a gerar, nesta fase do conhecimento actual, fornecendo direcções de relevo para investigações futuras. Sendo este um estudo transversal, não se podem inferir quaisquer relações causais entre as variáveis. Contudo, trabalhos como este tornam-se capitais para a formulação futura de hipóteses de estudo, baseadas nos resultados e discussões prévios obtidos em tais investigações. O tempo dirá se este singelo intento, cheio dos seus “ses” e “mas”, constituirá a célula, ainda que diminuta, de algo maior que venha a ter lugar.

Fica por analisar esta hipótese de estudo em subgrupos amostrais (adultos, homens *vs.* mulheres, por faixa etária dentro da população jovem e, em particular, na população atlética de alto rendimento e nas diferentes modalidades) e com instrumentos mais incisivos. Quer pela ausência de dimensões amostrais proporcionadoras de poder estatístico superior, quer pela restrição temporal que, não funcionando como justificação, actua como efeito delimitador de acção, no contexto de um ano de dissertação de mestrado que pretende treinar os candidatos, com conta e peso, e não fazer deles recordistas, no que a volume de trabalho respeita, ficam por obter e desvendar estas conclusões mais inclusivas e estratificadas. No entanto, compete ao mesmo candidato compreender as possibilidades futuras do seu trabalho, à luz das implicações práticas que abrigam, numa lógica de “afunilamento” da investigação, indo do lato ao estreito.

Considerando a influência, não determinante, mas colaborante, da proporção corporal no *rácio REE/FFM*, exige-se um “doseamento” mais rigoroso do seu contributo para o *rácio REE/FFM* baseado em avaliações feitas por métodos de referência ou aproximados, para que, a partir daí, seja possível integrar os respectivos resultados práticos nos métodos indirectos de avaliação das necessidades energéticas, de uso rotineiro na prática clínica. A criação de percentis de *RLL* para a população poderá constituir uma utilidade prática importante num futuro relativamente próximo, tendo em conta as implicações, não só em termos energéticos, mas também ao nível do risco de doença, na sequência dos trabalhos emergentes nesta área.

Numa perspectiva mais microscópica, e de natureza causal, enceta-se, igualmente, a oportunidade de serem colocadas novas hipóteses subjacentes ao grande tema e desenhados

estudos que permitam apurar os mecanismos fisiológicos mediadores e fundamentais destas associações.

A proporção corporal, sendo uma área que viu renascido, nos últimos anos, o interesse científico em seu redor, e estando ainda em fases embrionárias do conhecimento, proporciona, assim, vários caminhos de estudo vindouro. Com a ligação à evolução e adaptação da espécie que parece sustentar, poderá tornar-se um indicador clínico importante, pertinente e de fácil obtenção, que auxilie os profissionais de saúde e do desporto numa avaliação individual cada vez mais rigorosa, conducente a prescrições cada vez mais adequadas e fundamentadas.

Darwin mostrou toda uma nova forma de encarar e entender a biologia e o sucesso adaptativo das espécies. Hoje, sabemos que a evolução é um processo constante. Na ciência, existirão sempre muitas perguntas para poucas respostas, mas também é diariamente testemunhável a existência profícua da curiosidade, da persistência e do rigor, que têm levado a espécie humana a melhor conhecer-se e beneficiar-se. Ainda assim, a descoberta dos segredos da vida é uma aventura que está longe, muito longe, de terminar!



## BIBLIOGRAFIA

- Altman, D. G., & Bland, J. M. (1983). Measurement in Medicine: the Analysis of Method Comparison Studies *The Statistician*, 32, 307-317.
- Anderson, D., Sweeney, D., & Williams, T. (2011). *Statistics for business and economics* (S.-W. C. Learning Ed. 11th ed.). USA: Joe Sabatino.
- Atkinson, G., & Nevill, A. M. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med*, 26(4), 217-238.
- Barnhart, H. X., Haber, M. J., & Lin, L. I. (2007). An overview on assessing agreement with continuous measurements. *J Biopharm Stat*, 17(4), 529-569. doi:10.1080/10543400701376480
- Bauman, A. E., Sallis, J. F., Dzewaltowski, D. A., & Owen, N. (2002). Toward a better understanding of the influences on physical activity: the role of determinants, correlates, causal variables, mediators, moderators, and confounders. *Am J Prev Med*, 23(2 Suppl), 5-14.
- Bentham, J., Di Cesare, M., Stevens, G., Zhou, B., Bixby, H., Cowan, M., . . . Ezzati, M. (2016). A century of trends in adult human height. *Elife*, 5. doi:10.7554/eLife.13410
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, i, 307-310.
- Bland, J. M., & Altman, D. G. (1999). Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res*, 8(2), 135-160.
- Bogin, B. (2013). Secular changes in childhood, adolescent and adult stature. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*, 71, 115-126. doi:10.1159/000342581
- Costa, J. A., & Sampaio e Melo, A. (1982) Dicionário da Língua Portuguesa (5ª ed.). Porto: Porto Editora.
- Fragoso, I. V., F., Barrigas, C., Baptista, F., Teixeira, P., Santa-Clara, H., Mil-Homens, P., & Sardinha, L. (2007). *Influence of maturation on morphology, food ingestion and motor*

