



ARTIGO ORIGINAL

Why are children different in their moderate-to-vigorous physical activity levels?

A multilevel analysis ☆,☆☆



Sara Pereira ^{a,*}, Ana Reyes^a, Marcos A. Moura-Dos-Santos^b, Carla Santos^a, Thayse N. Gomes^{a,c}, Go Tani^d, Olga Vasconcelos^a, Tiago V. Barreira^e, Peter T. Katzmarzyk^f e José Maia^a

^a Universidade do Porto, Faculdade de Desporto, Porto, Portugal

^b Universidade de Pernambuco, Departamento de Educação Física, Recife, PE, Brasil

^c Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Educação Física, São Cristóvão, SE, Brasil

^d Universidade de São Paulo, Escola de Educação Física e Esporte, São Paulo, SP, Brasil

^e Syracuse University, School of Education, Syracuse, Estados Unidos

^f Louisiana State University, Pennington Biomedical Research Center, Baton Rouge, Estados Unidos

Recebido em 1 de junho de 2018; aceito em 19 de setembro de 2018

KEYWORDS

Child;
School environment;
Physical activity;
Multilevel modeling

Abstract

Objective: Children's differences in moderate-to-vigorous physical activity levels are not at random. This study investigates the relevance of individual- and school-level characteristics in explaining these differences.

Methods: In total, 307 children (154 girls) aged 5–10 years, from 19 Portuguese schools, were sampled. Height and weight were measured, and body mass index was calculated. Time spent in moderate-to-vigorous physical activity was measured by accelerometry. Gross motor coordination was assessed with the *KörperkoordinationsTest für Kinder* battery and socio-economic status was obtained via the school social support system. School characteristics were obtained with an objective school audit. A multilevel analysis was used as implemented in Stata 15.

Results: Schools explained 18.2% of the total variance in moderate-to-vigorous physical activity, with the remainder being ascribed to children's distinct characteristics. Boys were more active ($\beta = 29.59 \pm 11.52$, $p < 0.05$), and having higher gross motor coordination levels ($\beta = 0.11 \pm 0.04$, $p < 0.05$) was positively associated with daily moderate-to-vigorous physical activity, whereas being older ($\beta = -5.00 \pm 1.57$, $p < 0.05$) and having higher socio-economic status ($\beta = -7.89 \pm 3.12$, $p < 0.05$) were negatively related with moderate-to-vigorous physical

DOI se refere ao artigo:

<https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2018.10.013>

☆ Como citar este artigo: Pereira S, Reyes A, Moura-Dos-Santos MA, Santos C, Gomes TN, Tani G, et al. Why are children different in their moderate-to-vigorous physical activity levels? A multilevel analysis. J Pediatr (Rio J). 2020;96:225–32.

☆☆ Estudo vinculado à CIF12D, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

* Autor para correspondência.

E-mail: sara.s.p@hotmail.com (S. Pereira).

PALAVRAS-CHAVE

Criança;
Ambiente escolar;
Atividade física;
Modelagem multinível

activity. From the school-level correlates, only playground dimension was significantly associated with moderate-to-vigorous physical activity levels. Children from schools with medium (40 m^2 to 69 m^2) and large playground dimensions ($\geq 70\text{ m}^2$) were less active than children with smaller playground dimensions (10 m^2 to 39 m^2).

Conclusions: Variation in school children's moderate-to-vigorous physical activity is mostly explained by their individual characteristics; school characteristics also play a role but to a smaller degree. Future intervention programs to change this behavior should be more personalized, emphasizing mostly individual-level characteristics.

© 2018 Sociedade Brasileira de Pediatria. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Por que as crianças são diferentes em seus níveis de atividade física de intensidade moderada a vigorosa? Uma análise multinível

Resumo

Objetivo: As diferenças entre crianças na atividade física moderada a vigorosa não são aleatórias. Este estudo investiga a relevância das características em níveis individuais e escolares para explicar essas diferenças.

Métodos: Foram amostradas 307 crianças (154 meninas) entre 5 e 10 anos, de 19 escolas portuguesas. A estatura e o peso foram medidos e o índice de massa corporal foi calculado. O tempo gasto em atividade física moderada a vigorosa foi medido por acelerometria. A coordenação motora grossa foi avaliada com a bateria do *Körperkoordinationstest für Kinder* e o *status* socioeconômico foi obtido através do sistema de apoio social da escola. As características da escola foram obtidas através de uma auditoria escolar objetiva. Uma análise multinível foi utilizada como implantada no *Stata 15*.

Resultados: As escolas explicaram 18,2% da variância total da atividade física moderada a vigorosa, com o restante atribuído às diferentes características das crianças. Os meninos foram mais ativos ($\beta = 29,59 \pm 11,52$, $p < 0,05$) e o fato de ter níveis mais altos de coordenação motora grossa ($\beta = 0,11 \pm 0,04$, $p < 0,05$) foi positivamente associado com a atividade física moderada a vigorosa diária. Os mais velhos ($\beta = -5,00 \pm 1,57$, $p < 0,05$) e com maior *status* socioeconômico ($\beta = -7,89 \pm 3,12$, $p < 0,05$) foram negativamente relacionados com a atividade física moderada a vigorosa. Com base nos correlatos a nível escolar, apenas a dimensão da área recreativa foi significativamente associada aos níveis de atividade física moderada a vigorosa. As crianças das escolas com área recreativa média (40 m^2 a 69 m^2) e grande ($\geq 70\text{ m}^2$) foram menos ativas do que as crianças com áreas recreativas com menores dimensões (10 m^2 a 39 m^2).

