



Índice de Massa Corporal e Fatores de Risco Metabólico em Crianças e Adolescentes: O Papel da Atividade Física e da Aptidão Cardiorrespiratória

Ana Margarida Pinheiro Ribeiro

Porto, setembro de 2025



Índice de Massa Corporal e Fatores de Risco Metabólico em Crianças e Adolescentes: O Papel da Atividade Física e da Aptidão Cardiorrespiratória

Dissertação apresentada com vista à obtenção do grau de
Mestre no âmbito do 2º ciclo em Atividade Física,
Exercício e Saúde, da Faculdade de Desporto da
Universidade do Porto, ao abrigo do Decreto-Lei nº 74/2006,
de 24 de março, na redação dada pelo Decreto-Lei nº 65/2018
de 16 de agosto e com alterações introduzidas pelo
Decreto-Lei nº 27/2021, de 16 de abril.

Orientadora: Professora Doutora Maria Paula Santos

Orientanda: Ana Margarida Pinheiro Ribeiro

Porto, setembro de 2025

Ribeiro, A. M. P. (2025). *Índice de Massa Corporal e Fatores de Risco Metabólico em Crianças e Adolescentes: O Papel da Atividade Física e da Aptidão Cardiorrespiratória*. Porto: A. Ribeiro. Dissertação, para a obtenção do grau de Mestre em Atividade Física, Exercício e Saúde, apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

PALAVRAS-CHAVE: SAÚDE CARDIOVASCULAR, PREVENÇÃO PRIMÁRIA, ESTILO DE VIDA SAUDÁVEL, DOENÇAS CRÓNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS, BIOMARCADORES METABÓLICOS

Agradecimentos

Agradeço à minha família e amigos por todo o apoio que me deram neste trabalho. Obrigada por me encorajaram a não desistir dos meus objetivos

Agradeço à Professora Doutora Maria Paula Santos, pelo apoio e disponibilidade nesta etapa, pela transmissão de conhecimentos e experiências, e principalmente pela paciência.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
ÍNDICE DE TABELAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
RESUMO	VII
ABSTRACT.....	IX
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS	XI
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. OBESIDADE INFANTIL E ADOLESCÊNCIA: PANORAMA GLOBAL E NACIONAL	3
2.2. ÍNDICE DE MASSA CORPORAL COMO INDICADOR DE RISCO	3
2.3. BIOMARCADORES METABÓLICOS: DIAGNÓSTICO E IMPACTO PRECOCE	4
2.4. ATIVIDADE FÍSICA: MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E CONCEITOS	5
2.5. ATIVIDADE FÍSICA NA INFÂNCIA E ADOLESCÊNCIA.....	7
2.6. APTIDÃO FÍSICA: CONCEITOS E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	7
2.7. O PAPEL DA ATIVIDADE FÍSICA E DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA NO CONTROLO DOS FATORES DE RISCO	9
3. METODOLOGIA	11
3.1. PARTICIPANTES	11
3.2. ANTROPOMETRIA	11
3.3. DEFINIÇÃO DOS BIOMARCADORES METABÓLICOS.....	12
3.4. APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA.....	13
3.5. INSTRUMENTO PARA MEDIÇÃO DA ATIVIDADE FÍSICA	14
3.6. ANÁLISE DE DADOS	15
4. RESULTADOS	17
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA CONSOANTE O SEXO	17
4.2. ANÁLISE DAS RECOMENDAÇÕES DA PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA CONSOANTE O SEXO	19

4.3.	ANÁLISE DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA CONSOANTE O DESEMPENHO NO TESTE VAIVÉM	19
4.4.	ANÁLISE DO DESEMPENHO NO TESTE VAIVÉM E PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA CONSOANTE O SEXO	20
4.5.	ANÁLISE DOS BIOMARCADORES METABÓLICOS CONSOANTE O SEXO	21
4.6.	ANÁLISE DO DESEMPENHO NO TESTE VAIVÉM E PRÁTICA DE ATIVIDADE FÍSICA CONSOANTE O IMC E O SEXO	23
4.7.	ANÁLISE DOS BIOMARCADORES METABÓLICOS E SOMATÓRIO DE RISCO METABÓLICO, CONSOANTE O IMC E O SEXO	25
4.8.	ANÁLISE DOS BIOMARCADORES METABÓLICOS E SOMATÓRIO DE RISCO METABÓLICO EM FUNÇÃO DOS QUARTIS DE ATIVIDADE FÍSICA MODERADA A VIGOROSA, POR SEXO	28
4.9.	ANÁLISE DOS BIOMARCADORES METABÓLICOS E SOMATÓRIO DE RISCO METABÓLICO EM FUNÇÃO DOS QUARTIS DO TESTE VAIVÉM, POR SEXO	30
4.10.	COMPARAÇÃO DO SOMATÓRIO DE RISCO METABÓLICO ENTRE OS GRUPOS DE IMC AJUSTADOS PARA A COVARIÁVEL DA ATIVIDADE FÍSICA MODERADA E VIGOROSA	32
4.11.	COMPARAÇÃO DO SOMATÓRIO DE RISCO METABÓLICO ENTRE OS GRUPOS DE IMC AJUSTADOS PARA A COVARIÁVEL DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA	33
4.12.	COMPARAÇÃO DO SOMATÓRIO DE RISCO METABÓLICO ENTRE OS GRUPOS DE AFVM AJUSTADOS PARA A COVARIÁVEL IMC	34
4.13.	COMPARAÇÃO DO SOMATÓRIO DE RISCO METABÓLICO ENTRE OS GRUPOS DE ACR AJUSTADOS PARA A COVARIÁVEL IMC	35
5.	DISCUSSÃO	37
6.	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

Índice de tabelas

Tabela 1- Categorias de IMC em adultos	4
Tabela 2- Valores de corte para a categoria excesso de peso e categoria de obesidade em crianças e adolescentes consoante IOTF.	12
Tabela 3- Caracterização da amostra por sexo	18
Tabela 4- Prevalência das categorias de IMC por sexo	18
Tabela 5- Cumprimento da recomendação de AF diária por sexo	19
Tabela 6- Prevalência das categorias de ACR por sexo	20
Tabela 7- Valores de níveis de AF e desempenho no teste vaivém por sexo	21
Tabela 8- Valores dos biomarcadores metabólicos por sexo.....	23
Tabela 9- Valores do teste vaivém e AF, consoante o sexo e o IMC	24
Tabela 10- Valores dos biomarcadores e o somatório dos riscos, consoante o sexo e o IMC	27
Tabela 11- Valores dos biomarcadores e o somatório dos riscos, consoante sexo e quartis AF	29
Tabela 12- Valores dos biomarcadores e o somatório dos riscos consoante sexo e quartis ACR	32
Tabela 13- Somatório dos riscos avaliados por categorias de IMC, ajustados para a covariável da AFMV	33
Tabela 14- Somatório dos riscos avaliados por categorias de IMC, ajustados para a covariável da ACR.....	34
Tabela 15- Somatório dos riscos avaliados por quartis de AFMV, ajustados para a covariável do IMC	35
Tabela 16- Somatório dos riscos avaliados por quartis de ACR, ajustados para a covariável do IMC	36

Resumo

A obesidade infantil e juvenil tem aumentado globalmente, sendo associada a riscos de saúde como diabetes tipo 2, hipertensão e doenças cardiovasculares. Este estudo teve como objetivo analisar a associação entre o Índice de Massa Corporal (IMC), a aptidão cardiorrespiratória (ACR) e a atividade física (AF) com os fatores de risco cardiometabólico em adolescentes.

A amostra foi composta por 454 participantes (238 do sexo feminino e 216 do masculino), com idades entre 10 e 15 anos. A maioria apresentava IMC dentro da normalidade (85,2%), sendo 13% classificados com excesso de peso e 1,8% como obesos. Foram avaliados biomarcadores metabólicos tais como glicose, perfil lipídico, pressão arterial e uma variável composta, representando a soma dos riscos cardiometabólicos. A ACR foi medida pelo teste vaivém e a AF avaliada com os acelerômetros Actigraph GT3X+, de acordo com os protocolos pré-definidos.

As análises estatísticas revelaram diferenças significativas entre os sexos e categorias de IMC para variáveis como AF, ACR e riscos cardiometabólicos. Indivíduos com excesso de peso apresentaram perfis lipídicos menos favoráveis e valores mais elevados na soma dos riscos. A análise de covariância (ANCOVA), ajustada para IMC, confirmou que este é o principal preditor dos riscos cardiometabólicos, enquanto ACR e AF não mostraram efeitos independentes significativos.

Conclui-se que a obesidade é o fator mais fortemente associado ao agravamento do perfil cardiometabólico em idades precoces, independentemente do nível de AF e ACR. Os resultados reforçam a necessidade de estratégias de prevenção primária focadas na promoção de estilos de vida saudáveis, com ênfase em programas escolares e comunitários que incentivem a prática regular de AF e a manutenção da ACR com objetivo de reduzir os riscos cardiometabólicos e prevenir doenças crônicas não transmissíveis.

PALAVRAS-CHAVE: SAÚDE CARDIOVASCULAR, PREVENÇÃO PRIMÁRIA, ESTILO DE VIDA SAUDÁVEL, DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS, BIOMARCADORES METABÓLICOS

Abstract

Childhood and adolescent obesity has been increasing globally and is associated with health risks such as type 2 diabetes, hypertension, and cardiovascular disease. This study aimed to analyse the association between body mass index (BMI), cardiorespiratory fitness (CRF), and physical activity (PA) with cardiometabolic risk factors in adolescents.

The sample consisted of 454 participants (238 females and 216 males) aged between 10 and 16 years. Most had a normal BMI (85.2%), with 13% classified as overweight and 1.8% as obese. Metabolic biomarkers such as glucose, lipid profile, blood pressure and a composite variable representing the sum of cardiometabolic risks were assessed. CRF was measured using the shuttle test and PA was assessed using Actigraph GT3X+ accelerometers, according to the protocols predefined.

Statistical analyses revealed significant differences between genders and BMI categories for variables such as PA, CRF, and cardiometabolic risks. Overweight individuals had less favourable lipid profiles and higher total risk scores. Covariance analysis (ANCOVA), adjusted for BMI, confirmed that BMI is the main predictor of cardiometabolic risks, while CRF and PA showed no significant independent effects.

It is concluded that obesity is the factor most strongly associated with the worsening of the cardiometabolic profile at an early age, regardless of PA and CRF levels. The results reinforce the need for primary prevention strategies focused on promoting healthy lifestyles, with an emphasis on school and community programmes that encourage regular PA and maintenance of CRF to reduce cardiometabolic risks and prevent chronic non-communicable diseases.

KEYWORDS: CARDIOVASCULAR HEALTH, PRIMARY PREVENTION, HEALTHY LIFESTYLE, NONCOMMUNICABLE DISEASES, METABOLIC BIOMARKERS

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

ACR	– Aptidão cardiorrespiratória
AF	– Atividade física
AFM	– Atividade física moderada
AFMV	- Atividade física moderada a vigorosa
AFV	– Atividade física vigorosa
ATL	– Atividade física ligeira
CT	– Colesterol total
DCNT	– Doenças crónicas não transmissíveis
DCV	– Doenças cardiovasculares
DM2	– Diabetes mellitus tipo II
DP	– Desvio-padrão
GLU	– Glucose
HDL-C	– High-density lipoprotein cholesterol
HTA	– Hipertensão arterial
IDF	– International Diabetes Federation
IMC	– Índice de massa corporal
IOTF	– International Obesity Task Force
IPAQ	– International Physical Activity Questionnaire
LDL-C	– Low-density lipoprotein cholesterol
M	– Média
MET	– Equivalente metabólico
MG	– Massa gorda
MG/DL	– Miligramas por decilitros

MIN. – Minutos

MMHG – Milímetros de mercúrio

NCEP – National Cholesterol Education Program

OMS – Organização Mundial de Saúde

PAD – Pressão arterial diastólica

PAS – Pressão arterial sistólica

PC – Perímetro da cintura

SM – Síndrome Metabólica

SR – Somatório dos riscos avaliados

SRT – Shuttle run teste

TG – Triglicerídeos

TS – Tempo sedentário

VO₂ – Quantificação do consumo de oxigénio

VO₂max. – Consumo máximo de oxigénio

KG – Quilogramas

%- Percentagem

1. Introdução

A obesidade infantil e juvenil tem sido amplamente reconhecida como um dos principais desafios de saúde pública a nível global e está associada a consequências adversas para a saúde ao longo da vida (Abarca-Gómez & et al, 2017). Nas últimas décadas, a prevalência do excesso de peso nesta faixa etária aumentou consideravelmente, acompanhando mudanças no estilo de vida, como a adoção de hábitos alimentares inadequados (Nguyen et al., 2023) e a redução da prática de atividade física (AF) (Barnett et al., 2018).

O Índice de Massa Corporal (IMC) é um dos marcadores mais utilizados para avaliar o estado nutricional em diferentes grupos etários, nomeadamente a infância e a adolescência (Sweatt et al., 2024). Embora contenha algumas limitações, o IMC é frequentemente utilizado para identificar indivíduos com obesidade, excesso ou baixo peso (Sweatt et al., 2024). Alguns estudos demonstraram que crianças e adolescentes com um IMC elevado, apresentam maior probabilidade em desenvolver doenças crónicas não transmissíveis (DCNT), nomeadamente obesidade, diabetes *mellitus* tipo II (DM2), hipertensão arterial (HTA), dislipidemias e doenças cardiovasculares (DCV) (Abarca-Gómez & et al, 2017; Henderson et al., 2025; Huang et al., 2025; Pennings et al., 2022).

No entanto, a relação entre IMC e fatores de risco metabólico não é linear e pode ser influenciada por diversas variáveis, entre elas a AF e a aptidão cardiorrespiratória (ACR). A AF é designada como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos e que resulta num gasto de energia para além da taxa metabólica basal (Caspersen et al., 1985). Tem sido amplamente reconhecida como um fator protetor contra desfechos metabólicos adversos, nomeadamente a melhoria da sensibilidade à insulina, a redução da adiposidade visceral, regulação do perfil lipídico e a diminuição dos processos inflamatórios sistémicos (Wang et al., 2025). Crianças e adolescentes que apresentam níveis de AF adequados tendem a apresentar um menor risco de desenvolver alterações metabólicas, independentemente do IMC (Ho et al., 2021; Wang et al., 2025).

A ACR, é um dos componentes da aptidão física de um indivíduo. É definida como a capacidade do sistema cardiovascular e respiratório de fornecer oxigénio aos músculos durante a AF sustentada, e também tem sido apontada como um fator essencial para a saúde metabólica. Diversos estudos sugerem que indivíduos adultos e jovens com elevada ACR apresentam menor risco de desenvolver resistência à insulina e outras

causas de mortalidade, mesmo quando apresentam um IMC elevado (Anderson et al., 2025; Liu et al., 2012; Mark & Lauer, 2003; Sato et al., 2009). Assim, a ACR pode atuar como um fator importante na relação entre IMC e risco metabólico, reduzindo os impactos negativos do excesso de peso sobre a saúde metabólica.

Apesar das evidências descritas sobre o papel da AF e da ACR na associação dos efeitos do IMC sobre o risco metabólico, ainda é necessária mais investigação acerca do impacto destas variáveis em crianças e adolescentes (Anderson et al., 2025; Liu et al., 2012; Mark & Lauer, 2003; Sato et al., 2009). A maioria dos estudos disponíveis analisa estas associações de forma indireta, sem investigar os possíveis efeitos destas variáveis na relação entre IMC e fatores de risco metabólico. Assim, torna-se necessário explorar de forma mais aprofundada como a AF e a ACR podem atuar na redução dos impactos adversos de um IMC elevado e na saúde metabólica de crianças e adolescentes.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo investigar a associação entre o IMC e os fatores de risco metabólico em jovens, analisando o papel da AF e da ACR nessa relação. Ao compreender os mecanismos subjacentes a esta interação, espera-se contribuir para a formulação de estratégias mais eficazes na prevenção e no controle dos fatores de risco metabólico na infância e adolescência, e na formulação de políticas públicas mais direcionadas à promoção da saúde infantil e à prevenção de doenças metabólicas ao longo da vida.