- performance variability of Lisbon children aged between 7 to 8 years*. London: Routledge.
- Fuhrman, T., & Holmbeck, G. N. (1995). A contextual-moderator analysis of emotional autonomy and adjustment in adolescence. *Child Dev*, 66(3), 793-811.
- Gujarati, D. (2004). *Basic econometrics* (4th ed.). New York: McGraw-Hill Companies.
- Hills, A. P., Mokhtar, N., & Byrne, N. M. (2014). Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures. *Front Nutr*, 1, 5. doi:10.3389/fnut.2014.00005
- LaForgia, J., Withers, R. T., & Gore, C. J. (2006). Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. *J Sports Sci*, 24(12), 1247-1264. doi:10.1080/02640410600552064
- Marôco, J. P. (2010). *Análise Estatística com PASW - Statitics (ex-SPSS)* (1ª ed.). Pêro Pinheiro: Report Number.
- Massuça, L., & Fragoso, I. (2011). Study of Portuguese handball players of different playing status. A morphological and biosocial perspective. *Biology of Sport*, 28, 37-44.
- Pallant, J. (2005). *SPSS Survival Manual - A step by step guide to data analysis using SPSS for Windows (Version 12)* (2nd edition ed.). Sydney, Australia: Allen & Unwin.
- Pestana, M. H., & Gageiro, J. N. (2005). *Análise de Dados para Ciências Sociais - A Complementaridade do SPSS* (4ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo.
- Pols, M. A., Peeters, P. H., Kemper, H. C., & Grobbee, D. E. (1998). Methodological aspects of physical activity assessment in epidemiological studies. *Eur J Epidemiol*, 14(1), 63-70.
- Rakovic, A., Savanovic, V., Stankovic, D., Pavlovic, R., Simeonov, A., & Petkovic, E. (2015). Analysis of the athletes' somatotypes. *Acta Kinesiologica*, 9(1), 47-53.
- Sheldon, W. H. (1954). *Atlas of men, a guide for somatotyping the adult male at all ages*. Oxford, England: Harper.

- Tanner, J. (1964). *The physique of the Olympic athlete: a study of 137 track and field athletes at the XVIIIth Olympic Games, Rome 1960, and a comparison with weight-lifters and restlers*. London: G. Allen and Unwin.
- Varela-Silva, M. I., Fragoso, I., & Vieira, F. (2010). Growth and nutritional status of Portuguese children from Lisbon, and their parents. Notes on time trends between 1971 and 2001. *Ann Hum Biol*, 37(5), 702-716. doi:10.3109/03014460903539566
- Whisman, M. A., & McClelland, G. H. (2005). Designing, testing, and interpreting interactions and moderator effects in family research. *J Fam Psychol*, 19(1), 111-120. doi:10.1037/0893-3200.19.1.111
- Zaki, R., Bulgiba, A., Ismail, R., & Ismail, N. A. (2012). Statistical methods used to test for agreement of medical instruments measuring continuous variables in method comparison studies: a systematic review. *PLoS One*, 7(5), e37908. doi:10.1371/journal.pone.0037908



---

## **ANEXOS**

---

## ANEXO A

### Informed consent



Exmo(a). Sr(a),

O Centro Interdisciplinar de Estudo da *Performance* Humana (CIPER) da Faculdade de Motricidade Humana (FMH) vai realizar um estudo, financiado por fundos estruturais da UE e por fundos nacionais do Ministério da Educação e Ciência, subordinado ao tema: *“Impacto do Desporto Federado, do Desporto Escolar e da Actividade Física Regular feita Fora do Horário Escolar, no Estilo e Qualidade de Vida das Crianças e dos Adolescentes (11 a 16 anos), em função da sua Idade Óssea”*. Consideramos esta temática de particular relevância na sociedade actual, tendo em conta a ausência na literatura de um entendimento claro dos padrões e benefícios proporcionados pela Actividade Física (AF), em jovens pertencentes a grupos distintos e bem definidos de participação desportiva, considerando as variações em termos de dispêndio energético diário, e nível de maturidade biológica.

Para este efeito serão avaliadas 800 crianças e adolescentes (400 raparigas e 400 rapazes) com idades compreendidas entre os 11 e os 16 anos, praticantes de diferentes tipos de actividade desportiva: desporto federado, desporto escolar e outro tipo de actividade desportiva organizada informal fora da escola. Todos os parâmetros de análise discriminados serão avaliados por profissionais credenciados.