2. Revisão de literatura

2.1. Obesidade infantil e adolescência: panorama global e nacional

A obesidade é uma doença caracterizada pelo excesso de gordura corporal e tem sido um dos maiores problemas de saúde pública. Esta patologia pode ter origem em vários fatores, como genética, ambiente, comportamento e metabolismo. Na faixa etária adulta pode ser identificada quando o IMC é igual ou superior a 30 kg/m², e pode ser posteriormente categorizada consoante a sua gravidade (Poirier et al., 2011). O diagnóstico de obesidade pode ser complementado com a avaliação do perímetro abdominal, um historial médico e ainda avaliar se existem outras patologias associadas.

Apesar de algumas medidas preventivas no sentido de travar esta epidemia, a prevalência de excesso de peso e obesidade em idades pediátricas tende a aumentar consideravelmente (Aychiluhm et al., 2025). Este aumento foi acompanhado de mudanças no estilo de vida, como a adoção de hábitos alimentares inadequados (Nguyen et al., 2023) e uma redução na prática de AF (Barnett et al., 2018; Pujia et al., 2025). Embora seja um problema bastante debatido por profissionais de saúde, os dados epidemiológicos são preocupantes (Wyatt et al., 2006), essencialmente durante a infância e a adolescência, idades críticas para o desenvolvimento e persistência de obesidade na idade adulta (Alberga et al., 2012). No ano de 2022, cerca de 390 milhões de crianças e adolescentes apresentavam excesso de peso, sendo que 160 milhões viviam com obesidade, a nível mundial (WHO, 2025). Portugal apresenta uma prevalência de obesidade infantil igual a 13,5%, e uma prevalência de excesso de peso infantil a rondar os 32% (Gaio et al., 2018; Rito et al., 2023). As estimativas mais recentes, demonstram que se não houver medidas preventivas para alterar esta tendência, elas vão continuar a aumentar até 2030 (Lobstein T. et al., 2025).

2.2. Índice de massa corporal como indicador de risco

O IMC é dos indicadores de risco mais utilizados e os valores de corte já são mundialmente conhecidos e estabelecidos para adultos (Tabela 1). Os valores de corte associados ao IMC das crianças e adolescentes vão alterando consoante o seu crescimento e desenvolvimento (Cole et al., 2000). Atualmente, a classificação das diferentes categorias de IMC e os seus respetivos valores de corte, consoante a idade e o sexo dos

jovens, pode ser realizada com base nos pontos de corte propostos pela *International Obesity Task Force* (IOTF). Estes valores foram propostos por Cole et al. (2000) e posteriormente atualizados por Cole e Lobstein (2012), possibilitando assim o enquadramento de cada jovem na categoria de peso mais correta.

A literatura tem demonstrado que a presença de um IMC elevado entre as faixas etárias mais novas, está relacionado com maior probabilidade destas idades apresentarem mais fatores de risco na idade adulta (Abarca-Gómez & et al, 2017; Henderson et al., 2025; Huang et al., 2025; Pennings et al., 2022) comparativamente a jovens com um IMC normoponderal.

Tabela 1- Categorias de IMC em adultos

Categoria de peso	Valores de IMC
Baixo peso	<18,5
Normoponderal	18,5 - 24,9
Excesso de peso	25- 29,9
Obesidade Grau I	30-34,9
Obesidade Grau II	35-39,9
Obesidade Grau III	≥40

Contudo, embora o IMC permaneça como o indicador mais utilizado na monitorização do peso, acarreta as suas limitações. Nomeadamente a incapacidade de diferenciar massa gorda, massa magra, e osso, podendo levar a uma classificação inadequada do jovem (McCarthy et al., 2006).

Sendo a obesidade definida pelo excesso de gordura corporal, a ferramenta ideal para o diagnóstico desta patologia deve abranger uma avaliação completa deste componente da composição corporal (WHO, 2025).

2.3. Biomarcadores metabólicos: diagnóstico e impacto precoce

O excesso de gordura corporal, pode levar ao desenvolvimento de outras comorbilidades, nomeadamente diabetes melitos tipo 2 (DM2), ou níveis de glicemia em

jejum superiores a 100 mg/dl, hipertensão arterial (HTA), triglicérides sanguíneos elevados (superiores a 150 mg/dl), e baixos níveis de colesterol de lipoproteína de alta densidade (HDL-C) (inferiores a 40mg/dl nos homens, ou 50mg/dl nas mulheres) (Abarca-Gómez & et al, 2017; Henderson et al., 2025; Ho et al., 2021; Huang et al., 2025; Pennings et al., 2022). Embora a definição de Síndrome Metabólica (SM) para adultos ainda não esteja completamente harmonizada, esta síndrome pode ser identificada pela coexistência de duas destas comorbilidades, e um perímetro abdominal superior a 94 centímetros para os homens, ou 88 centímetros para as mulheres (Capanema et al., 2010).

Para crianças e adolescentes, estes critérios sofrem algumas adaptações. A *International Diabetes Federation* (IDF) sugeriu uma definição semelhante à dos adultos a partir dos 16 anos. Contudo, em crianças entre os 10 e 16 anos, utiliza-se o valor de corte acima do percentil 90 para definir um perímetro abdominal elevado, e em crianças com idade inferior a 10 anos não é possível fazer o diagnóstico da SM (Capanema et al., 2010; Zimmet et al., 2007).

Segundo critérios revistos da *National Cholesterol Education Program* (NCEP) de 2004, a SM é uma condição associada a desfechos adversos na vida adulta, incluindo o dobro do risco de eventos cardiovasculares ao longo da vida (Kahn et al., 2005; Rocha, 2012).

2.4. Atividade física: métodos de avaliação e conceitos

Atividade física (AF) é designada como qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos e que resulta num gasto de energia para além da taxa metabólica basal (Caspersen et al., 1985). Compreende-se assim que a intensidade, e a duração do esforço, variam consoante o movimento realizado, tornando-se indispensável a quantificação dessa intensidade no sentido de avaliar os seus efeitos na saúde.

A intensidade de um movimento pode ser estimada através da quantificação do consumo de oxigénio (VO_2), expresso em mililitros por minuto. O VO_2 permite posteriormente quantificar o equivalente metabólico (MET), que representa o consumo de oxigénio em repouso (Zhao et al., 2025). Cada MET representa um consumo de 3,5 mililitros de oxigénio por quilograma de peso corporal por minuto (3,5 ml/kg/min). Assim, é possível identificar as seguintes intensidades: ligeira (1,6 a 2,9 MET), moderada

(3-5,9 MET) e vigorosa (6-8,9 MET) e muito vigorosa (acima de 9 MET) (Migueles et al., 2022; Norton et al., 2010; Stamatakis et al., 2019).

A avaliação da AF é uma etapa fundamental tanto na prática clínica como na investigação, pois permite estimar níveis de AF de um indivíduo, compreender comportamentos e planejar estratégias de promoção da saúde. Grande parte da investigação desenvolvida recorre a métodos de avaliação de AF, de forma subjetiva ou objetiva, que podem variar na sua abordagem, precisão, aplicabilidade e custo (Kohl III et al., 2025; R. Ross et al., 2016; Verheij et al., 2025).

Os métodos subjetivos, nomeadamente as entrevistas, diários ou questionários, baseiam-se no autorrelato da prática de AF do próprio indivíduo, e são frequentemente utilizados devido à facilidade na sua aplicação e ao baixo custo associado. Entre eles destaca-se o International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), que possibilita uma estimativa de frequência, duração e intensidade das atividades diárias (Craig et al., 2003; Meh et al., 2021). Contudo, estes métodos ficam sujeitos à variabilidade de adesão e à possibilidade de sob ou superestimação das atividades realizadas (Kohl III et al., 2025; Westerterp, 2009).

Os métodos objetivos permitem quantificar a AF por meio de técnicas ou dispositivos, o que promove uma maior precisão e confiabilidade nos resultados retirados (Laporte et al., 1985; Sember et al., 2020). Entre estes métodos destacam-se os pedómetros, que, embora mais simples, são úteis para quantificar o número de passos diários; os monitores de frequência cardíaca, que permitem estimar a intensidade do esforço realizado na atividade em análise através da monitorização dos batimentos cardíacos (Tudor-Locke et al., 2002). Por último, também se destacam os acelerómetros, que avaliam os movimentos corporais em diferentes dimensões de espaço e que permitem a análise da intensidade, frequência e duração de cada atividade realizada (Kelly et al., 2013).

A escolha do método de avaliação deve considerar o objetivo da investigação, os equipamentos disponíveis, o número de participantes, o custo-benefício associado e o tempo que pode ser despendido para recolha e tratamento desses dados (Kohl III et al., 2025; Laporte et al., 1985; Pettee Gabriel et al., 2012). A análise da validade e fiabilidade destes métodos, é uma característica frequentemente omitida em alguns artigos, mas promove a standardização do método e uma maior confiança nos resultados. A

combinação de métodos subjetivos é uma estratégia de investigação cada vez mais recomendada, no sentido de permitir uma avaliação mais abrangente e uma interpretação mais assertiva da AF do indivíduo, e do seu impacto na saúde deste. (Sember et al., 2020).

2.5. Atividade física na infância e adolescência

A Organização Mundial de Saúde (OMS), recomenda que as crianças e adolescentes pratiquem no mínimo 60 minutos por dia de atividade física moderada a vigorosa (AFMV). Esta AF deve ser preferencialmente distribuída ao longo do dia e incluir musculação ou exercícios de impacto, pelo menos 3 vezes por semana, no sentido de promover um desenvolvimento saudável (Organização Mundial de Saúde, 2020; Tozo et al., 2025). Em Portugal, estima-se que 42,5% das crianças e adolescentes, entre os 6-14 anos não cumprem a recomendação diária de AF. Embora a faixa etária entre os 15-21 anos apresente uma prevalência de inatividade física inferior, esta volta a aumentar na faixa etária adulta (22-64 anos) (Lopes et al., 2017). É relevante compreender o padrão inconstante na prática de AF entre as faixas etárias das crianças e adolescentes, e identificar medidas e políticas preventivas para a inatividade física inerente nas idades adultas.

A prática regular de AF em idades mais precoces contribui para a melhoria da aptidão física, tanto cardiorrespiratória como muscular, favorece a saúde cardiometabólica, através da regulação da pressão arterial, dislipidemias e glicemia em jejum (GLU). Além disso, promove a saúde óssea, o bem-estar mental e auxilia na redução da perda de gordura corporal e manutenção de um peso saudável (Organização Mundial de Saúde, 2020).

2.6. Aptidão física: conceitos e métodos de avaliação

Além da avaliação da AF também é necessário avaliar a aptidão física. Esta é definida como sendo um conjunto de componentes relacionados com a capacidade de realizar AF, e que permitem uma reflexão mais voltada para a performance do indivíduo ou sobre o estado de saúde deste.

Quando o objetivo engloba a avaliação das capacidades físicas que influenciam o rendimento desportivo e implicam atividades físicas de alta exigência, a avaliação da aptidão física deve ser voltada para parâmetros tais como a velocidade, potência, agilidade, coordenação, equilíbrio e tempo de reação. Contudo, apenas a aptidão física voltada para a saúde do indivíduo tem demonstrado estar diretamente relacionada com a prevenção de doenças cardiovasculares e metabólicas, mesmo em crianças e adolescentes (Rowlands & Eston, 2007; Sato et al., 2009; Wang et al., 2025).

Esta segunda dimensão é habitualmente composta por: composição corporal, a força e resistência muscular, a flexibilidade e a aptidão cardiorrespiratória. Cada componente necessita de testes específicos, como por exemplo a bioimpedância ou pregas cutâneas para a análise da composição corporal, o teste das elevações, abdominais ou extensões de braços para medir a força e resistência muscular, o teste do senta e alcança para a flexibilidade, e o teste do vaivém (*shuttle run test*) (Léger & Lambert, 1982; Léger et al., 1988; Ortega et al., 2013) para avaliação da ACR.

A ACR permite avaliar a capacidade do sistema cardiovascular e respiratório em facilitar oxigénio aos músculos em determinadas atividades aeróbicas, e pode ser um indicador da função mitocondrial e da sua eficiência (Lee et al., 2010; R. Ross et al., 2016; Sloan, 2024). Segundo a *American Heart Association* pode ser considerada um sinal vital de saúde, uma vez que está relacionada com a função agregada entre os diferentes sistemas (Robert Ross et al., 2016).

O método padronizado para medir objetivamente a ACR é o teste de esforço cardiopulmonar, realizado em contexto laboratorial. Este método permite quantificar o $VO_2 \text{ máx.}$, expresso como sendo um pico relativo em mililitros por minuto. Alguns estudos demonstraram que avaliações de $VO_2 \text{ máx.}$ inferiores a 8 METs são um fator de risco para todas as causas de mortalidade, e doenças cardiovasculares (Kodama et al., 2009; R. Ross et al., 2016). Em investigação epidemiológica, a ACR pode ser categorizada, sempre ajustada ao sexo e à idade, em percentis. A aplicação prática do método padronizado acarreta alguns desafios, nomeadamente a existência de protocolos e diretrizes clínicas, o seu custo elevado, o investimento de tempo e a necessidade de profissionais especializados para estes equipamentos. No sentido de circundar estas limitações, a investigação tem progredido no desenvolvimento de equações para estimar a ACR de uma forma indireta, onde são recolhidos dados sobre a AF, idade e peso (Qiu et al., 2019; Wang et al., 2019).

Uma outra forma de avaliar indiretamente a ACR entre crianças e adolescentes, é através de testes de terreno e, particularmente em Portugal, o teste de vaivém é o mais habitual, e que se encontra abrangido pelo programa FITescola (Direção-Geral da Educação, 2021). Este teste consiste na realização do maior número possível de percursos num trajeto de 20 metros pré-definido, acompanhado por uma cadência já estruturada através de alertas sonoros.

Embora a ACR seja apenas avaliada em certos jovens devido ao historial de doença cardíaca congénita, asma ou fibrose cística, esta tem sido cada vez mais considerada como um forte preditor de estados de saúde. Entre 1981 até 2014, foi apontado um declínio mundial igual a 7% na ACR na faixa etária dos 9 aos 17 anos (Raghuveer et al., 2020). A identificação precoce dos níveis de ACR, pode ajudar na prevenção de doenças cardiorrespiratórias, e promover melhorias na saúde das faixas etárias mais jovens (Raghuveer et al., 2020).

2.7. O papel da atividade física e da aptidão cardiorrespiratória no controlo dos fatores de risco

As meta-análises recentes realçaram a relevância de medir objetivamente a ACR como preditor independente de fatores de risco, nomeadamente na doença arterial coronária (Kodama et al., 2009). Os resultados apontam uma associação inversamente independente entre a ACR e fatores de risco (Högström et al., 2016). Níveis mais baixos na aptidão respiratória estão associados a um maior desenvolvimento de doenças cardiovasculares, enquanto uma ACR mais elevada está associada a uma menor incidência de DM e de doença renal crónica (Kodama et al., 2009; Kunutsor et al., 2023; Qiu et al., 2019). Num estudo semelhante, Högström et al. (2015) sugerem que vários fatores de risco reconhecidos pelo seu impacto no acidente vascular cerebral podem já estar presentes no final da adolescência. Estes fatores de risco englobam um IMC elevado, diabetes, histórico materno de acidente vascular cerebral e a baixa ACR.

A ACR é uma medida objetiva de saúde que pode ser acompanhada ao longo do tempo e comparada entre populações. Enquanto os níveis de AF autorreportados proporcionam um nível mais baixo de fiabilidade nos resultados e fornecem apenas um instantâneo do comportamento, ao utilizar a ACR como um indicador de saúde, é possível

atuar na prevenção de fatores de risco associados à saúde metabólica dos indivíduos, principalmente entre a população mais jovem (Raghuveer et al., 2020).