As avaliações decorrerão no próprio estabelecimento de ensino, entre Janeiro e Dezembro de 2012, dentro do horário escolar. O processo de recolha de dados será constituído por diversos protocolos de avaliação, que incluem a recolha de medidas antropométricas, avaliação da maturidade óssea, aplicação de questionários relativos ao estilo e qualidade de vida, rotinas diárias, perfil de lesão e nutricional, e uma medição objectiva da actividade física diária, através do recurso a acelerómetros. A avaliação de cada participante será efectuada em 3 momentos distintos, com uma duração estimada de aproximadamente 1 hora: dois para aplicação dos questionários de perfil nutricional e de lesões, e outro para avaliação antropométrica e da maturidade óssea. A aplicação dos acelerómetros, será feita de forma sequencial e alternada entre os alunos.

Após o processo de avaliação, será fornecido a cada participante o respectivo relatório individual com os resultados obtidos, e será entregue à instituição de ensino um relatório colectivo. A equipa de investigação organizará igualmente sessões de esclarecimento e aconselhamento ao nível dos hábitos de vida e nutricionais, aptidão física, composição corporal, nível de maturação e prevenção de lesões.

Para mais informações, a coordenação do projecto poderá ser contactada para o endereço electrónico: [joaoalbuquerque@fmh.utl.pt](mailto:joaoalbuquerque@fmh.utl.pt), ou para os números: 21 414 91 74 / 91 779 78 20.

Obrigado pela atenção dispensada.

---

Professora Doutora Isabel Fragoso  
Cruz-Quebrada, Novembro de 2011

### **Resumo da Metodologia utilizada**

#### **a) Avaliação do estilo e qualidade de vida, e rotinas de vida diárias**

Numa primeira fase, serão enviados a todos os participantes pré-seleccionados alguns documentos para preenchimento de informação relevante para o estudo:

- O questionário KIDSCREEN (projecto financiado pela Comissão Europeia integrado no EC 5th Framework-Programme “*Quality of Life and Management of Living Resources*”), construído especificamente para avaliar a sensação subjectiva de saúde e bem-estar das crianças e adolescentes (HRQOL - *health related quality of life*);

- Um questionário sobre rotinas de vida diária, que permite avaliar a AF escolar e extra-escolar, as actividades de tempos livres, as actividades domésticas e as horas de sono;

#### **b) Perfil antropométrico**

As medidas antropométricas serão obtidas de acordo com o protocolo da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK), por quatro técnicos antropometristas de nível 2 acreditados por esta instituição. Os dados a recolher incluem o peso, altura, diâmetro bicondilo-umeral e bicondilo-femoral, perímetro bicipital relaxado e contraído, crural e geminal, pregas de adiposidade subcutânea tricipital, subescapular, bicipital, ilíaca, ilio-espinal, abdominal, crural e geminal;

#### **c) Maturidade biológica:**

A avaliação da maturação biológica consistirá na determinação da idade óssea através de um raio X da mão e pulso esquerdo, utilizando um aparelho portátil de baixa intensidade. A determinação da maturidade óssea será realizada por dois avaliadores da Faculdade de Motricidade Humana de Lisboa. **Nota:** A radiação emitida pelo raio X é inferior à radiação absorvida num voo intercontinental (menos de 0,0639 mSv), e direccionada apenas para uma zona terminal do corpo (mão), não representando nenhum risco para a saúde dos participantes.

As medições antropométricas e de maturação serão realizadas num espaço privado e aquecido, em cada estabelecimento de ensino, apenas nos indivíduos que tiverem preenchido correctamente os questionários.

#### **d) Avaliação do perfil de lesões e nutricional**

Será igualmente aplicado um questionário que determinará o perfil de lesões das crianças e jovens da amostra, assim como um questionário de hábitos nutricionais, construídos e validados especificamente para a amostra em causa. Estes dois documentos mais específicos serão preenchidos em momentos distintos, e com o auxílio de profissionais especializados nestas áreas, na própria instituição de ensino.

#### **e) Avaliação do dispêndio energético diário**

De forma a proceder à validação do questionário sobre rotinas de vida diárias aplicado, a quantidade total de tempo diária (em minutos) dispensada na realização de actividade física será objectivamente registada, através de um acelerómetro triaxial, durante um período de 5 dias (3 dias semanais e fim-de-semana), durante todos os períodos de actividade excepto aqueles em que o participante está em contacto com água (banho ou piscina p.e.).

O protocolo de acelerometria será realizado somente em 180 crianças e adolescentes, de forma homogénea de acordo com a faixa etária e grupo de AF.

**Consentimento Informado**



(NECESSÁRIO DEVOLVER APENAS ESTA FOLHA)

1. Foi solicitada a participação do meu educando num estudo cujo objectivo é **avaliar o impacto do desporto federado, do desporto escolar e da actividade física regular feita após o horário escolar no estilo e qualidade de vida das crianças e dos adolescentes, de 11 a 16 anos, em função da sua idade óssea.**
2. Fui informado(a) dos procedimentos de avaliação e esclarecido(a) quanto às minhas dúvidas.
3. Sei que, em qualquer momento, poderei retirar o meu consentimento e **interromper a participação** do meu educando neste estudo, sem que daí resulte qualquer prejuízo para ele.
4. Ao assinar este formulário de consentimento, não estou a renunciar a quaisquer **direitos legais** que me assistam, de reclamação ou compensação, imputáveis aos responsáveis pelo projecto.
5. O Centro Interdisciplinar de Estudo da *Performance Humana* (CIPER) da Faculdade de Motricidade Humana (FMH) assegura toda a **confidencialidade** dos dados recolhidos, assim como a sua **exclusividade** para o fim a que se destinam.

Nome do Educando: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_ Ano de Escolaridade: \_\_\_\_\_

Estabelecimento de Ensino: \_\_\_\_\_

Nome do Encarregado de Educação: \_\_\_\_\_

Morada: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

**Participação desportiva**

Desporto Federado  Desporto escolar  Outra AF regular  Nenhuma AF regular

Modalidade(s)/ Actividade(s): \_\_\_\_\_

**Frequência semanal total**

0-2 x semana  2-3 x semana  3-5 x semana  +5 x semana

**Número horas/ semana total**

0-3h  3-5h  5-7h  7-10h  +10h

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_


**A Faculdade de Motricidade Humana agradece a todos os participantes pela sua colaboração no presente estudo.**





## ANEXO B


*The Questionnaire for Biosocial and Daily Life Routines Evaluation in Children and Youth*

*RAPILL II (The "Questionnaire RAPILL II")*

  
 40171

  
**FMH**  
FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA  
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

  
**FCT**  
Fundação para a Ciência e a Tecnologia  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA

  
**IPER**  
CENTRO INTERDISCIPLINAR DE PERFORMANCE HUMANA

**QUESTIONÁRIO BISSOCIAL E PARA A AVALIAÇÃO DE  
ROTINAS DE VIDA DIÁRIAS EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES**

TODAS AS RESPOSTAS SÃO POSSÍVEIS, POR ISSO RESPONDE COM TODA A SINCERIDADE;  
AS TUAS RESPOSTAS SERÃO UTILIZADAS APENAS NESTE ESTUDO E NÃO SERÃO PARTILHADAS COM NINGUÉM;  
SE TIVERES DIFICULDADE EM ALGUMA QUESTÃO, PEDE AJUDA AO TEU ENCARREGADO DE EDUCAÇÃO

1. Nome Completo:
2. Escola que frequentas:
3. Qual o teu sexo?  
 Rapaz     Rapariga
4. Qual a tua data de nascimento?  

|     |     |   |     |  |  |  |  |
|-----|-----|---|-----|--|--|--|--|
|     |     | - |     |  |  |  |  |
| Dia | Mês |   | Ano |  |  |  |  |
5. Que ano escolar frequentas?  
 5º ano  
 6º ano  
 7º ano  
 8º ano  
 9º ano  
 10º ano  
 11º ano
6. Nasceste em Portugal?  
 Sim     Não
- 6.1. Se respondeste "Não", há quantos anos vives neste país?  
 anos
7. Qual o teu local actual de residência?  
 Concelho   
 Freguesia
8. Por favor consulta o boletim de saúde infantil e outras tabelas de crescimento, para responder ao máximo que conseguires:
 

| Data       | Peso   | Altura<br>(em centímetros)                              |
|------------|--|---|
| à nascença | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> gramas | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 6 meses    | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> gramas | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 1 ano      | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> gramas | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 2 anos     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 3 anos     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 4 anos     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 5 anos     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 6 anos     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 7 anos     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 8 anos     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 9 anos     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 10 anos    | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 11 anos    | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 12 anos    | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 13 anos    | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 14 anos    | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 15 anos    | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |
| 16 anos    | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> kg     | <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> |



40171

9. Qual a tua etnia?

Caucasiana (branco)

Africana

Asiática

Indiana

Cigana

Outra

Qual?

10. Se és rapariga, já és menstruada?

Sim  Não

10.1 Se respondeste "Sim", com que idade foste menstruada pela primeira vez?

anos   meses

11. Por favor indica o tipo de habitação em que vives.

Moradia com jardim (>= 15m<sup>2</sup>)

Moradia sem jardim

Apartamento

Parte de casa

Quarto

Outro

11.1 Quantas assoalhadas tem?  
Por favor escreve o número de divisões da casa sem contar com a cozinha e as casas de banho

11.2 Zona de Residência:

Bairro Residencial luxuoso

Bairro Residencial

Zona comercial / antiga / rural

Zona industrial / operária

Outra

11.3 Características da tua casa:

Casa grande ou andar luxuoso

Casa ou andar espaçoso que oferece todas as comodidades

Casa ou andar pequeno bem construído e em bom estado de conservação

Casa ou andar inserido num Bairro Social

Casa ou andar não ventilado e não iluminado

11.4 Relativamente à principal fonte de rendimentos familiares:

Fortuna herdada ou adquirida

Lucros de empresa, honorários elevados, quadros executivos

Vencimento mensal fixo

Remuneração por semana, hora, ou à tarefa

Outra

12. Sem contar contigo, quantas pessoas moram na tua casa?

12.1 Por favor indica quais destas pessoas vivem em casa contigo.

Pai

Mãe

Padrasto

Madrasta

Irmãos

Avós

Outras pessoas

13. Quantos irmãos tens?

Não tenho irmãos  
(Se for este o caso passa à pergunta 14.)