Ao considerar a inter-relação entre o IMC, a AF e a aptidão cardiorrespiratória, esta pesquisa pretende ampliar o conhecimento sobre o impacto da AF e da ACR na acumulação de fatores de risco metabólico entre crianças e adolescentes, e desta forma auxiliar profissionais de saúde e responsáveis pela elaboração de políticas públicas na implementação de programas de prevenção e promoção da saúde.

3. Metodologia

Este estudo longitudinal, integrado no Projeto *AFINA-te* (Atividade Física e Informação Nutricional para Adolescentes), foi desenvolvido na área do Porto, Portugal, concebido como um projeto de intervenção para promover o conhecimento nutricional e a AF. Este estudo em particular refere-se à avaliação inicial deste projeto, apenas com a parte transversal respetiva.

A aprovação ética foi obtida pela Comissão de Ética da Faculdade do Desporto da Universidade do Porto, pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia e pela Secção Regional do Ministério da Educação, sendo realizada de acordo com as diretrizes para a investigação em seres humanos da Declaração de Helsínquia.

3.1. Participantes

Os participantes do estudo foram informados sobre os objetivos e benefícios do estudo, e foi obtido o consentimento informado, por escrito, de todos os alunos e seus responsáveis legais, uma vez que o estudo foi realizado com menores de idade. O mesmo grupo de investigadores realizou todas as medições. Para serem elegíveis, os participantes tinham de declarar a ausência de problemas de saúde física e mental. Os dados foram recolhidos no ambiente escolar, após a aprovação dos diretores de todas as escolas.

3.2. Antropometria

Para a caracterização da amostra foram recolhidos os valores do peso corporal, com precisão de 100 gramas, e a correspondente percentagem de massa gorda através da balança de bioimpedância TANITA BC545. A altura foi medida através de um estadiómetro portátil SECA 217, com precisão de 0,1 centímetro. Todos os valores foram recolhidos segundo protocolos padronizados, no sentido de minimizar erros de medição.

Inicialmente, foi calculado o IMC de cada participante através da fórmula:

$$IMC = \frac{Peso(kg)}{Altura(m)^2}$$

A classificação do IMC (Cole & Lobstein, 2012), foi estabelecida consoante os pontos de corte propostos pelo IOTF. Os valores apresentados na Tabela 2 são valores de IMC, ajustados para a idade e sexo das idades pediátricas compreendidas neste estudo, correspondentes às definições de excesso de peso e obesidade em adultos. Os valores de IMC foram comparados individualmente com os valores de referência, para o respetivo sexo e idade. Se o IMC do jovem fosse superior ao valor de corte estabelecido para obesidade, este seria classificado como “obeso”. Caso o IMC fosse superior ao valor de corte estabelecido para excesso de peso, mas inferior à categoria de obesidade, este IMC era classificado como “excesso de peso”.

A utilização deste método permite não só a comparabilidade internacional, mas também considera as diferenças de crescimento e composição corporal entre sexos e idades. São valores frequentemente usados em estudos de saúde infantil, promovendo mais rigor e consistência metodológica a este estudo.

Tabela 2- Valores de corte para a categoria excesso de peso e categoria de obesidade em crianças e adolescentes consoante IOTF.

Idades (anos)	IMC 25kg/m²		IMC 30kg/m²	
	Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
10	19,84	19,86	24,00	24,11
11	20,55	20,74	25,10	25,42
12	21,22	21,68	26,02	26,67
13	21,91	22,58	26,84	27,76
14	22,62	23,34	27,63	28,57
15	23,29	23,94	28,30	29,11

3.3. Definição dos biomarcadores metabólicos

O perímetro da cintura (PC) foi medido com uma fita métrica não metálica, na linha média entre o final da última costela flutuante e o topo da crista ilíaca, no final de uma expiração normal (Capanema et al., 2010; McCarthy et al., 2001; Zimmet et al., 2007).

A pressão arterial foi medida pelo menos duas vezes no braço direito descoberto, com um esfigmomanómetro eletrónico - Colin BP 8800 (Critikron, Inc., Tampa, FL), com o braço bem apoiado e a artéria braquial à altura do coração. As medições foram

registadas com um intervalo de 2 minutos entre elas. Se a diferença entre a primeira e a segunda medição fosse superior a 5 mmHg, o procedimento era repetido até que a diferença entre as medições fosse igual ou inferior a esse intervalo. Para o registo, foi utilizada a média das medições com intervalo igual ou inferior a 5 mmHg. Foi determinado HTA quando a tensão arterial era superior a 130/85 mmHg (Abarca-Gómez & et al, 2017; Henderson et al., 2025; Ho et al., 2021; Huang et al., 2025; Pennings et al., 2022).

Para obter os valores de glicemia em jejum (GLU), HDL-C e triglicerídeos (TG), foram recolhidas amostras de sangue por profissionais competentes, de acordo com o protocolo de amostra de sangue capilar do Centro de Controle de Doenças (Centers for Disease Control Prevention, 2021). As amostras de sangue foram realizadas no dedo médio e armazenadas em tubos capilares de 35 μ l Selzer, revestidos com heparina de lítio, e analisadas com o *Colestech LDX Analyser*.

O conjunto de fatores de riscos para SM em crianças e adolescentes foi definido de acordo com os critérios da IDF (Capanema et al., 2010; Zimmet et al., 2007). Ou seja, crianças com 10 anos ou mais, que apresentavam obesidade abdominal ($PC \geq 90$ percentil ajustado) e apresentavam 2 ou mais características clínicas, tais como $TG \geq 150$ mg/dL, $HDL-C < 40$ mg/dL, $GLU \geq 100$ mg/dL, ou HTA, eram diagnosticadas com SM.

Os fatores de risco acima apresentados foram considerados para esta análise. Na ausência de risco metabólico foi atribuído o valor 0 (zero) e na presença de risco o valor 1 (um), e subsequentemente estes valores de risco metabólico foram somados, adquirindo assim um somatório de biomarcadores metabólicos.

3.4. Aptidão cardiorrespiratória

Os participantes realizaram o teste do vaivém (*shuttle run test*) de acordo com o protocolo sugerido pelo programa FITescola (Direção-Geral da Educação, 2021). Este teste avalia a capacidade aeróbica máxima e mostra uma correlação significativa com o VO_{2max} ($r = 0,80$), sugerindo a possibilidade de ser utilizado como uma medida para a avaliação da ACR em crianças (Léger & Lambert, 1982; Léger et al., 1988; Ortega et al., 2013).

O teste consiste na execução do número máximo de percursos realizados numa distância de 20 m a uma cadência pré-determinada pelo áudio de um CD de música. Cada etapa tem a duração de um minuto, e a velocidade da corrida vai sempre aumentando. O teste termina quando os participantes falham 2 vezes em alcançar as linhas no tempo determinado pelos sinais de áudio, demonstrando assim incapacidade de manter o ritmo constante exigido.

O número total de idas e vindas foi registado e a ACR foi estimada consoante o número de etapas completadas. Posteriormente, esses valores foram agrupados em 2 grupos distintos: *Low-fit* ou *Fit*, no sentido de avaliar quais os participantes que cumpriam as recomendações estimuladas pelo teste vaivém. É importante mencionar que todos os participantes foram informados sobre a funcionalidade do teste, uma vez que este faz parte do currículo de Educação Física em Portugal, e foi validado para adolescentes portugueses (Silva et al., 2012). Os mesmos investigadores realizaram toda a avaliação e forneceram incentivo verbal para garantir a capacidade máxima dos participantes durante todo o teste.

3.5. Instrumento para medição da atividade física

O nível de AF foi avaliado com os acelerómetros Actigraph GT3X+ durante sete dias consecutivos, e de acordo com os protocolos pré-definidos por Rowlands e Eston (2007). Antes de ter sido entregue um consentimento informado por escrito, os jovens e os seus responsáveis legais receberam um documento com as informações detalhadas sobre os procedimentos e sobre a utilização do acelerómetro. No momento de entrega do dispositivo, ainda foram fornecidas informações adicionais a cada participante individualmente.

As orientações para o uso do acelerómetro consideravam o uso de sete dias consecutivos imediatamente após o despertar e até à hora de deitar, com exceção de períodos dedicados a atividades aquáticas, nomeadamente a natação ou o banho. O dispositivo foi utilizado como um cinto elástico na linha da cintura do jovem e posicionado do lado não dominante, na linha axilar. No oitavo dia, a recolha dos acelerómetros foi feita pelos investigadores.

Os dados obtidos foram posteriormente analisados com o *software Actilife* (versão 6.9.), sendo depois reduzidos a períodos de um minuto (epochs). A identificação dos

períodos de uso e não uso do equipamento foram identificados consoante recomendações anteriores (Choi et al., 2011), sendo excluídos da análise todos os intervalos com, no mínimo, 10 minutos consecutivos de contagens igual a zero, presumindo-se a não utilização do dispositivo nesse período.

Para que os dados fossem considerados válidos, foi estipulado um critério mínimo de 8 horas (480 minutos) de uso diário. Os participantes deveriam registar, no mínimo, 4 dias de monitorização, e pelo menos um deles deveria incluir um dia do fim-de-semana, no sentido de promover uma melhor avaliação da rotina de AF nos diferentes contextos quotidianos (Ottevaere et al., 2011; Sardinha et al., 2008).

As variáveis resultantes são expressas no tempo médio diário (min/dia) investido nas diversas intensidades de AF. A atividade sedentária (0-100 counts/min), atividade ligeira (101-2295 Counts/min), atividade moderada (2296-4011 Counts/min) e a atividade vigorosa (≥ 4012 Counts/min) foram determinadas consoante os pontos de corte de Everson et al. (2008), uma vez que são estes os valores recomendados para estudos que envolvem adolescentes e crianças (Evenson et al., 2008; Trost et al., 2011). A AFMV foi determinada como sendo a soma dos tempos recolhidos para ambas as intensidades e os quartis foram calculados, e ajustados, consoante a idade e sexo, para determinar grupos de jovens mais ou menos ativos. Com base nesta classificação, os participantes foram distribuídos por 4 grupos: alta atividade física, correspondente ao 4º quartil, e baixa atividade física, ao 1º quartil.

Foram também determinados os quartis para a ACR, seguindo a mesma metodologia aplicada à AF, no que diz respeito ao cálculo dos quartis ajustados à idade e ao sexo.

3.6. Análise de dados

Antes da escolha dos testes estatísticos, procedeu-se à verificação da normalidade na distribuição dos dados. Para tal, analisaram-se medidas de assimetria (*skewness*) e curtose, valores de média, mediana e desvio-padrão, bem como a presença de *outliers* nos intervalos mínimo e máximo. Em várias variáveis, nomeadamente peso, massa gorda, PC, IMC e tempo de AFMV, observaram-se distribuições assimétricas positivas e valores de curtose elevados, sugerindo afastamento substancial da normalidade.

Foram aplicados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, considerando o tamanho amostral de cada grupo. Os resultados demonstraram que a maioria das variáveis não apresentava normalidade ($p < 0,05$), tanto no grupo feminino como no masculino, com exceção da altura e do tempo sedentário no sexo feminino, que apresentaram distribuições próximas da normalidade ($p > 0,05$).

Uma vez que a maioria das variáveis estudadas não apresentava uma distribuição normal nos dados, optou-se pela utilização de testes não paramétricos, porque são mais rigorosos em contextos onde não se verifica a normalidade. Na comparação entre grupos independentes (variável sexo), recorreu-se ao teste de Mann-Whitney U, e o teste T quando se observava distribuição normal entre 2 grupos. O teste de Kruskal-Wallis foi aplicado quando se comparavam mais de 2 grupos. Estes testes permitem analisar diferenças de forma consistente, sem a exigência de pressupostos paramétricos estritos. A ACR e a AFMV foram definidas como os confundidores desta análise. O teste da ANCOVA foi utilizado para comparação entre os grupos de IMC, ACR e AFMV, ajustada para os possíveis confundidores.

As análises foram realizadas utilizando o software *IBM SPSS Statistics* (versão 28.0.1.0). As estatísticas utilizadas para a caracterização da amostra, foram apresentadas com um nível de significância igual a 5% ($p < 0,05$).

4. Resultados

4.1. Caracterização da amostra consoante o sexo

Foram avaliados 454 participantes, sendo 238 do sexo feminino e 216 do sexo masculino. A amostra foi constituída por participantes com idades compreendidas entre os 10 e os 15 anos. A idade média dos participantes foi semelhante entre o sexo feminino ($11,7 \pm 0,9$ anos; mín–máx: 10,0–15,0) e o masculino ($11,6 \pm 0,8$ anos; mín–máx: 10,0–15,0), sem diferenças estatisticamente significativas entre os sexos ($p = 0,094$) (Tabela 3).

No que respeita às características antropométricas, a altura média foi ligeiramente superior no sexo feminino ($152,6 \pm 7,7$ cm) em comparação com o sexo masculino ($151,6 \pm 8,98$ cm), e com diferença estatisticamente significativa ($p = 0,039$), sugerindo maior estatura média no sexo feminino neste grupo etário. No que respeita ao peso corporal, não foram encontradas diferenças relevantes entre raparigas ($48,3 \pm 11,4$ kg) e rapazes ($48,3 \pm 12,2$ kg), com valores praticamente sobreponíveis e ausência de significância estatística ($p = 0,734$). Contudo, ao avaliar a massa gorda, observou-se uma diferença significativa entre os sexos ($p < 0,001$), com o feminino a apresentar valores mais elevados ($25,6 \pm 7,0$ kg) quando comparado com o sexo masculino ($20,3 \pm 8,0$ kg). Quanto ao PC, os valores médios foram semelhantes entre o sexo feminino ($70,0 \pm 10,1$ cm) e o sexo masculino ($71,6 \pm 10,8$ cm), sem diferenças significativas ($p = 0,160$). Para terminar, o IMC também apresentou valores médios semelhantes entre ambos os sexos (feminino: $20,6 \pm 3,6$ kg/m²; masculino: $20,8 \pm 4,1$ kg/m²), mas sem diferenças significativas ($p = 0,846$) (Tabela 3).

Os resultados mostram que, embora a maioria das variáveis não revele diferenças relevantes entre sexos, destacam-se diferenças estatisticamente significativas na altura (favorável no sexo feminino) e na massa gorda (mais elevada no sexo feminino). Podemos assim enumerar potenciais distinções no desenvolvimento físico e na composição corporal entre os sexos deste grupo etário.

As categorias do IMC demonstraram que a grande maioria da amostra se encontrava dentro da categoria de peso normal (85,2%), sendo apenas 1,8% classificada como obesa (Tabela 4). Quando se avaliaram os resultados consoante o sexo, observou-se que a distribuição dentro do sexo feminino ($n = 211$) era mais favorável, com apenas 9,7% ($n = 23$) classificadas com excesso de peso e 1,7% ($n = 4$) obesas. No sexo

masculino (n = 176) a proporção de peso normal foi inferior à observada no sexo feminino (81,5%), enquanto o excesso de peso foi mais prevalente (16,7%). Embora a prevalência de obesidade seja maior no sexo masculino (1,9%), foi encontrado o mesmo número de participantes obesos em ambos os sexos (n = 4). Este padrão é consistente com estudos prévios em idade pediátrica e adolescente, nos quais o sexo masculino tende a apresentar uma maior propensão para excesso de peso, o que poderá estar associado a fatores genéticos, ambientais ou estilo de vida.