Um  Cinco

Dois  Seis

Três  Sete

Quatro  Oito ou mais

13.1 Qual o sexo e idade dos teus irmãos?

| Sexo                           |                                   | Idade                                     |
|--------------------------------|-----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Rapaz | <input type="checkbox"/> Rapariga | <input type="text"/> <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> Rapaz | <input type="checkbox"/> Rapariga | <input type="text"/> <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> Rapaz | <input type="checkbox"/> Rapariga | <input type="text"/> <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> Rapaz | <input type="checkbox"/> Rapariga | <input type="text"/> <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> Rapaz | <input type="checkbox"/> Rapariga | <input type="text"/> <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> Rapaz | <input type="checkbox"/> Rapariga | <input type="text"/> <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> Rapaz | <input type="checkbox"/> Rapariga | <input type="text"/> <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> Rapaz | <input type="checkbox"/> Rapariga | <input type="text"/> <input type="text"/> |



40171

14. Em relação aos teus pais procura saber as seguintes informações:

## 14.1. PAI

Idade Data de nascimento  -  - 

Nacionalidade:

Anos de residência em Portugal: 

Profissão:

Peso actual (kg)\*:  Altura actual (cm)\*: 

Etnia:

 Caucasiana (branca) Africana Asiática Indiana Cigana Outra

Nível de escolaridade:

 Ensino Primário 9º ano Ensino Secundário Licenciatura Mestrado Doutoramento

\* muito importante

## 14.2. MÃE

Idade Data de nascimento  -  - 

Nacionalidade:

Anos de residência em Portugal: 

Profissão:

Peso actual (kg)\*:  Altura actual (cm)\*: 

Etnia:

 Caucasiana (branca) Africana Asiática Indiana Cigana Outra

Nível de escolaridade:

 Ensino Primário 9º ano Ensino Secundário Licenciatura Mestrado Doutoramento

\* muito importante

15. Qual a tua forma de deslocação preferencial quanto te deslocas de casa para a escola e da escola para casa?

 A pé Carro / Veículo motorizado Transporte público Bicicleta

15.1 Se andas a pé, quanto tempo demoras no percurso casa-escola-casa? (soma o tempo que despendes em cada percurso)

 minutos

16. Realizas algum outro percurso a pé diariamente que não seja para a escola?  Sim  Não

16.1 Se sim, quanto tempo demoras neste(s) percurso(s)?

 minutos

17. Quantas vezes e quantas horas tens Educação Física por semana?

**Aulas de 45min.:** Uma vez Duas vezes Três vezes**Aulas de 90min.:** Uma vez Duas vezes Três vezes

18. Praticas alguma modalidade de desporto federado / de competição?  Sim  Não

(se respondeste "Não", passa à pergunta 19.)

18.1 Se respondeste sim, que modalidade(s) praticas?

 Futebol  Natação  Canoagem Basquetebol  Karaté  Surf/Bodyboard Andebol  Ciclismo  Remo Voleibol  BTT  Hóquei Atletismo  Judo  Patinagem Ginástica  Ténis  Triatlo Ballet  Equitação  Skate Aeróbica/Step  Vela  Outra

Qual?



18.2 Quantas vezes e quantas horas de cada vez costumam praticar a(s) actividade(s) que assinalaste na pergunta anterior?

**Quantas vezes:**

- 1 vez por semana
- 2 vezes por semana
- 3 vezes por semana
- 4 vezes por semana
- 5 vezes por semana
- 6 vezes por semana
- Todos os dias

**Quantas horas de cada vez**

- Cerca de 1/2 hora
- Cerca de 45 minutos
- Cerca de 1 hora
- Cerca de 1 hora e 15 min.
- Cerca de 1 hora e 30 min.
- Cerca de 1 hora e 45 min.
- Cerca de duas horas
- + horas (quantas?)

horas  minutos

18.3 Treinas duas vezes no mesmo dia algum dia da semana?  Sim  Não

18.4. Se respondeste "Sim", quantas vezes por semana treinas mais do que uma vez por dia?

vezes

19. Sem contar com as aulas de Educação Física, praticas alguma modalidade de desporto escolar?

- Sim  Não

(se respondeste "Não", passa à pergunta 20.)

19.1 Se respondeste "Sim", que modalidades(s) praticas?

- Futebol  Natação  Canoagem
- Basquetebol  Karaté  Surf/Bodyboard
- Andebol  Ciclismo  Remo
- Voleibol  BTT  Hóquei
- Atletismo  Judo  Patinagem
- Ginástica  Ténis  Triatlo
- Ballet  Equitação  Skate
- Aeróbica/Step  Vela  Outra Qual?

19.2 Quantas vezes e quantas horas de cada vez costumam praticar a(s) actividade(s) que assinalaste na pergunta anterior?

**Quantas vezes:**

- 1 vez por semana
- 2 vezes por semana
- 3 vezes por semana
- 4 vezes por semana
- 5 vezes por semana
- 6 vezes por semana
- Todos os dias

**Quantas horas de cada vez**

- Cerca de 1/2 hora
- Cerca de 45 minutos
- Cerca de 1 hora
- Cerca de 1 hora e 15 min.
- Cerca de 1 hora e 30 min.
- Cerca de 1 hora e 45 min.
- Cerca de duas horas
- + horas (quantas?)

horas  minutos

20. Nos intervalos das aulas (contando também com a hora de almoço), praticas alguma actividade desportiva?

- Sim  Não

(se respondeste "Não", passa à pergunta 21.)

20.1 Se respondeste "Sim", que actividade(s) praticas?

- Futebol  Natação  Canoagem
- Basquetebol  Karaté  Surf/Bodyboard
- Andebol  Ciclismo  Remo
- Voleibol  BTT  Hóquei
- Atletismo  Judo  Patinagem
- Ginástica  Ténis  Triatlo
- Ballet  Equitação  Skate
- Aeróbica/Step  Vela  Outra Qual?

20.2 Quantas vezes e quantas horas de cada vez costumam praticar a(s) actividade(s) que assinalaste na pergunta anterior?

**Quantas vezes:**

- 1 vez por semana
- 2 vezes por semana
- 3 vezes por semana
- 4 vezes por semana
- 5 vezes por semana
- 6 vezes por semana
- Todos os dias

**Quantas horas de cada vez**

- Cerca de 1/2 hora
- Cerca de 45 minutos
- Cerca de 1 hora
- Cerca de 1 hora e 15 min.
- Cerca de 1 hora e 30 min.
- Cerca de 1 hora e 45 min.
- Cerca de duas horas
- + horas (quantas?)

horas  minutos





40171

24. A que horas te costumás deitar e levantar?  
(responde de acordo com o que costumás fazer mais vezes)

**Dias de semana**

Hora de deitar   horas   minutos

Hora de levantar   horas   minutos

**Fim de semana**

Hora de deitar   horas   minutos

Hora de levantar   horas   minutos

25. Quantas vezes por semana costumás fazer as seguintes actividades?

|  | Nº vezes / dia           |                          |                          | Nº vezes / semana        |                          |                          |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|  | 1                        | 2                        | +2                       | 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6 ou +                   |
| Ir às compras  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tratar da roupa (por a roupa na máquina, pendurar, apanhar e dobrar a roupa) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Fazer as camas   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Arrumar a casa (ex: arrumar objecto e roupas)                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Limpar o pó  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Varrer, ou limpar o chão com esfregona                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Aspirar a casa   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Preparar refeições (preparar e arranjar alimentos e cozinhá-los)             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Por e levantar a mesa  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Lavar e arrumar a loiça  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tratar do jardim   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tratar da Horta  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Lavar carros   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tomar conta de crianças pequenas e bebés                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tomar conta de idosos  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ajudar os pais no seu emprego  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

26. Quanto tempo demoras, cada vez que fazes as actividades que indicaste na pergunta anterior? (Por favor preenche só um quadrado por linha. Se demoras mais de uma hora escreve o tempo que demoras com essa actividade na coluna à direita assinalada para esse feito. (ex: 1h / 15m)

|  | 10 min                   | 20 min                   | 30 min                   | 40 min                   | 50 min                   | 1h                       | horas/minutos                                 |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| Ir às compras  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Tratar da roupa (por a roupa na máquina, pendurar, apanhar e dobrar a roupa) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Fazer as camas   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Arrumar a casa (ex: arrumar objecto e roupas)                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Limpar o pó  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Varrer, ou limpar o chão com esfregona                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Aspirar a casa   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Preparar refeições (preparar e arranjar alimentos e cozinhá-los)             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Por e levantar a mesa  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Lavar e arrumar a loiça  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Tratar do jardim   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Tratar da Horta  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Lavar carros   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Tomar conta de crianças pequenas e bebés                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Tomar conta de idosos  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |
| Ajudar os pais no seu emprego  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="text"/> h <input type="text"/> m |