Tabela 3- Caracterização da amostra por sexo

Variável	Feminino M±DP	Feminino Min-Máx	Masculino M±DP	Masculino Min-Máx	p-valor
Idade (anos)	11,7 ±0,9	10,0 – 15,0	11,6 ±0,8	10,0 – 15,0	0,094
Altura (cm)	152,6 ±7,7	130,0 – 172,0	151,5 ±8,98	130,0 – 178,0	0,039
Peso (kg)	48,3 ±11,4	26,4 – 110,8	48,3 ±12,2	25,0 – 81,1	0,734
MG (kg)	25,6 ±7,0	10,0 – 53,2	20,3 ±8,0	6,3 – 48,6	<0,001
PC (cm)	70,0 ±10,1	50,8 – 127,5	71,6 ±10,8	50,9 – 108,0	0,160
IMC (kg/m ²)	20,6 ±3,6	14,9 – 40,8	20,83 ±4,05	13,9 – 34,6	0,846
TS (min/dia)	472,1 ±82,4	211,0 – 716,2	434,80 ±66,22	266,6 – 677,0	<0,001
AFMV (min/dia)	30,6 ±18,8	3,9 – 118,0	47,5 ±23,5	8,3 – 136,0	<0,001
MG – Massa Gorda; TS- Tempo Sedentário, PC – Perímetro da Cintura; IMC – Índice de Massa Corporal; AFMV- atividade física moderada a vigorosa					
NOTA: Valores apresentados como média (desvio-padrão), mínimo e máximo. Teste U de Mann-Whitney.					

Tabela 4- Prevalência das categorias de IMC por sexo

Categoria IMC	Total N (%)	Feminino N (%)	Masculino N (%)
Normoponderal	387 (85,2%)	211 (88,7%)	176 (81,5%)
Excesso de peso	59 (13,0%)	23 (9,7%)	36 (16,7%)
Obesidade	8 (1,8%)	4 (1,7%)	4 (1,9%)

4.2. Análise das recomendações da prática de atividade física consoante o sexo

Ao analisar o cumprimento das recomendações internacionais de AF moderada a vigorosa por pelo menos 60 minutos, verificou-se que a maioria (85%) dos participantes não cumpriram esta recomendação (Tabela 5). Estes valores traduzem uma baixa taxa de adesão às recomendações internacionais de AF, evidenciando um comportamento sedentário predominante na amostra.

Quando se analisa a distribuição segundo o sexo, apenas 5,0% (n = 9) das raparigas atingiram os 60 minutos de AF diária. No sexo masculino (n = 216), embora seja uma percentagem ainda reduzida, 26,1% (n = 42) cumpriram as recomendações.

Estes resultados evidenciam uma clara desigualdade entre os sexos, com os rapazes a apresentarem uma maior adesão à prática de AF, quando comparados com as raparigas. Ainda assim, em ambos os grupos, a percentagem de participantes que cumpre as recomendações é reduzida, confirmando uma tendência preocupante já mencionada sobre os baixos níveis de AF entre os mais jovens.

Tabela 5- Cumprimento da recomendação de AF diária por sexo

Recomendação de AF diária	Total	Feminino	Masculino
	N (%)	N (%)	N (%)
Não cumpre	290 (85,0%)	171 (95,0%)	119 (73,9%)
Cumpre	51 (15,0%)	9 (5,0%)	42 (26,1%)

4.3. Análise da aptidão cardiorrespiratória consoante o desempenho no teste vaivém

A avaliação da ACR, categorizada em dois grupos (*Low-fit* e *Fit*), de acordo com o FitEscola, revelou uma distribuição equilibrada na amostra global (Tabela 6). Dos 454 participantes, 49,8% (n = 226) foram classificados como *Low-fit*, enquanto 50,2% (n = 228) foram classificados como *Fit*. Quando analisada por sexo, a distribuição apresenta diferenças subtis. Entre o sexo feminino (n = 238), 51,3% foi classificada como *Low-fit*, e 48,7% como *Fit*. Contudo, no sexo masculino (n = 216), observa-se uma tendência inversa, em que 48,1% foram classificados como *Low-fit* e 51,9% como *Fit*.

Estes resultados sugerem que, de forma geral, a ACR encontra-se equilibrada na amostra, mas com uma ligeira prevalência do sexo masculino no grupo *Fit*. Ainda que estas diferenças sejam pequenas, podem apresentar divergências entre sexos nos níveis de prática de AF.

Tabela 6- Prevalência das categorias de ACR por sexo

Categorias ACR	Total	Feminino	Masculino
	N (%)	N (%)	N (%)
Low-fit	226 (49,8%)	122 (51,3%)	104 (48,1%)
Fit	228 (50,2%)	116 (48,7%)	112 (51,9%)

4.4. Análise do desempenho no teste vaivém e prática de atividade física consoante o sexo

Foi aplicado o teste de Mann-Whitney U para avaliar os resultados no teste de vaivém entre sexos (Tabela 7). A análise revelou que o sexo masculino obteve melhor desempenho (32 ± 16 ; mín = 4, máx = 78) comparativamente ao sexo feminino (23 ± 12 ; mín = 6, máx = 73), com diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,001$). Estes resultados demonstram uma maior capacidade cardiorrespiratória no sexo masculino.

Ao avaliar o tempo sedentário (TS) e a AFMV, observa-se que existem diferenças significativas entre ambos os sexos (teste t: $p < 0,001$; teste de Mann-Whitney: U $p < 0,001$). O sexo feminino apresentou valores superiores no comportamento sedentário ($472,1 \pm 82,4$ min/dia), enquanto o sexo masculino demonstrou mais tempo de AFMV ($47,5 \pm 23,5$ min/dia). A diferença média foi de 37,3 minutos diários de atividade sedentária, com um intervalo de confiança a 95% entre 21,2 e 53,3 minutos, confirmando a robustez da diferença observada, e estatisticamente significativa no tempo sedentário médio entre os grupos, sugerindo maior inatividade no sexo feminino (Tabela 7).

No domínio da atividade física ligeira (AFL), os valores foram semelhantes entre sexos, ainda que ligeiramente superiores nos rapazes ($283,3 \pm 61,0$ min/dia) relativamente às raparigas ($273,9 \pm 57,6$ min/dia). O teste t não revelou diferenças estatisticamente significativas ($p = 0,146$). A diferença média foi de -9,4 minutos de AFL, mas o intervalo

de confiança a 95% $([-22,0; 3,3])$ inclui o valor zero, reforçando a ausência de significância ($p = 0,146$).

Quanto à atividade física moderada (AFM), o teste Mann-Whitney U revelou diferenças estatisticamente significativas entre os sexos ($p < 0,001$). O sexo masculino registou valores significativamente mais elevados ($36,5 \pm 15,9$ min/dia) em relação ao sexo feminino ($24,7 \pm 14,4$ min/dia).

No caso da atividade física vigorosa (AFV), também se verificou diferenças estatisticamente significativas entre os sexos (Mann-Whitney U Test; $p < 0,001$). Os rapazes apresentaram valores superiores ($11,0 \pm 10,8$ min/dia,) às raparigas ($5,9 \pm 6,3$ min/dia). Assim, a prática de AFV apresenta padrões distintos entre sexos, sugerindo maior envolvimento do sexo masculino.

Os resultados demonstram um perfil diferenciado entre sexos, com os rapazes a evidenciarem maior ACR e maiores níveis de AFMV, enquanto as raparigas apresentaram maior TS.

Tabela 7- Valores de níveis de AF e desempenho no teste vaivém por sexo

Variável	Feminino M±DP	Feminino Min – Max	Masculino M±DP	Masculino Min – Max	p-valor
SRT (voltas)	23±12	6 – 73	32±16	4 – 78	<0,001 ^a
TS (min.)	472,1±82,4	211,0 – 716,2	434,8±66,2	266,6 – 677,0	<0,001 ^b
AFL (min.)	273,9±57,6	121,7 – 443,0	283,3±61,0	148,3 – 489,9	0,146 ^b
AFM (min.)	24,7±14,4	3,7 – 101,0	36,5±15,9	7,0 – 87,8	< 0,001 ^a
AFV (min.)	5,9±6,3	0,0 – 34,3	11,0±10,8	0,1 – 88,0	< 0,001 ^a
AFMV (min.)	30,6±18,8	3,9 – 118,0	47,5±23,5	8,3 – 136,0	< 0,001 ^a
SRT – Shuttle Run Test; TS –Tempo Sedentário; AFL – Atividade Física Ligeira; AFM – Atividade Física Moderada; AFV – Atividade Física Vigorosa; AFMV – Atividade Física Moderada a vigorosa;					
NOTA: Valores apresentados como média (desvio-padrão), mínimo e máximo. ^a Teste Mann-Whitney U; ^b Teste t independentes.					

4.5. Análise dos biomarcadores metabólicos consoante o sexo

A análise dos fatores de risco metabólico, através do teste de Mann-Whitney U, permitiu avaliar potenciais diferenças entre rapazes e raparigas.

No que respeita à GLU, as raparigas apresentaram valores médios de 91 ± 8 mg/dl (mín-máx: 71–123), enquanto os rapazes apresentaram 92 ± 15 mg/dl (mín-máx: 71–286). Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre sexos ($p = 0,168$), o que indica que os níveis de glicemia apresentam distribuição semelhante em ambos os sexos.

Relativamente ao colesterol total (CT), as raparigas registaram uma média de 149 ± 24 mg/dl (mín-máx: 100–256) e os rapazes 150 ± 24 mg/dl (mín-máx: 100–230), sem diferenças significativas ($p = 0,558$). Quanto à fração LDL-C, verificaram-se valores próximos entre raparigas (88 ± 22 mg/dl; mín-máx: 28–175) e rapazes (91 ± 21 mg/dl; mín-máx: 33–154), não existindo diferenças estatisticamente significativas ($p = 0,342$).

Ao analisar os TG, observou-se que, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$), as raparigas apresentaram valores médios superiores (72 ± 33 mg/dl; mín-máx: 45–218) em comparação com os rapazes (64 ± 29 mg/dl; mín-máx: 30–190) (Tabela 8).

Relativamente à pressão arterial, tanto a sistólica (PAS) como a diastólica (PAD) não apresentaram diferenças significativas entre os sexos, com valores de p igual a 0,220 e 0,650, respetivamente. Os valores da PAS entre as raparigas foram $114,7 \pm 12,07$ mmHg e $116,1 \pm 11,5$ mmHg entre os rapazes. Já na PAD, as raparigas apresentaram média de $60,4 \pm 8,1$ mmHg e os rapazes $60,3 \pm 7,7$. Este resultado sugere que, no grupo avaliado, os valores de pressão arterial tendem a manter-se semelhantes entre rapazes e raparigas, não sendo influenciados de forma significativa pelo sexo (Tabela 8).

De um modo geral, os resultados indicam que, exceto pelos níveis de triglicerídeos, a maioria dos biomarcadores metabólicos não difere significativamente entre os sexos (Tabela 8). Este padrão pode sugerir que, durante a infância e a adolescência, o perfil metabólico tende a ser semelhante entre os sexos, mas que alguns marcadores específicos, tal como os triglicerídeos, podem refletir diferenças importantes associadas a fatores genéticos, comportamentais ou ambientais.

Tabela 8- Valores dos biomarcadores metabólicos por sexo

Variável	Feminino M±DP	Feminino Min – Max	Masculino M±DP	Masculino Min – Max	p-valor
GLU (mg/dl)	91±8	71 – 123	92 ±15	71 – 286	0,168
CT (mg/dl)	149±24	100 – 256	150 ±24	100 – 230	0,558
HDL-C (mg/dl)	48 ±13	15 – 100	49 ±13	21 – 84	0,796
LDL-C (mg/dl)	88 ±22	28 – 175	91 ±21	33 – 154	0,342
TG (mg/dl)	72 ±33	45 – 218	64 ±29	30 – 190	<0,001
PAS (mm/Hg)	114,7 ±12,1	88,0 – 152,5	116,1±11,5	90,5 – 163,0	0,220
PAD (mm/Hg)	60,4 ±8,1	40,0 – 83,0	60,3 ±7,7	40,5 – 88,0	0,650
GLU- Glicose, CT- Colesterol Total; HDL-C- Colesterol HDL; LDL-C - Colesterol LDL; TG - Triglicerídeos; PAS - Pressão Arterial Sistólica; PAD- Pressão Arterial Diastólica.					
NOTA: Valores apresentados como média (desvio-padrão), mínimo e máximo. Teste U de Mann-Whitney.					

4.6. Análise do desempenho no teste vaivém e prática de atividade física consoante o IMC e o sexo

No teste vaivém, as raparigas com peso normal apresentaram média de 24 voltas, e embora este valor tenha baixado para 17 voltas no grupo com excesso de peso ($p = 0,014$), voltou a subir ligeiramente para 24 no grupo obeso (Tabela 9). Nos rapazes, a média foi superior em todos os grupos e com uma tendência oposta: 35 voltas no grupo de peso normal, 19 no grupo com excesso de peso e 13 nos obesos, o que demonstra uma redução acentuada com o aumento do IMC. Sendo as diferenças estatisticamente significativas entre normal e excesso de peso ($p < 0,001$), e entre normal e obeso ($p = 0,015$).

Quanto ao TS, verificou-se uma média de 469,9 min/dia no sexo feminino com peso normal, aumentando para 484,5 min/dia no grupo com excesso de peso e para 502,7 min/dia no grupo obeso. No sexo masculino, observou-se 434,1 min/dia nos de peso normal, 441,3 min/dia nos com excesso de peso e apenas 391,5 min/dia nos obesos (Tabela 9).

Na AFL, o valor diminui consoante a categoria de IMC, sendo que as raparigas do grupo com peso normal praticaram 276,3 min/dia, o grupo com excesso apresentou 265,2 min/dia e o grupo obeso praticava ainda menos tempo de AFL (205,5 min/dia).

Entre os rapazes, o padrão foi semelhante, com redução gradual de 284,6 min/dia (peso normal) para 279,8 min/dia (excesso de peso) e 245,1 min/dia (obesos).

Para a AFM, os valores foram relativamente baixos em ambos os sexos. O sexo feminino apresentou 25,3 min/dia no grupo de peso normal, 20,9 min/dia no grupo com excesso de peso e 23,1 min/dia no grupo obeso. Estes valores foram superiores no sexo masculino, mas reduziram gradualmente com o aumento do IMC: 37,2 min/dia (peso normal), 33,6 min/dia (excesso de peso) e 30,7 min/dia (obesos).

Relativamente à AFV, as raparigas no grupo de peso normal realizaram em média 6,1 min/dia e o grupo obeso realizou 5,9 min/dia. No sexo masculino foram encontrados valores superiores aos do sexo feminino. Apresentaram 11,2 min/dia no grupo do peso normal, mas reduziram para 10,3 min/dia no excesso de peso e 7,2 min/dia no grupo obeso.

Por fim, a AFMV revelou diferenças claras entre sexos e categorias de IMC. As raparigas com peso normal praticaram em média 31,3 min/dia de AFMV, enquanto o grupo com excesso de peso praticou menos tempo (25,5 min/dia). Este tempo voltou a aumentar no grupo obeso (29,0 min/dia). Entre o sexo masculino, os valores foram mais elevados em todas as categorias: 48,4 min/dia no grupo com peso normal, 43,9 min/dia no grupo com excesso de peso e 37,9 min/dia no grupo obeso.

De forma geral, o desempenho no teste vaivém e a prática de AFMV foram consistentemente superiores no sexo masculino, em todas as categorias de IMC. Observou-se também que, dentro do sexo masculino, existe um decréscimo na aptidão física e da AFMV com o aumento do IMC, mais acentuado nos rapazes obesos.