**O QUESTIONÁRIO CHEGOU AO FIM.**

**OBRIGADO PELA TUA COLABORAÇÃO!**

ID

*A preencher pela FMH* Data de preenchimento:   -   -

## **ANEXO C:**

**Activity codes of the youth and adult compendiums used for the mean METs.min<sup>-1</sup> calculation of the subjects**

| <b>Used Codes of the Youth Compendium of Physical Activities (Ridley et al., 2008)</b> |                        |   |
|--|------------------------|---|
| <b>Code</b>  | <b>MET Value</b>       | <b>Description</b>  |
| 341992   | 5.0                    | Unstructured outdoor play (playground games) – moderate effort (used for “intervals between classes”)   |
| 341242   | 6.2                    | Riding a bicycle/bike – moderate effort (used for “cycling”)  |
| 341132   | 5.5                    | Dancing (general) – moderate effort (used for “general dance”, “ballroom dance” and “hip hop dance”)  |
| 342182   | 8.8                    | Soccer (field/indoor) – moderate effort   |
| 641602   | 5.0                    | Surfing (body or board) – moderate effort   |
| 341612   | 9.9                    | Swimming laps – moderate effort (used for “swimming”)   |
| 342642   | 7.0                    | Tennis (court) – moderate effort  |
| 342012   | 4.5                    | Badminton – moderate effort   |
| 341243   | 7.8                    | Riding a bicycle/bike – hard effort (used for “RPM/BTT/BMX”)  |
| 341322   | 10.0                   | Karate/martial arts/judo/kick boxing – moderate effort  |
| 342262   | 8.0                    | Hockey (field) – moderate effort  |
| 342162/<br>342172  | 8.8                    | Rugby league/union – moderate effort  |
| 321292   | 4.0                    | Horseback riding – moderate effort (used for “Equitation”)  |
| 342692   | 4.0                    | Volleyball (court) – moderate effort  |
| 341212/<br>342102  | 3.9<br>(mean<br>value) | Golf – moderate effort<br>Cricket – moderate effort<br>(Mean MET value used for “Golf/Cricket”)   |
| 341272   | 5.0                    | Riding a skateboard – moderate effort   |
| 341222   | 4.0                    | Gymnastics – moderate effort (used for “gymnastics” and “Circus arts”)  |
| 341752   | 6.2                    | Aerobics/health hustle – moderate effort  |
| 342032   | 8.2                    | Basketball – moderate effort  |
| 341792   | 4.8                    | Ballet – moderate effort  |
| 341662/<br>341652/<br>341672   | 6.7<br>(mean<br>value) | Athletics (track and field): hurdles steeplechase – moderate effort<br>Athletics (track and field): jumping – moderate effort<br>Athletics (track and field): throwing – moderate effort<br>(Mean MET value used for “Athletics”) |
| 341092   | 7.0                    | Rowing/canoeing – moderate effort   |
| 331630   | 2.5                    | Tai chi/Yoga (used for “Yoga” and “Pilates”)  |
| 341482   | 8.5                    | Running/Jogging – moderate effort   |
| 342622   | 4.0                    | Table tennis – moderate effort  |
| 341312/<br>341462  | 6.5                    | Rollerblading (in-line skating)/Rollerskating – moderate effort   |
| 341483   | 9.3                    | Running/Jogging – hard effort (for “cross-country running”)   |
| 342252   | 8.0                    | European handball (team) – moderate effort  |
| 331000   | 3.5                    | Archery   |
| 321942   | 3.0                    | Sailing/boating – moderate effort   |
| 341682   | 8.7                    | Trampoline – moderate effort  |
| 341452   | 8.0                    | Rockclimbing  |
| 341252   | 6.5                    | Riding a scooter – moderate effort (used for “Motocross”)   |

|   |                         |  |
|---|-------------------------|--|
| 630040  | 2.0                     | Cooking – standing   |
| 732202  | 3.4                     | Playing active videogames – moderate effort  |
| 121050  | 1.2                     | Watching TV – sitting  |
| 100010  | 0.9                     | Sleeping   |
| 642200  | 2.3                     | Shopping   |
| 632050/<br>632090/<br>641130  | 2.4<br>(mean<br>value)  | Doing the laundry<br>Ironing<br>Putting away clothes<br>(Mean MET value used for “general laundry”)                  |
| 631110  | 3.4                     | Making the bed   |
| 641230  | 3.4                     | Tidying/cleaning room (used for “house cleaning”)  |
| 641060  | 4.2                     | Dusting  |
| 641210  | 3.6                     | Sweeping floor   |
| 641250  | 4.2                     | Vacuuming  |
| 640350  | 2.6                     | Setting the table  |
| 630270  | 1.9                     | Washing or clearing dishes   |
| 643330  | 3.7                     | Gardening  |
| 642260  | 3.0                     | Washing car or windows (used for “washing car”)  |
| 622020/<br>622030   | 2.75<br>(mean<br>value) | Child care (e.g. dressing)<br>Child care (e.g. feeding)<br>(Mean MET value used for “child care” and “elderly care”) |
| 531070  | 2.0                     | Showering & toweling off (used for “personal hygiene”)   |
| 522030  | 1.5                     | Eating – sitting   |
| <b>Used Codes of the Adult Compendium of Physical Activities (Ainsworth et al., 2011)</b> |                         |  |
| <b>Code</b>   | <b>MET<br/>Value</b>    | <b>Description</b>   |
| 15200   | 6,0                     | Fencing  |
| 18360   | 10,0                    | Water polo   |
| 18330   | 8,0                     | Swimming, synchronized   |
| 15135   | 5,8                     | Children’s games, adults playing (used for “Physical Education classes”)   |
| 2060  | 5,5                     | Health club exercise, general (used for “Gym/weight lifting/fitness”)  |