Tabela 9- Valores do teste vaivém e AF, consoante o sexo e o IMC

Sexo		Feminino			Masculino	
IMC	Normal	Exc. Peso	Obeso	Normal	Exc. Peso	Obeso
	M±DP	M±DP	M±DP	M±DP	M±DP	M±DP
SRT (voltas)	24±12 ^a	17±7 ^a	24±21	35±16 ^{a,b}	19±10 ^a	13±9 ^b

TS (min.)	469,9±82,9	484,5±79,6	502,7±94,2	434,1±67,3	441,3±62,6	391,5±26,9
AFL (min.)	276,3±57,5	265,2±44,9	205,5±10,5	284,6±62,3	279,8±56,2	245,1±42,5
AFM (min.)	25,3±14,9	20,9±9,6	23,1±14,0	37,2±15,3	33,6±19,0	30,7±9,7
AFV (min.)	6,1±6,5	4,6±5,1	5,9±8,3	11,2±11,0	10,3±10,6	7,2±3,9
AFMV (min.)	31,3±19,5	25,5±12,0	29,0±19,6	48,4±22,5	43,9±28,7	37,9±13,6
SRT – <i>Shuttle Run Test</i> ; TS – Tempo Sedentário; AFL – Atividade Física Ligeira; AFM – Atividade Física Moderada; AFV – Atividade Física Vigorosa; AFMV – Atividade Física Moderada a vigorosa;						
NOTA: Valores apresentados como média (desvio-padrão). ^a p<0,05; ^b p<0,05; Teste de Kruskal-Wallis.						

4.7. Análise dos biomarcadores metabólicos e somatório de risco metabólico, consoante o IMC e o sexo

Nos valores de GLU, observou-se um aumento no grupo classificado como obeso, tanto em raparigas (95 ± 9 mg/dl) como em rapazes (93 ± 4 mg/dl), em comparação com os respetivos grupos com peso normal (91 ± 8 mg/dl e 92 ± 17 mg/dl, respetivamente).

Relativamente ao CT, os resultados foram mais elevados nos rapazes com obesidade (164 ± 35 mg/dl) e nos rapazes com excesso de peso (153 ± 26 mg/dl), comparativamente aos valores nos grupos com peso normal (148 ± 24 mg/dl no sexo feminino e 149 ± 23 mg/dl no sexo masculino).

O HDL-C apresentou valores mais baixos nos grupos com obesidade (36 ± 8 mg/dl em raparigas; 44 ± 17 mg/dl em rapazes), demonstrando pior qualidade no perfil lipídico em categorias de excesso de peso e obesidade. Observaram-se diferenças estatisticamente significativas entre grupos de IMC, comparando normal e excesso de peso no feminino ($p = 0,005$), e o mesmo no masculino ($p = 0,008$).

No que se refere ao LDL-C, observou-se uma diminuição do valor médio no grupo de raparigas obesas (79 ± 16 mg/dl), mas valores ainda elevados nos grupos com excesso de peso do sexo masculino (97 ± 21 mg/dl).

Os valores dos TG demonstraram um aumento significativo no sexo feminino com excesso de peso (96 ± 45 mg/dl) e obesidade (85 ± 49 mg/dl), bem como no sexo masculino com excesso de peso (78 ± 37 mg/dl), em comparação com o grupo de peso normal (69 ± 30 mg/dl nas raparigas e 61 ± 27 mg/dl nos rapazes). Observaram-se diferenças estatisticamente significativas, relativamente a TG, entre grupos de IMC, comparando normal e excesso de peso no feminino ($p = 0,003$), e o mesmo no masculino ($p = 0,003$).

Relativamente à PAS, os valores mais elevados verificaram-se nos grupos com excesso de peso e obesidade, tanto em raparigas ($125,9 \pm 11,4$ mmHg e $126,3 \pm 13,8$ mmHg, respetivamente) como em rapazes ($125,0 \pm 12,9$ mmHg e $122,6 \pm 10,0$ mmHg), relativamente aos grupos com peso normal ($113,2 \pm 11,4$ mmHg e $114,2 \pm 10,4$ mmHg). Mantiveram-se as tendências dos anteriores, com diferenças estatisticamente significativas entre peso normal e excesso de peso quer no feminino ($p=0,000$), como no masculino ($p = 0,000$).

A PAD apresentou um padrão semelhante, apresentou valores mais elevados nos grupos com excesso de peso ($67,6 \pm 7,6$ mmHg em raparigas; $64,5 \pm 10,2$ mmHg em rapazes) e obesidade ($62,9 \pm 3,6$ mmHg em raparigas; $63,1 \pm 4,4$ mmHg em rapazes), em comparação com o peso normal ($59,5 \pm 7,8$ mmHg e $59,4 \pm 6,9$ mmHg, respetivamente). As comparações entre grupos de IMC mantiveram o padrão da PAS, com diferenças significativas entre um peso normal e excesso de peso no feminino ($p = 0,000$) e no masculino ($p = 0,002$).

Por fim, ao avaliar a soma dos riscos avaliados, verificou-se um aumento progressivo de acordo com a categoria de IMC. No sexo feminino, os valores passaram de $0,5 \pm 0,6$ (peso normal) para $2,8 \pm 0,5$ (obeso), enquanto no masculino o aumento foi de $0,5 \pm 0,7$ (peso normal) para $1,8 \pm 0,96$ (obeso). Observaram-se diferenças estatisticamente significativas entre o peso normal e excesso de peso, e entre peso normal e obeso, no sexo feminino ($p = 0,000$), e entre os mesmos grupos no masculino ($p = 0,000$, e $p = 0,022$, respetivamente).

Para analisar a relação entre a soma dos riscos avaliados e as categorias de IMC, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, uma vez que os pressupostos de normalidade não foram cumpridos. Os resultados revelaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,001$), o que leva à rejeição da hipótese nula e à de assumir que o somatório dos riscos varia de forma significativa entre os grupos de IMC. Na amostra total, os participantes com peso normal apresentaram valores médios mais baixos de riscos ($0,5 \pm 0,7$). Os grupos com excesso de peso registaram valores substancialmente superiores ($1,9 \pm 1,1$), e o grupo de obesos exibiu os maiores valores de risco ($2,3 \pm 0,9$). Estas diferenças relativamente à amostra no global, são estatisticamente significativas entre o peso normal e o excesso de peso ($p = 0,000$), e também entre peso normal e obesos ($p = 0,000$).

Estes resultados evidenciam uma associação clara entre o aumento do somatório dos riscos avaliados e a progressão das categorias de IMC, com valores mais elevados de risco observados entre os participantes com excesso de peso e obesidade. Embora a tendência seja consistente em ambos os sexos, o sexo feminino apresentou valores de risco mais elevados no grupo obeso e excesso de peso do que o sexo masculino.

Tabela 10- Valores dos biomarcadores e o somatório dos riscos, consoante o sexo e o IMC

	Feminino			Masculino		
	Normal	Exc. de peso	Obeso	Normal	Exc. de peso	Obeso
Variável	M $\pm$ DP	M $\pm$ DP	M $\pm$ DP	M $\pm$ DP	M $\pm$ DP	M $\pm$ DP
GLU (mg/dl)	91 $\pm$ 8	90 $\pm$ 7	95 $\pm$ 9	92 $\pm$ 17	92 $\pm$ 7	93 $\pm$ 4
CT (mg/dl)	148 $\pm$ 24	151 $\pm$ 26	146 $\pm$ 16	149 $\pm$ 23	153 $\pm$ 26	164 $\pm$ 35
HDL-C (mg/dl)	49 $\pm$ 13 ^a	41 $\pm$ 17 ^a	36 $\pm$ 8	50 $\pm$ 13 ^b	44 $\pm$ 12 ^b	44 $\pm$ 17
LDL-C (mg/dl)	88 $\pm$ 21	93 $\pm$ 24	79 $\pm$ 16	90 $\pm$ 21	97 $\pm$ 21	89 $\pm$ 13
TG (mg/dl)	69 $\pm$ 30 ^a	96 $\pm$ 45 ^a	85 $\pm$ 49	61 $\pm$ 27 ^b	78 $\pm$ 37 ^b	58 $\pm$ 17
PAS (mm/Hg)	113,2 $\pm$ 11,4 ^a	125,9 $\pm$ 11,4 ^a	126,3 $\pm$ 13,8	114,2 $\pm$ 10,4 ^b	125,0 $\pm$ 12,9 ^b	122,6 $\pm$ 10,0
PAD (mm/Hg)	59,5 $\pm$ 7,8	67,6 $\pm$ 7,6	62,9 $\pm$ 3,6	59,4 $\pm$ 6,9	64,5 $\pm$ 10,2	63,1 $\pm$ 4,4
SR	0,5 $\pm$ 0,6 ^{a,c}	2,0 $\pm$ 0,9 ^a	2,8 $\pm$ 0,5 ^c	0,5 $\pm$ 0,7 ^{a,c}	1,7 $\pm$ 1,1 ^a	1,8 $\pm$ 0,96 ^c
GLU- Glicose, CT- Colesterol Total; HDL-C- Colesterol HDL; LDL-C- Colesterol LDL; TG - Triglicerídeos; PAS - Pressão Arterial Sistólica; PAD- Pressão Arterial Diastólica; SR – soma dos riscos metabólicos						
NOTA: Valores apresentados como média (desvio-padrão). ^a $p < 0,05$; ^b $p < 0,05$; ^c $p < 0,05$; Teste de Kruskal-Wallis						

4.8. Análise dos biomarcadores metabólicos e somatório de risco metabólico em função dos quartis de atividade física moderada a vigorosa, por sexo

A análise dos indicadores cardiometabólicos em função dos quartis de AFMV, estratificados por sexo, revelou padrões diferenciados.

A análise da GLU, revelou valores médios semelhantes entre os grupos. No sexo feminino, os valores oscilaram entre 89 ± 7 mg/dl no primeiro quartil e 92 ± 9 mg/dl no quarto quartil, mantendo-se relativamente estáveis ao longo dos diferentes níveis de AFMV. De forma semelhante, no sexo masculino, os valores médios variaram de 89 ± 7 mg/dl no 1.º quartil para 92 ± 6 mg/dl no 4.º quartil, sem diferenças relevantes entre os grupos.

Entre as raparigas, o colesterol total variou entre 144 ± 25 mg/dl no grupo do 1.º quartil e 153 ± 27 mg/dl no 2.º quartil, mantendo-se relativamente estável nos percentis mais elevados (147 ± 24 e 147 ± 22 mg/dl). No que respeita ao HDL-C, observou-se uma melhoria nos grupos de maior atividade (51 ± 14 mg/dl no 2.º quartil; 50 ± 11 mg/dl no 4.º quartil), comparativamente ao grupo mais baixo (45 ± 14 mg/dl). Para o LDL-C, não se verificaram diferenças relevantes entre quartil ($85\text{--}90$ mg/dl). Os triglicérideos apresentaram valores mais elevados no 3.º quartil (77 ± 41 mg/dl), contrastando com valores inferiores no 4.º quartil (63 ± 19 mg/dl).

Na pressão arterial sistólica (PAS), os valores mantiveram-se homogéneos entre os percentis ($112\text{--}116$ mmHg), tal como na pressão arterial diastólica (PAD) ($59\text{--}62$ mmHg). A soma dos riscos avaliados revelou-se ligeiramente mais elevada nos grupos com menor atividade (0.74 ± 0.88 no 1.º quartil e 0.79 ± 1.01 no 3.º quartil), comparativamente ao 4.º quartil (0.52 ± 0.70).

Entre os rapazes, o colesterol total manteve-se semelhante em todos os grupos ($149\text{--}153$ mg/dl). O HDL-C apresentou valores mais elevados nos quartis intermédios (53 ± 15 mg/dl no 3.º quartil) em relação ao quartil mais baixo (48 ± 12 mg/dl). Quanto ao LDL-C, registou-se uma ligeira redução nos quartis mais altos (88 ± 19 mg/dl no 4.º quartil) face ao 2.º quartil (97 ± 19 mg/dl). Os triglicérideos variaram entre 58 ± 24 mg/dl (3.º quartil) e 67 ± 30 mg/dl (4.º quartil), sem diferenças consistentes.

A PAS manteve valores próximos entre grupos (116–117 mmHg), tal como a PAD (59–61 mmHg). A soma dos riscos avaliados foi relativamente constante, variando entre $0,51 \pm 0,77$ (3.º quartil) e $0,83 \pm 0,76$ (2.º quartil).

Em síntese, os resultados sugerem que níveis mais elevados de AFMV estão associados a um perfil cardiometabólico ligeiramente mais favorável, nomeadamente com valores mais altos de HDL-C e menor agregação de fatores de risco, ainda que as diferenças globais entre percentis sejam discretas.

Tabela 11- Valores dos biomarcadores e o somatório dos riscos, consoante sexo e quartis AF

Sexo	Feminino M±DP				Masculino M±DP			
Quartis AFMV	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
	M ±DP	M ±DP	M ±DP	M ±DP	M ±DP	M ±DP	M ±DP	M ±DP
GLU (mg/dl)	89 ±7	90 ±8	90 ±9	92 ±9	89 ±7	91 ±9	91 ±8	92 ±6
CT (mg/dl)	144,0 ±25,0	153,0 ±27,0	147,0 ±24,0	147,0 ±22,0	152,0 ±25,0	150,0 ±26,0	153,0 ±23,0	149,0 ±21,0
HDL-C (mg/dl)	45,0 ±14,0	51,0 ±14,0	46,0 ±13,0	50,0 ±11,0	48,0 ±12,0	50,0 ±15,0	53,0 ±15,0	46,0 ±14,0
LDL-C (mg/dl)	87,0 ±23,0	85,0 ±24,0	87,0 ±22,0	90,0 ±20,0	93,0 ±24,0	97,0 ±19,0	91,0 ±22,0	88,0 ±19,0
TG (mg/dl)	71,0 ±30,0	70,0 ±28,0	77,0 ±41,0	63,0 ±19,0	63,0 ±26,0	66,0 ±33,0	58,0 ±24,0	67,0 ±30,0
PAS (mm/Hg)	116,6 ±11,8	112,6 ±11,2	116,0 ±13,8	115,9 ±11,2	116,6 ±12,7	116,3 ±12,96	115,9 ±8,9	117,4 ±13,3
PAD (mmHg)	61,5 ±7,0	59,2 ±8,4	61,7 ±9,7	60,8 ±7,7	61,3 ±8,1	59,9 ±9,4	60,8 ±7,3	59,6 ±6,8
SR	0,7 ±0,9	0,5 ±0,8	0,8 ±1,0	0,5 ±0,7	0,5 ±0,8	0,8 ±1,1	0,5 ±0,8	0,8 ±0,8
GLU- Glicose, CT- Colesterol Total; HDL-C- Colesterol HDL; LDL-C- Colesterol LDL; TG - Triglicerídeos; PAS - Pressão Arterial Sistólica; PAD- Pressão Arterial Diastólica, SR- somatório do risco metabólico								
NOTA: Valores apresentados como média (desvio-padrão), mínimo e máximo. Teste de Kruskal-Wallis								

4.9. Análise dos biomarcadores metabólicos e somatório de risco metabólico em função dos quartis do teste vaivém, por sexo

A Tabela 12 apresenta os valores médios de GLU, CT, frações lipídicas, TG, a PAS e PAD e também a soma dos riscos avaliados, estratificados por sexo e pelos quartis de desempenho no teste vaivém.

No que respeita à glicose em jejum, verificou-se que, no sexo feminino, os valores médios variaram entre 90 ± 7 mg/dl e 91 ± 10 mg/dl, mantendo-se bastante estáveis ao longo dos diferentes quartis de desempenho no teste de aptidão cardiorrespiratória (laps).

Entre os rapazes, os valores oscilaram ligeiramente mais, variando entre 90 ± 7 mg/dl e 96 ± 27 mg/dl. Apesar desta maior dispersão no 3º quartil, a tendência global foi também de estabilidade nos valores médios da GLU. De forma geral, tanto no sexo feminino como no masculino, não se observaram variações significativas nos valores médios de GLU entre os diferentes quartis de ACR.

No sexo feminino, os valores de CT mantiveram-se relativamente estáveis entre os diferentes quartis, variando entre 146 ± 24 mg/dl (2ºQ) e 151 ± 27 mg/dl (3ºQ). No sexo masculino, a mesma tendência foi observada, com médias entre 148 ± 21 mg/dl (4ºQ) e 152 ± 29 mg/dl (1º quartil). Estes resultados sugerem que o CT não apresentou flutuações relevantes associadas ao nível de aptidão física em nenhum dos sexos.