## ANEXO D:

### Accelerometry Diary for Non-Wear Time Activities - Example

|         |                      |                      |                      |                      |                      |                        |                      |                      |                      |                      |
|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Código: | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | (A preencher pela FMH) |                      |                      |                      |                      |
| Nome:   | <input type="text"/> |                      |                      |                      |                      |                        |                      |                      |                      |                      |
| Data:   | <input type="text"/> | <input type="text"/> | -                    | <input type="text"/> | <input type="text"/> | -                      | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

### Folha de Registo (Acelerómetro)

|   | Data     | Dia da semana | Hora Inicial | Hora Final |
|---|----------|---------------|--------------|------------|
| 1 | 19-10-12 | Segunda-feira | 12h00        | 00h25      |
| 2 | 20-10-12 | Terça-feira   | 09h45        | 1h00       |
| 3 | 21-10-12 | Quarta-feira  | 10h20        | 22h47      |
| 4 | 22-10-12 | Quinta-feira  | 07h49        | 22h50      |
| 5 | 23-10-12 | Sexta-feira   | 07h50        | 23h26      |
| 6 | 24-10-12 | Sábado        | 07h50        | 23h30      |
| 7 | 25-10-12 | Domingo       | 17h12        | 01h00      |

A hora inicial diz respeito à hora em que o acelerómetro é colocado (após acordar, ou após o duche da manhã, se este tiver lugar).

A hora final diz respeito à hora em que o acelerómetro é removido, mesmo antes de deitar para dormir.

Data de devolução do acelerómetro: 26-10-2012

### Prática de Actividade Física sem a utilização do acelerómetro:

| Dia | Modalidade | Duração (minutos) | Intensidade (0-20) |
|-----|------------|-------------------|--------------------|
|     |            |                   |                    |
|     |            |                   |                    |
|     |            |                   |                    |
|     |            |                   |                    |
|     |            |                   |                    |

Se retirar o acelerómetro para realizar alguma actividade em que não é possível utilizar o aparelho, p.e. natação, surf ou bodyboard, rugby, desportos de combate, guarda-redes, ou competições em que o árbitro não autoriza a utilização, deverá escrever neste espaço. Assinalar também actividades desportivas "deslizantes", como o ciclismo, a canoagem, o remo ou o skate.

**Como utilizar o Acelerómetro:**

O acelerómetro quantifica a actividade física habitual através do registo dos movimentos corporais ocorridos durante os dias definidos para a recolha desta informação.

**Instruções:**

1. O acelerómetro deve ser colocado na cintura, por cima da crista ilíaca do lado direito;
2. O acelerómetro deve ser colocado junto ao corpo, por baixo ou por cima da roupa, de forma a permanecer junto, mas não demasiado apertado;
3. O acelerómetro não deve, em ocasião alguma, ser colocado no bolso;
4. É necessário assinalar na folha de registo a hora a que o acelerómetro for colocado e retirado (colocar de manhã ao acordar e retirar à noite para dormir);
5. O acelerómetro deve ser retirado apenas para dormir, nadar ou tomar banho, e deve voltar a ser colocado após a ocorrência destas actividades. Certifique-se que volta a colocar o acelerómetro quando acorda e quando sai da água;
6. Não deve nunca tentar abrir o acelerómetro, para não o avariar ou desactivar. O acelerómetro não pode molhar-se. Como qualquer instrumento electrónico, o acelerómetro deve ser manuseado com cuidado para não cair no chão;
7. O acelerómetro deve ser devolvido na data assinalada na folha de registo;

**Atenção:**

- A recolha dos dados é efectuada durante os dias assinalados. Através de uma análise posterior dos dados, é possível verificar o número de dias de utilização do acelerómetro. É por isso fundamental, para o sucesso da avaliação, que o acelerómetro seja colocado durante os dias assinalados para o efeito, para que não haja necessidade de repetição da avaliação. Em caso de imprevisto, comunicar esse facto no momento da devolução do acelerómetro, para que seja agendada nova avaliação.

Lembre-se de utilizar o acelerómetro todos os dias!

Em caso de dúvida, por favor contacte: João Albuquerque – 91 779 78 20.