O HDL-C apresentou um aumento progressivo no sexo feminino, desde 47 ± 14 mg/dl (1º - 2º quartil) até 50 ± 14 mg/dl (4º quartil), refletindo uma ligeira melhoria com o aumento do quartil de desempenho. No sexo masculino, os valores variaram de 45 ± 12 mg/dl (1º quartil) para 53 ± 14 mg/dl (4º quartil), diferença estatisticamente significativa (1 - 4; $p = 0,004$), mostrando uma evolução mais marcada que no grupo feminino. Tal padrão é consistente com a literatura, que associa melhores níveis de aptidão física a maiores concentrações de HDL-C.

Os valores de LDL-C permaneceram estáveis em ambos os sexos. No feminino, oscilaram entre 85 ± 21 mg/dl (2º quartil) e 89 ± 22 mg/dl (3º quartil), enquanto no masculino variaram entre 85 ± 21 mg/dl (4º quartil) e 95 ± 24 mg/dl (1º quartil). Estes resultados indicam ausência de tendência clara entre LDL-C e quartis de ACR.

Entre as raparigas, os valores de TG diminuíram progressivamente dos 78 ± 36 mg/dl (1º quartil) para 62 ± 24 mg/dl (4º quartil), sugerindo uma associação inversa entre adiposidade e capacidade aeróbia. No sexo masculino, verificou-se padrão semelhante,

com valores mais elevados no quartil inferior (77 ± 35 mg/dl, 1ºQ) e menores no percentil superior (56 ± 18 mg/dl, 4ºQ). As diferenças com significado estatístico observam-se, no sexo feminino, entre o 1ºQ - 4ºQ ($p = 0,030$), e entre o 3ºQ - 4ºQ ($p = 0,039$), e no caso do sexo masculino entre o 1ºQ - 4ºQ ($p = 0,001$) e o 1ºQ - 3ºQ ($p = 0,010$).

Nas raparigas, os valores de PAS tenderam a diminuir ligeiramente com o aumento do quartil, passando de $115,6 \pm 13,3$ mmHg (1ºQ) para $112,8 \pm 12,1$ mmHg (4ºQ). Nos rapazes, os valores também diminuíram gradualmente, de $121,24 \pm 14,38$ mmHg (1ºQ) para $112,9 \pm 9,5$ mmHg (4ºQ), sugerindo que melhor desempenho físico poderá estar associado a menor PAS. As diferenças mais notórias foram observadas, no masculino, apenas entre o 1ºQ - 4ºQ ($p = 0,011$), e entre o 1ºQ - 3ºQ ($p = 0,047$).

A PAD apresentou valores consistentes em ambos os sexos, com uma ligeira tendência de redução nos quartis superiores. No feminino, os valores oscilaram entre $60,95 \pm 8,3$ mmHg (1ºQ) e $58,7 \pm 7,3$ mmHg (4ºQ). No masculino, os valores foram ligeiramente mais elevados no percentil mais baixo ($63,4 \pm 9,7$ mmHg, 1ºQ) e reduziram-se até $58,8 \pm 7,5$ mmHg (4ºQ), sendo esta diferença estatisticamente significativa ($p = 0,010$), assim como entre o 1ºQ e o 3ºQ ($p = 0,008$).

A soma dos riscos avaliados apresentou variações mais marcadas. No sexo feminino, os valores diminuíram de $0,84 \pm 0,91$ (1ºQ) para $0,48 \pm 0,68$ (4ºQ), revelando uma tendência consistente de redução de risco com melhor desempenho físico. No masculino, a diferença foi ainda mais pronunciada, reduzindo-se de $1,36 \pm 1,18$ (1ºQ) para $0,35 \pm 0,68$ (4ºQ). Estes valores encontrados sugerem que níveis mais elevados de ACR estão associados a um perfil cardiometabólico mais favorável, sobretudo nos rapazes, onde se observaram diferenças estatisticamente significativas entre o 1ºQ - 2ºQ ($p = 0,002$), 1ºQ - 3ºQ ($p = 0,002$), e 1ºQ - 4ºQ ($p = 0,000$).

No total da amostra, segundo o teste de Kruskal-Wallis, observa-se uma diminuição progressiva do risco à medida que os participantes se distribuem em quartis mais elevados de desempenho no teste de ACR. Os valores médios variaram de $1,1 \pm 1,1$, no 1º quartil, $0,4 \pm 0,7$ no 4º quartil, sugerindo uma associação inversa entre um melhor desempenho físico e menor acumulação de riscos metabólicos. As diferenças foram estatisticamente significativas ($p < 0,001$) entre o 1º quartil (1,1) e o 2ºQ (0,7), entre o 1ºQ e o 3ºQ (0,6), e entre o 1ºQ e o 4ºQ (0,4).

Tabela 12- Valores dos biomarcadores e o somatório dos riscos consoante sexo e quartis ACR

Sexo	Feminino				Masculino			
Quartis ACR	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
	M±DP	M±DP	M±DP	M±DP	M±DP	M±DP	M±DP	M±DP
GLU (mg/dl)	91±8	90±7	90±7	91±10	92±8	92±6	96±27	90±7
CT (mg/dl)	151±26	146±24	151±27	148±20	152±29	149±20	151±24	148±21
HDL-C (mg/dl)	47±14	47 ±14	48 ±12	50 ±14	45 ±12 ^b	48 ±11	50 ±15	53 ±14 ^b
LDL-C (mg/dl)	89 ±25	85 ±21	89 ±22	89 ±17	95 ±24	88 ±19	95 ±18	85 ±21
TG (mg/dl)	78 ±36 ^a	72 ±36	75 ±31 ^c	62 ±24 ^{a,c}	77 ±35 ^{a,b}	65 ±34	59 ±22 ^b	56 ±18 ^a
PAS (mm/Hg)	115,6 ±13,3	116,0 ±10,5	114,5 ±12,3	112,8 ±12,1	121,2 ±14,4 ^{a,b}	116,6 ±10,4	113,9 ±9,8 ^b	112,9 ±9,5 ^a
PAD (mm/Hg)	60,95 ±8,3	61,3 ±8,3	60,6 ±8,4	58,7 ±7,3	63,4 ±9,7 ^{a,b}	61,0 ±6,2	58,1 ±6,3 ^b	58,8 ±7,5 ^a
SR	0,8 ±0,9	0,8 ±0,98	0,6 ±0,8	0,5 ±0,7	1,4 ±1,2	0,56 ±0,8	0,6 ±0,8	0,4 ±0,7
GLU- Glicose, CT- Colesterol Total; HDL-C - Colesterol HDL; LDL-C -Colesterol LDL; TG - Triglicerídeos; PAS - Pressão Arterial Sistólica; PAD- Pressão Arterial Diastólica, SR- somatório do risco metabólico								
NOTA: Valores apresentados como média (desvio-padrão). ^a p<0,05; ^b p<0,05; ^c p<0,05; Teste de Kruskal-Wallis								

4.10. Comparação do somatório de risco metabólico entre os grupos de IMC ajustados para a covariável da atividade física moderada e vigorosa

Numa primeira análise estatística descritiva, verificou-se que os indivíduos com peso normal apresentaram um risco significativamente mais baixo (0,5±0,7) comparativamente aos indivíduos com excesso de peso (1,7±1,1) e obesidade (2,2±0,8). Estes resultados demonstraram um aumento de risco à medida que se agrava a condição ponderal.

Na análise de efeitos entre sujeitos (ANCOVA), e através do controlo dos valores médios de AFMV (ajustada a 38,6 minutos), verificou-se que o modelo foi significativo ($F(3,337) = 48,74$; $p < 0,001$), explicando 30,3% da variância total da soma dos riscos avaliados ($R^2 = 0,303$). O fator grupos de IMC apresentou um efeito altamente

significativo ($F(2,337) = 72,97$; $p < 0,001$), enquanto a variável AFMV não se mostrou estatisticamente significativa ($F(1,337) = 1,42$; $p = 0,234$).

As estimativas marginais ajustadas confirmaram as diferenças entre grupos: peso normal ($M = 0,5$; $IC95\% = 0,4-0,5$), excesso de peso ($M = 1,7$; $IC95\% = 1,5-1,9$) e obesidade ($M = 2,2$; $IC95\% = 1,6-2,7$).

As comparações emparelhadas (post-hoc de Bonferroni) revelaram que os participantes com peso normal apresentaram valores significativamente mais baixos de risco do que os grupos com excesso de peso (diferença média = $-1,3$; $p < 0,001$) e obesidade (diferença média = $-1,8$; $p < 0,001$). Entre os grupos de excesso de peso e obesidade, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas (diferença média = $-0,5$; $p = 0,484$).

Estes resultados indicam de forma robusta que o aumento do IMC está associado a um maior risco metabólico, reforçando o impacto negativo do excesso de peso e da obesidade na saúde dos participantes, independentemente dos níveis médios de AFMV.

Tabela 13- Somatório dos riscos avaliados por categorias de IMC, ajustados para a covariável da AFMV

	Média ± DP	N	95% CI (Inf.–Sup.)	Pairwise Comparisons
Normal	0,5±0,7	289	0,4 – 0,5	Diff vs Exc. Peso = $-1,3^*$; Diff vs Obeso = $-1,8^*$
Excesso de peso	1,7±1,1	47	1,5 – 1,9	Diff vs Normal = $+1,3^*$; Diff vs Obeso = ns
Obeso	2,2±0,8	5	1,6 – 2,9	Diff vs Normal = $+1,8^*$; Diff vs Exc. Peso = ns
NOTA: ANCOVA ajustados para AFMV, média (38,6 min). *Diferenças significativas entre Normal vs Exc. peso ($p < 0,001$) e Normal vs Obeso ($p < 0,001$). Exc. peso vs Obeso não apresentou diferenças significativas ($p = 0,484$). $R^2 = 0,303$, R^2 ajustado = 0,296.				

4.11. Comparação do somatório de risco metabólico entre os grupos de IMC ajustados para a covariável da aptidão cardiorrespiratória

Os participantes com peso normal apresentaram um risco reduzido ($0,5 \pm 0,7$), enquanto os indivíduos obesos foram o grupo com maior acumulação de riscos ($2,3 \pm 0,9$). O teste da ANCOVA, controlando o número de voltas no teste vaivém (ajustado a

27,5 voltas), demonstrou um resultado significativo dos grupos de IMC na soma dos riscos ($F(2,450) = 94,3, p < 0,001$), explicando cerca de 32% da variância dos resultados ($R^2 = 0,324$).

As comparações com ajuste de Bonferroni confirmaram que os participantes com peso normal apresentaram significativamente menos riscos comparados com os de excesso de peso (diferença média = -1,3, $p < 0,001$) e com os obesos (diferença média = -1,7, $p < 0,001$). Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de excesso de peso e obesos ($p = 0,454$).

Em síntese, os resultados reforçam que o aumento do IMC está fortemente associado a um acréscimo cumulativo de risco metabólico, com diferenças marcantes entre indivíduos com peso normal e aqueles com excesso de peso ou obesidade.

Tabela 14- Somatório dos riscos avaliados por categorias de IMC, ajustados para a covariável da ACR

Categoria de IMC	Média±DP	IC 95%	Pairwise Comparisons
Normal	0,5±0,7	0,4 – 0,6	Diff vs Exc. peso = -1.33*; Diff vs Obeso = -1.74*
Excesso de peso	1,9±1,1	1,6 – 2,0	Diff vs Normal = +1.33*; Diff vs Obeso = ns
Obeso	2,3±0,9	1,7 – 2,7	Diff vs Normal = +1.74*; Diff vs Exc. peso = ns
Total	0,7±0,9	-	-

NOTA: ANCOVA ajustados para ACR, média (27,54 voltas). *Diferenças significativas entre Normal vs Exc. peso ($p < 0,001$) e Normal vs Obeso ($p < 0,001$). Exc. peso vs Obeso não apresentou diferenças significativas ($p = 0,484$). $R^2 = 0,324$, R^2 ajustado = 0,320

4.12. Comparação do somatório de risco metabólico entre os grupos de AFVM ajustados para a covariável IMC

Estes resultados mostram uma ANCOVA em que se avaliou o impacto dos quartis de AFMV na variável dependente, o somatório de risco metabólico, ajustando para o IMC. A análise descritiva mostrou valores médios semelhantes do somatório de risco metabólico entre os quatro grupos de AFMV. O grupo do 1º quartil apresentou uma média de $0,6 \pm 0,1$, o 2º quartil uma média de $0,7 \pm 0,1$, o 3º quartil uma média de $0,6 \pm 0,1$ e o 4º quartil uma média de $0,7 \pm 0,1$.

Nos testes dos efeitos principais, o modelo corrigido foi significativo, $F(4, 336) = 36,5$, $p < 0,001$, com um $R^2 = 0,303$, explicando aproximadamente 30% da variância da variável dependente. O IMC mostrou um efeito altamente significativo sobre o somatório de risco metabólico ($F(1, 336) = 145,76$; $p < 0,001$), confirmando o papel determinante desta covariável.

Por outro lado, o fator quartil de AFMV não apresentou efeito significativo ($F(3, 336) = 0,2$; $p = 0,882$), indicando que, após ajuste pelo IMC, os diferentes níveis de AFMV não explicaram diferenças relevantes na soma dos riscos avaliados.

Estes resultados sugerem que o IMC é o principal determinante da soma dos riscos avaliados, sendo a associação robusta e estatisticamente significativa. Em contraste, os níveis de atividade física moderada a vigorosa (agrupados por quartis) não se associaram de forma independente aos riscos avaliados, quando ajustados pelo IMC.

Tabela 15- Somatório dos riscos avaliados por quartis de AFMV, ajustados para a covariável do IMC

Quartis de AFMV	Média±DP	IC 95%
1º	0,6 ±0,1	0,4 – 0,8
2º	0,7±0,1	0,5 – 0,8
3º	0,6±0,1	0,5 – 0,8
4º	0,7±0,1	0,5 – 0,9
NOTA: ANCOVA ajustados para IMC, média (20,62 kg/m²). Não existem diferenças significativas. $R^2 = 0,303$, R^2 ajustado = 0,294		

4.13. Comparação do somatório de risco metabólico entre os grupos de ACR ajustados para a covariável IMC

A análise pelo teste da ANCOVA foi para avaliar a relação entre os grupos de ACR e a soma dos riscos avaliados, com o controlo do IMC. Os valores do somatório de risco metabólico apresentaram uma tendência decrescente dos grupos com menor para maior ACR. Ou seja, o 1º quartil demonstrou valores iguais a $0,8 \pm 0,1$ e o 4º quartil com valores de $0,4 \pm 0,1$. Estes resultados sugerem, a nível descritivo, que melhores níveis de ACR se associam a uma menor acumulação de riscos.

A ANCOVA revelou que o modelo global foi significativo, $F(4,449) = 54,5$, $p < 0,001$, explicando cerca de 32,7% da variância da soma dos riscos ($R^2 = 0,327$). O IMC foi um preditor altamente significativo ($F(1,449) = 167,8$, $p < 0,001$), mostrando ser o principal determinante da acumulação de riscos.

No entanto, o fator quartil de ACR não apresentou efeito significativo, $F(3,449) = 0,9$, $p = 0,420$. Apesar de os resultados descritivos sugerirem uma redução progressiva no risco metabólico com níveis mais elevados de ACR, a ANCOVA demonstrou que estas diferenças não se mantêm estatisticamente significativas após o controlo do IMC.

Assim, confirma-se que o IMC é o fator crítico na explicação da variabilidade dos riscos avaliados, sobrepondo-se ao contributo da ACR.

Tabela 16- Somatório dos riscos avaliados por quartis de ACR, ajustados para a covariável do IMC

Quartis de ACR	Média±dp	IC 95%
1º	0,8±0,1	0,6 – 0,9
2º	0,6±0,1	0,5 – 0,8
3º	0,7±0,1	0,6 – 0,8
4º	0,4±0,1	0,5 – 0,8
NOTA: ANCOVA ajustados para IMC, média (20,69 kg/m ²). Não existem diferenças significativas. $R^2 = 0,327$, R^2 ajustado = 0,321		

5. Discussão

Os presentes resultados, obtidos numa amostra escolar de jovens, alinham-se de forma consistente com a literatura recente sobre a obesidade pediátrica, a AF, ACR e fatores de risco cardiometabólicos.

5.1. Perfil antropométrico e diferenças por sexo

Este estudo não encontrou diferenças entre os sexos para a idade, peso, IMC, PC ou a maioria dos marcadores hemodinâmicos e lipídicos, mas verificou-se maior MG nas raparigas. Este padrão é expectável no período peri-pubertário, em que as raparigas tendem a apresentar maior adiposidade relativa e os rapazes maior MG, sem diferenças obrigatórias no IMC (Abbassi, 1998; Alves Junior et al., 2017; Gaio et al., 2018). A literatura sublinha precisamente as limitações do IMC para a distinção da composição corporal, justificando a utilidade de medidas complementares (por exemplo MG e PC) na estratificação do risco cardiometabólico (Alves Junior et al., 2017; Sweatt et al., 2024).

5.2. Atividade física, aptidão e comportamento sedentário

Os rapazes evidenciaram desempenho superior no teste vaivém e maior tempo em AFM, AFV e em AFMV; as raparigas apresentaram mais TS. Este gradiente por sexo é repetidamente descrito em estudos nacionais e internacionais: os rapazes, em média, acumulam mais minutos em intensidades moderadas/vigorosas e obtêm melhores indicadores de ACR, enquanto as raparigas reportam (ou apresentam, por acelerométrica) mais TS. Do ponto de vista da saúde pública, a taxa de incumprimento da recomendação de ≥ 60 min/dia de AFMV foi elevada (85% na amostra com dados válidos) e particularmente acentuada no sexo feminino (95% vs. 73,9% nos rapazes) (Lopes et al., 2017). Estes valores são convergentes com estimativas que apontam níveis insuficientes de AF em idades pediátricas e reforçam a necessidade de estratégias sensíveis ao género como por exemplo, ambientes e tarefas mais atrativas para raparigas, um reforço da literacia de saúde, e mais oportunidades estruturadas de AF, em contexto escolar (Barnett et al., 2018; Kuldass et al., 2025; Lopes et al., 2017).

5.3. Perfil lipídico e pressão arterial

No conjunto dos marcadores, apenas os TG diferiram entre sexos (maiores nas raparigas); enquanto CT, HDL-C, LDL-C, PAS e PAD foram semelhantes. A literatura mostra resultados heterogêneos em idades pediátricas, frequentemente influenciados pelo estágio de crescimento, alimentação e nível de AF (Abbassi, 1998; Almeida-Neto, de Matos, et al., 2020; Almeida-Neto, Silva Dantas, et al., 2020; Van Etten et al., 2024). Os resultados mais elevados de TG nas raparigas pode refletir diferenças comportamentais (maior sedentarismo) ou até hormonais, e merece monitorização, dado o impacto dos TG na estratificação de risco cardiometabólico (Almeida-Neto, Silva Dantas, et al., 2020; Rocha, 2012).

5.4. Estado nutricional e acumulação de risco cardiometabólico

A distribuição de IMC nesta amostra (85,2% com peso normal; 13,0% excesso de peso; 1,8% obesidade) é melhor do que os resultados mencionados em alguns estudos, mas não negligenciável (Cole et al., 2000; Wyatt et al., 2006). Criticamente, a soma dos riscos avaliados aumentou de forma constante das categorias “Normal” para “excesso de peso” e “obeso”, tanto na análise não paramétrica (Kruskal-Wallis, $p < 0,001$) como nas ANCOVA.

Em ambas as ANCOVA (ajustando para AFMV ou para ACR), o fator grupos de IMC foi sempre altamente significativo e com efeito de magnitude relevante (R^2 do modelo ~30–33%; η^2 parcial do IMC ~0,27–0,30). As comparações múltiplas mostraram diferenças claras entre grupo com peso normal e os dois grupos com excesso de peso/obesidade. O grupo entre “excesso de peso” e “obeso” não apresentou diferenças significativas, sugerindo que o aumento do risco ocorre já na transição de normalidade para excesso de peso. Este padrão é coerente com a evidência, em que a idade pediátrica, o excesso de adiposidade é associado a perfis lipídicos desfavoráveis, maior pressão arterial e alterações da glicemia em jejum, mesmo quando os valores permanecem dentro de intervalos considerados “normais” (Henderson et al., 2025; Huizing et al., 2025; Rocha, 2012; Van Etten et al., 2024). O nosso indicador composto capta essa agregação de pequenos desvios, traduzindo-se numa diferença agregada de risco clinicamente relevante.

5.5. Papel da ACR e da AF como determinantes independentes.

Em análise descritiva, a ACR associou-se a um melhor perfil cardiometabólico, ou seja, com TG mais baixos, PAS/PAD inferiores e menor soma de riscos nos percentis mais altos, em ambos os sexos—padrão clássico de associação inversa entre ACR e risco cardiometabólico (Raghuveer et al., 2020; Sriranjana et al., 2025). Contudo, nas ANCOVA, após ajuste pelo IMC, nem os quartis de AFMV nem os percentis de ACR mantiveram efeitos independentes significativos sobre a soma de riscos. Em termos práticos, isto sugere que, nesta amostra, o IMC é o fator principal na relação entre comportamento/aptidão e risco agregado: uma vez controlada a adiposidade, o contributo adicional de AF/ACR para explicar a variação do índice composto reduz-se substancialmente.

Estes resultados são compatíveis com dois cenários descritos na literatura:

- i. Medição da adiposidade corporal - a AF e ACR melhoram o risco cardiometabólico sobretudo por via da redução da adiposidade corporal (Högström et al., 2016; Ortega et al., 2013; Sweatt et al., 2024).
- ii. Valor estatístico e tamanho amostral - efeitos independentes de AF e ACR, por vezes modestos, requerem amostras maiores, biomarcadores mais credíveis (por exemplo, monitorização da resistência à insulina, Apolipoproteína B, razão entre TG/HDL-C), um seguimento longitudinal e que considere maturação biológica, alimentação e sono (Almeida-Neto, Silva Dantas, et al., 2020).

5.6. Implicações clínicas e de saúde pública

Os resultados reforçam que os profissionais de saúde devem atuar na prevenção primária centrada no peso saudável, através da implementação de intervenções no sentido de evitar, ou adiar, a transição de um peso normal para a categoria de excesso de peso, e assim promover a redução no risco cardiometabólico associado.

A promoção de AFMV e melhor ACR, principalmente entre o sexo feminino, poderiam ser métodos de trabalho para um melhor controlo da adiposidade (Högström et al., 2016). Mesmo quando o efeito independente não emerge após ajuste, AF e ACR

continuam a ser variáveis modificáveis num estilo de vida saudável e que influenciam o balanço energético, a aptidão e, em última análise, o IMC.

5.7. Forças e limitações deste estudo

Entre as forças, destacam-se a avaliação objetiva da AF, o uso de um teste de campo validado de ACR, a agregação de múltiplos fatores cardiometabólicos num índice composto e a análise ajustada (ANCOVA). Entre as limitações é necessário referir o desenho transversal (não causal), a ausência de biomarcadores metabólicos mais sensíveis e a possível heterogeneidade nos diferentes níveis de puberdade dentro de cada sexo. O tamanho reduzido do grupo “obeso” também limita a precisão das estimativas neste grupo etário.

5.8. Sugestões futuros estudos

Estudos longitudinais com amostras maiores e marcadores metabólicos ampliados devem testar a mediação do IMC na relação AF/ACR. Investigações com uma intervenção mais completa (AF estruturada, redução de sedentarismo, sono e alimentação) poderão clarificar o quanto da melhoria cardiometabólica advém da mudança na adiposidade e da melhoria cardiorrespiratórias.

Por fim, os dados sustentam a narrativa dominante da literatura, que demonstrou que em idades jovens, a adiposidade é o motor principal da acumulação de risco cardiometabólico, enquanto AF e ACR constituem alvos essenciais - provavelmente atuando em grande parte através do seu impacto no IMC.

Reforçou a necessidade de políticas, programas escolares e comunitários que reduzam o sedentarismo, aumentem a AFMV, promovam a ACR e previnam o ganho excessivo de peso, com foco particular nas raparigas.

6. Conclusão

Principais conclusões do estudo:

- i. IMC é o determinante central: a soma dos riscos cardiometabólicos aumenta de forma marcada do estado normoponderal para excesso de peso/obesidade; o efeito mantém-se após ajuste para AFMV e ACR (ANCOVA).
- ii. Diferenças por sexo no comportamento e aptidão: rapazes apresentam melhor aptidão cardiorrespiratória e mais AFMV; raparigas acumulam mais tempo sedentário.
- iii. Perfil metabólico global semelhante entre sexos, com exceção dos triglicerídeos, superiores nas raparigas.
- iv. AFMV e ACR associam-se a melhor perfil cardiometabólico em análise descritiva (menos TG, PAS/PAD mais baixas, menor risco agregado), mas o efeito independente diminui quando se controla o IMC.
- v. Elevado incumprimento da recomendação de ≥ 60 min/dia de AFMV (85% da amostra com dados válidos), particularmente nas raparigas (95%).
- vi. Transição de peso normal para excesso de peso concentra o “aumento” de risco: diferenças robustas entre normoponderais vs. excesso de peso/obesidade; menor distinção entre excesso de peso e obesidade.
- vii. Composição corporal importa mais do que o IMC isolado: diferenças de massa gorda entre sexos sem diferenças de IMC reforçam as limitações do IMC como marcador único.
- viii. Implicação prática: prioridade na prevenção do ganho excessivo de peso e redução do sedentarismo nas raparigas, gerar ou manter oportunidades de AFMV e melhoria da ACR em ambos os sexos.
- ix. Políticas e intervenções escolares/comunitárias multifacetadas (AF estruturada, menos ecrã/sedentarismo, literacia em saúde, sono e alimentação) são as estratégias com melhor potencial de impacto.

Referências bibliográficas

- Abarca-Gómez, L., & et al. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*, 390(10113), 2627-2642. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(17\)32129-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(17)32129-3)
- Abbassi, V. (1998). Growth and normal puberty. *Pediatrics*, 102(2 Pt 3), 507-511.
- Alberga, A. S., Sigal, R. J., Goldfield, G., Prud'homme, D., & Kenny, G. P. (2012). Overweight and obese teenagers: why is adolescence a critical period? *Pediatr Obes*, 7(4), 261-273. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2011.00046.x>
- Almeida-Neto, P. F., de Matos, D. G., Pinto, V. C. M., Dantas, P. M. S., Cesário, T. M., da Silva, L. F., Bulhões-Correia, A., Aidar, F. J., & Cabral, B. (2020). Can the Neuromuscular Performance of Young Athletes Be Influenced by Hormone Levels and Different Stages of Puberty? *Int J Environ Res Public Health*, 17(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph17165637>
- Almeida-Neto, P. F., Silva Dantas, P. M., Pinto, V. C. M., Cesário, T. M., Ribeiro Campos, N. M., Santana, E. E., de Matos, D. G., Aidar, F. J., & Tinoco Cabral, B. G. A. (2020). Biological Maturation and Hormonal Markers, Relationship to Neuromotor Performance in Female Children. *Int J Environ Res Public Health*, 17(9). <https://doi.org/10.3390/ijerph17093277>
- Alves Junior, C. A., Mocellin, M. C., Gonçalves, E. C. A., Silva, D. A., & Trindade, E. B. (2017). Anthropometric Indicators as Body Fat Discriminators in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Nutr*, 8(5), 718-727. <https://doi.org/10.3945/an.117.015446>
- Anderson, K. C., Weeldreyer, N. R., Leicht, Z. S., Angadi, S. S., & Liu, Z. (2025). Exercise Intolerance in Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Heart Assoc*, 14(5), e035721. <https://doi.org/10.1161/jaha.124.035721>
- Aychiluhm, S. B., Mondal, U. K., Isaac, V., Ross, A. G., & Ahmed, K. Y. (2025). Interventions for Childhood Central Obesity: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Netw Open*, 8(4), e254331. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2025.4331>
- Barnett, T. A., Kelly, A. S., Young, D. R., Perry, C. K., Pratt, C. A., Edwards, N. M., Rao, G., & Vos, M. B. (2018). Sedentary Behaviors in Today's Youth: Approaches to the Prevention and Management of Childhood Obesity: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 138(11), e142-e159. <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000591>

- Capanema, F. D., Santos, D. S., Maciel, E. T. R., & Reis, G. B. P. (2010). Critérios para definição diagnóstica da síndrome metabólica em crianças e adolescentes. *Rev Med Minas Gerais*, 20(3), 335-340.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*, 100(2), 126-131.
- Centers for Disease Control Prevention. (2021). Steps for collecting fingerstick blood samples in micro-vials for lead testing. *Retrieved*, 6, 2024.
- Choi, L., Liu, Z., Matthews, C. E., & Buchowski, M. S. (2011). Validation of accelerometer wear and nonwear time classification algorithm. *Med Sci Sports Exerc*, 43(2), 357-364. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ed61a3>
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., & Dietz, W. H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Bmj*, 320(7244), 1240-1243. <https://doi.org/10.1136/bmj.320.7244.1240>
- Cole, T. J., & Lobstein, T. (2012). Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes*, 7(4), 284-294. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2012.00064.x>
- Craig, C. I., Marshall, A. I., Sjöström, M., Bauman, A. e., Booth, M. I., Ainsworth, B. e., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. f., & Oja, P. (2003). International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1381-1395. <https://doi.org/10.1249/01.Mss.0000078924.61453.Fb>
- Direção-Geral da Educação. (2021). *FITescola®*. <https://fitescola.dge.mec.pt/detalhesTeste.aspx?id=2>
- Evenson, K. R., Catellier, D. J., Gill, K., Ondrak, K. S., & McMurray, R. G. (2008). Calibration of two objective measures of physical activity for children. *J Sports Sci*, 26(14), 1557-1565. <https://doi.org/10.1080/02640410802334196>
- Gaio, V., Antunes, L., Barreto, M., Gil, A., Kyslaya, I., Namorado, S., Rodrigues, A. P., Santos, A., Nunes, B., & Dias, C. M. (2018). Prevalência de excesso de peso e de obesidade em Portugal: resultados do primeiro Inquérito Nacional de Saúde com Exame Físico (INSEF 2015). *Boletim Epidemiológico Observações*, 7(22), 29-33.
- Henderson, M., Moore, S. A., Harnois-Leblanc, S., Johnston, B. C., Fitzpatrick-Lewis, D., Usman, A. M., Sherifali, D., Merdad, R., Rigsby, A. M., Esmaeilnezhad, Z., Morrison, K. M., Hamilton, J., Ball, G. D. C., & Birken, C. S. (2025). Effectiveness of behavioural and psychological interventions for managing obesity in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis framed using minimal

- important difference estimates based on GRADE guidance to inform a clinical practice guideline. *Pediatr Obes*, 20(3), e13193. <https://doi.org/10.1111/ijpo.13193>
- Ho, T. J. H., Cheng, L. J., & Lau, Y. (2021). School-based interventions for the treatment of childhood obesity: a systematic review, meta-analysis and meta-regression of cluster randomised controlled trials. *Public Health Nutr*, 24(10), 3087-3099. <https://doi.org/10.1017/s1368980021001117>
- Högström, G., Nordström, A., Eriksson, M., & Nordström, P. (2015). Risk factors assessed in adolescence and the later risk of stroke in men: a 33-year follow-up study. *Cerebrovasc Dis*, 39(1), 63-71. <https://doi.org/10.1159/000369960>
- Högström, G., Nordström, A., & Nordström, P. (2016). Aerobic fitness in late adolescence and the risk of early death: a prospective cohort study of 1.3 million Swedish men. *Int J Epidemiol*, 45(4), 1159-1168. <https://doi.org/10.1093/ije/dyv321>
- Huang, Z., Sun, G., Li, J., Zhang, B., Lai, G., Jing, H., & Zhou, Y. (2025). Optimal exercise dose on Body Mass Index (BMI) in children and adolescents with overweight and obesity: a systematic review and bayesian model-based network meta-analysis. *BMC Public Health*, 25(1), 215. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-21405-3>
- Huizing, A. H. J., Welten, M., van der Pal, S., Schönbeck, Y., van Empelen, P., Gaillard, R., Jaddoe, V. W. V., & van Buuren, S. (2025). Predicting obesity at adolescence from an early age in a Dutch observational cohort study: the development and internal validation of a multivariable prediction model. *BMC Pediatr*, 25(1), 465. <https://doi.org/10.1186/s12887-025-05661-1>
- Kahn, R., Buse, J., Ferrannini, E., & Stern, M. (2005). The metabolic syndrome: time for a critical appraisal: joint statement from the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care*, 28(9), 2289-2304. <https://doi.org/10.2337/diacare.28.9.2289>
- Kelly, L. A., McMillan, D. G. E., Anderson, A., Fippinger, M., Fillerup, G., & Rider, J. (2013). Validity of actigraphs uniaxial and triaxial accelerometers for assessment of physical activity in adults in laboratory conditions. *BMC Medical Physics*, 13(1), 5. <https://doi.org/10.1186/1756-6649-13-5>
- Kodama, S., Saito, K., Tanaka, S., Maki, M., Yachi, Y., Asumi, M., Sugawara, A., Totsuka, K., Shimano, H., Ohashi, Y., Yamada, N., & Sone, H. (2009). Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis. *Jama*, 301(19), 2024-2035. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.681>
- Kohl III, H. W., Murray, T. D., & Salvo, D. (2025). *Foundations of physical activity and public health*. Human Kinetics.

- Kuldas, S., Ranum, B. M., Aspvik, N. P., Wichstrøm, L., & Steinsbekk, S. (2025). Physical Activity, Sedentary Time, and Sleep from Childhood to Young Adulthood: A Seven-Wave Cohort Study of Within-person Relations. *Sleep*. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsaf221>
- Kunutsor, S. K., Isiozor, N. M., Myers, J., Seidu, S., Khunti, K., & Laukkanen, J. A. (2023). Baseline and usual cardiorespiratory fitness and the risk of chronic kidney disease: A prospective study and meta-analysis of published observational cohort studies. *Geroscience*, 45(3), 1761-1774. <https://doi.org/10.1007/s11357-023-00727-3>
- Laporte, R. E., Montoye, H. J., & Caspersen, C. J. (1985). Assessment of physical activity in epidemiologic research: Problems and prospects [Review]. *Public Health Reports*, 100(2), 131-146. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0021802611&partnerID=40&md5=aa4692c283ef2cea93c32eff7d36736b>
- Lee, D.-c., Artero, E. G., Xuemei Sui, n., & Blair, S. N. (2010). Review: Mortality trends in the general population: the importance of cardiorespiratory fitness. *Journal of Psychopharmacology*, 24(4_suppl), 27-35. <https://doi.org/10.1177/1359786810382057>
- Léger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 49(1), 1-12. <https://doi.org/10.1007/bf00428958>
- Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*, 6(2), 93-101. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800>
- Liu, R., Sui, X., Laditka, J. N., Church, T. S., Colabianchi, N., Hussey, J., & Blair, S. N. (2012). Cardiorespiratory fitness as a predictor of dementia mortality in men and women. *Med Sci Sports Exerc*, 44(2), 253-259. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31822cf717>
- Lobstein T., Powis J., Thompson R., & Jackson-Leach R. (2025). Atlas Mundial da Obesidade 2025. *World Obesity Federation*. <https://data.worldobesity.org/publications/PBO---Atlas-Mundial-da-Obesidade---WOF-2025-PT-BR.pdf>
- Lopes, C., Torres, D., Oliveira, A., Severo, M., Alarcão, V., Guiomar, S., Mota, J., Teixeira, P., Rodrigues, S., & Lobato, L. (2017). Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física IAN-AF 2015-2016: relatório de resultados.
- Mark, D. B., & Lauer, M. S. (2003). Exercise Capacity. *Circulation*, 108(13), 1534-1536. <https://doi.org/doi:10.1161/01.CIR.0000094408.38603.7E>

- McCarthy, H. D., Cole, T. J., Fry, T., Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (2006). Body fat reference curves for children. *Int J Obes (Lond)*, 30(4), 598-602. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803232>
- McCarthy, H. D., Jarrett, K. V., & Crawley, H. F. (2001). The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. *Eur J Clin Nutr*, 55(10), 902-907. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601240>
- Meh, K., Sember, V., Đurić, S., Vähä-Ypyä, H., Rocha, P., & Jurak, G. (2021). Reliability and Validity of Slovenian Versions of IPAQ-SF, GPAQ, and EHIS-PAQ for Assessing Physical Activity and Sedentarism of Adults. *Int J Environ Res Public Health*, 19(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph19010430>
- Migueles, J. H., Aadland, E., Andersen, L. B., Brønd, J. C., Chastin, S. F., Hansen, B. H., Konstabel, K., Kvalheim, O. M., McGregor, D. E., Rowlands, A. V., Sabia, S., van Hees, V. T., Walmsley, R., & Ortega, F. B. (2022). GRANADA consensus on analytical approaches to assess associations with accelerometer-determined physical behaviours (physical activity, sedentary behaviour and sleep) in epidemiological studies. *Br J Sports Med*, 56(7), 376-384. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103604>
- Nguyen, M., Jarvis, S. E., Tinajero, M. G., Yu, J., Chiavaroli, L., Mejia, S. B., Khan, T. A., Tobias, D. K., Willett, W. C., Hu, F. B., Hanley, A. J., Birken, C. S., Sievenpiper, J. L., & Malik, V. S. (2023). Sugar-sweetened beverage consumption and weight gain in children and adults: a systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies and randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr*, 117(1), 160-174. <https://doi.org/10.1016/j.ajcnut.2022.11.008>
- Norton, K., Norton, L., & Sadgrove, D. (2010). Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *J Sci Med Sport*, 13(5), 496-502. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.09.008>
- Organização Mundial de Saúde. (2020). RECOMENDAÇÕES PARA ATIVIDADE FÍSICA E COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO. *Organização Mundial Da Saúde, Genebra*.
- Ortega, F. B., Sánchez-López, M., Solera-Martínez, M., Fernández-Sánchez, A., Sjöström, M., & Martínez-Vizcaino, V. (2013). Self-reported and measured cardiorespiratory fitness similarly predict cardiovascular disease risk in young adults. *Scand J Med Sci Sports*, 23(6), 749-757. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2012.01454.x>
- Ottevaere, C., Huybrechts, I., De Bourdeaudhuij, I., Sjöström, M., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Hagströmer, M., Widhalm, K., Molnár, D., Moreno, L. A., Beghin, L., Kafatos, A., Polito, A., Manios, Y., Martínez-Gómez, D., & De Henauw, S. (2011).

- Comparison of the IPAQ-A and actigraph in relation to VO₂max among European adolescents: the HELENA study. *J Sci Med Sport*, 14(4), 317-324. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.02.008>
- Pennings, N., Golden, L., Yashi, K., Tondt, J., & Bays, H. E. (2022). Sleep-disordered breathing, sleep apnea, and other obesity-related sleep disorders: An Obesity Medicine Association (OMA) Clinical Practice Statement (CPS) 2022. *Obes Pillars*, 4, 100043. <https://doi.org/10.1016/j.obpill.2022.100043>
- Pettee Gabriel, K. K., Morrow, J. R., Jr., & Woolsey, A. L. (2012). Framework for physical activity as a complex and multidimensional behavior. *J Phys Act Health*, 9 Suppl 1, S11-18. <https://doi.org/10.1123/jpah.9.s1.s11>
- Poirier, P., Cornier, M.-A., Mazzone, T., Stiles, S., Cummings, S., Klein, S., McCullough, P. A., Ren Fielding, C., & Franklin, B. A. (2011). Bariatric Surgery and Cardiovascular Risk Factors. *Circulation*, 123(15), 1683-1701. <https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e3182149099>
- Pujia, C., Ferro, Y., Mazza, E., Maurotti, S., Montalcini, T., & Pujia, A. (2025). The Role of Mobile Apps in Obesity Management: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res*, 27, e66887. <https://doi.org/10.2196/66887>
- Qiu, S., Cai, X., Yang, B., Du, Z., Cai, M., Sun, Z., Zügel, M., Michael Steinacker, J., & Schumann, U. (2019). Association Between Cardiorespiratory Fitness and Risk of Type 2 Diabetes: A Meta-Analysis. *Obesity (Silver Spring)*, 27(2), 315-324. <https://doi.org/10.1002/oby.22368>
- Raghuveer, G., Hartz, J., Lubans, D. R., Takken, T., Wiltz, J. L., Mietus-Snyder, M., Perak, A. M., Baker-Smith, C., Pietris, N., Edwards, N. M., On behalf of the American Heart Association Young Hearts Athero, H., Disease, O. i. t. Y. C. o. t. C. o. L. C. H., & Young, H. H. i. t. (2020). Cardiorespiratory Fitness in Youth: An Important Marker of Health: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 142(7), e101-e118. <https://doi.org/doi:10.1161/CIR.0000000000000866>
- Rito, A., Mendes, S., Figueira, I., Faria, M. d. C., Carvalho, R., Santos, T., Cardoso, S., Feliciano, E., Silvério, R., & Sancho, T. S. (2023). Childhood obesity surveillance initiative: COSI Portugal 2022.
- Rocha, E. (2012). [Metabolic syndrome: what is it and how useful is the diagnosis in clinical practice?]. *Rev Port Cardiol*, 31(10), 637-639. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2012.07.001> (Síndrome metabólica: a sua existência e utilidade do diagnóstico na prática clínica.)
- Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J.-P., Franklin, B. A., Haskell, W. L., Kaminsky, L. A., Levine, B. D., Lavie, C. J., Myers, J., Niebauer, J., Sallis,

- R., Sawada, S. S., Sui, X., & Wisløff, U. (2016). Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 134(24), e653-e699. <https://doi.org/doi:10.1161/CIR.0000000000000461>
- Ross, R., Blair, S. N., Arena, R., Church, T. S., Després, J. P., Franklin, B. A., Haskell, W. L., Kaminsky, L. A., Levine, B. D., Lavie, C. J., Myers, J., Niebauer, J., Sallis, R., Sawada, S. S., Sui, X., & Wisløff, U. (2016). Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 134(24), e653-e699. <https://doi.org/10.1161/cir.0000000000000461>
- Rowlands, A. V., & Eston, R. G. (2007). The Measurement and Interpretation of Children's Physical Activity. *J Sports Sci Med*, 6(3), 270-276.
- Sardinha, L. B., Baptista, F., & Ekelund, U. (2008). Objectively measured physical activity and bone strength in 9-year-old boys and girls. *Pediatrics*, 122(3), e728-736. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-2573>
- Sato, M., Kodama, S., Sugawara, A., Saito, K., & Sone, H. (2009). Physical fitness during adolescence and adult mortality. *Epidemiology*, 20(3), 463-464. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e31819ed09f>
- Sember, V., Meh, K., Sorić, M., Starc, G., Rocha, P., & Jurak, G. (2020). Validity and Reliability of International Physical Activity Questionnaires for Adults across EU Countries: Systematic Review and Meta Analysis. *Int J Environ Res Public Health*, 17(19). <https://doi.org/10.3390/ijerph17197161>
- Silva, G., Aires, L., Mota, J., Oliveira, J., & Ribeiro, J. C. (2012). Normative and criterion-related standards for shuttle run performance in youth. *Pediatr Exerc Sci*, 24(2), 157-169. <https://doi.org/10.1123/pes.24.2.157>
- Sloan, R. A. (2024). Estimated Cardiorespiratory Fitness and Metabolic Risks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(5), 635. <https://www.mdpi.com/1660-4601/21/5/635>
- Sriranjan, J., Adams, C., Chanchlani, R., & Sinha, M. D. (2025). Hypertension in youth with metabolic syndrome. *J Clin Lipidol*, 19(4s), 15-28. <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2025.05.018>
- Stamatakis, E., Gale, J., Bauman, A., Ekelund, U., Hamer, M., & Ding, D. (2019). Sitting Time, Physical Activity, and Risk of Mortality in Adults. *JACC*, 73(16), 2062-2072. <https://doi.org/doi:10.1016/j.jacc.2019.02.031>

- Sweatt, K., Garvey, W. T., & Martins, C. (2024). Strengths and Limitations of BMI in the Diagnosis of Obesity: What is the Path Forward? *Curr Obes Rep*, 13(3), 584-595. <https://doi.org/10.1007/s13679-024-00580-1>
- Tozo, J. V. A., Tadiotto, M. C., Tozo, T. A. A., de Menezes-Junior, F. J., Mota, J., de Pereira, B. O., Rosário, R., & Leite, N. (2025). Effects of different physical exercise programs on blood pressure in overweight children and adolescents: systematic review and meta-analysis. *BMC Pediatr*, 25(1), 252. <https://doi.org/10.1186/s12887-025-05575-y>
- Trost, S. G., Loprinzi, P. D., Moore, R., & Pfeiffer, K. A. (2011). Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. *Med Sci Sports Exerc*, 43(7), 1360-1368. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318206476e>
- Tudor-Locke, C., Williams, J. E., Reis, J. P., & Pluto, D. (2002). Utility of Pedometers for Assessing Physical Activity. *Sports Medicine*, 32(12), 795-808. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232120-00004>
- Van Etten, E. J., Knoff, A. A., Colaizzi, T. A., Knight, A. R., Milberg, W. P., Fortier, C. B., Leritz, E. C., & Salat, D. H. (2024). Association between metabolic syndrome and white matter integrity in young and mid-age post-9/11 adult Veterans. *Cereb Cortex*, 34(8). <https://doi.org/10.1093/cercor/bhae340>
- Verheij, C. T. M., Meijers, V., Smith, J., & Hartman, E. (2025). On the Relationship Between Physical Fitness, Perceived Athletic Competence, and Physical Activity Intensity Levels in 8- to 12-Year-Old Children. *J Strength Cond Res*. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000005256>
- Wang, P., Meng, Y., Tong, J., & Jiang, T. (2025). Effects of exercise intervention on executive function in children with overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 13, e19273. <https://doi.org/10.7717/peerj.19273>
- Wang, Y., Chen, S., Lavie, C. J., Zhang, J., & Sui, X. (2019). An Overview of Non-exercise Estimated Cardiorespiratory Fitness: Estimation Equations, Cross-Validation and Application. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 1(1), 38-53. <https://doi.org/10.1007/s42978-019-0003-x>
- Westerterp, K. R. (2009). Assessment of physical activity: a critical appraisal. *Eur J Appl Physiol*, 105(6), 823-828. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1000-2>
- WHO. (2025). *Obesity and overweight*. Retrieved 21 mar 2025 from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Wyatt, S. B., Winters, K. P., & Dubbert, P. M. (2006). Overweight and obesity: prevalence, consequences, and causes of a growing public health problem. *Am J Med Sci*, 331(4), 166-174. <https://doi.org/10.1097/00000441-200604000-00002>

- Zhao, G., Sun, J., Che, Q., Xu, W., Song, M., El-Ansary, D., Adams, R., Han, J., Meng, S., & Li, Y. (2025). Development and validation of clinical prediction models for cardiorespiratory fitness in atrial fibrillation patients following radiofrequency catheter ablation. *Front Cardiovasc Med*, 12, 1659905. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2025.1659905>
- Zimmet, P., Alberti, K., Kaufman, F., Tajima, N., Silink, M., Arslanian, S., Wong, G., Bennett, P., Shaw, J., & Caprio, S. (2007). The metabolic syndrome in children and adolescents—an IDF consensus report. *Pediatric diabetes*, 8(5).