Conclusões: A variação na atividade física moderada a vigorosa de escolares é explicada principalmente por suas características individuais; as características da escola também desempenham um papel, mas em menor grau. Futuros programas de intervenção para mudar esse comportamento devem ser mais personalizados, enfatizar principalmente as características em nível individual.

© 2018 Sociedade Brasileira de Pediatria. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introdução

Embora se reconheça que a atividade física moderada a vigorosa (AFMV) das crianças está positivamente associada à saúde,¹ desempenho acadêmico² e cognição,³ há evidências de que os níveis de atividade física têm diminuído.⁴ As diferenças na AFMV das crianças não são aleatórias e há uma busca intensiva por marcadores que possam ajudar a explicar essas diferenças, a fim de fornecer melhores informações para o desenvolvimento de intervenções.

Revisões sistemáticas dos correlatos da atividade física (AF) identificaram correlatos biológicos, psicológicos, cognitivos, sociais e culturais, bem como atributos

emocionais, comportamentais e habilidades.⁵ Por exemplo, meninos, crianças com peso normal e crianças com melhor coordenação motora grossa (CMG) tendem a se envolver em mais AFMV do que meninas, crianças com sobrepeso/obesidade e aquelas com CMG baixa, respectivamente.⁶ Contudo, o *status* socioeconômico (ESE) das crianças tem mostrado associações diferentes com a AFMV. Por exemplo, Drenowatz et al.⁷ mostraram que o ESE baixo estava associado com menor AF em crianças nos EUA. Por outro lado, crianças brasileiras com ESE mais alto eram menos propensas a atender às diretrizes de AFMV⁸ e a revisão de O'Donoghue et al.,⁹ que examinaram o ESE e a AF ao longo do ciclo de vida, não

mostrou associações significativas em crianças em idade escolar.

Vários estudos demonstraram diferenças entre os gêneros na AFMV em crianças. Por exemplo, Troiano et al.¹⁰ relataram que meninas de seis a 11 anos gastavam 75,2 min d⁻¹ em AFMV, enquanto meninos da mesma idade gastaram 95,4 min d⁻¹. Uma diferença semelhante entre os gêneros foi demonstrada por Moller et al.¹¹ em crianças dinamarquesas entre 8-10 anos (~150 min.d⁻¹ e ~170 min.d⁻¹ para meninas e meninos, respectivamente). Além disso, Katzmarzyk et al.¹² relataram 52 min d⁻¹ para meninas e 70 min d⁻¹ para meninos em uma amostra multinacional de crianças de nove a 11 anos. As diferenças nos níveis de AFMV entre os estudos podem ser atribuídas a diferenças nos desenhos amostrais e de estudo, bem como ao uso de diferentes métodos e limiares de acelerômetros. Além disso, se considerarmos a variabilidade da AFMV nos estudos (isto é, desvios-padrão da AFMV), surge uma ampla variação, de dois a 54 minutos, indica diferenças substanciais entre os indivíduos.¹⁰⁻¹²

O modelo ecológico de desenvolvimento humano foi desenvolvido por Bronfenbrenner¹³ e uma versão modificada foi aplicada à área de AF por Sallis et al.¹⁴ Esse modelo de vida ativa associa fatores ambientais individuais, sociais e físicos em quatro domínios: recreação, transporte, ocupação e atividades em casa. Uma característica fundamental é a interdependência de traços individuais e as características ambientais/contextuais para explicar diferenças de AF em um contexto multinível.¹⁴ Como as crianças passam grande parte de seu tempo na escola, é possível que as características da escola possam explicar parte da variação na AFMV. Por exemplo, Nielsen et al.¹⁵ mostraram que o número de instalações recreativas influenciou positivamente a AF das crianças na Nova Zelândia. Além disso, Gomes et al.,¹⁶ com dados de crianças portuguesas, relataram que o tamanho da escola, a localização, o tipo de área de recreação, a frequência nas aulas de educação física (EF), o tempo para EF e as qualificações do professor de EF estavam vinculados a seus níveis de AF.

Mesmo promissores, poucos estudos consideraram aspectos conjuntos do modelo ecológico e usaram modelos multiníveis como uma abordagem estatística para investigar a AFMV das crianças em seus primeiros anos escolares.^{16,17} Portanto, esse estudo, que usou uma abordagem de modelagem multinível, teve os seguintes objetivos: 1) determinar a relevância das características da escola na explicação das diferenças na AFMV das crianças; 2) investigar os tamanhos de efeito diferenciais das variáveis ao nível infantil para explicar as diferenças na AFMV; e 3) identificar quais correlatos escolares foram os mais relevantes para explicar as diferenças nos níveis de AFMV das crianças.

Métodos

Amostra

A amostra deste trabalho foi proveniente do estudo *Growth, Motor Development and Cognition* (Crescimento, Desenvolvimento Motor e Cognição), um projeto de pesquisa com um desenho longitudinal misto feito na região de Vouzela, na parte central de Portugal. Resumidamente, esse projeto investigou a dinâmica da relação entre crescimento físico,

desempenho motor, CMG, comportamentos e cognição em crianças de quatro a 11 anos. Todas as crianças de Vouzela, provenientes de 19 escolas, foram convidadas a participar do projeto e a taxa de resposta foi de ~90%, resultou em uma amostra geral de 485 crianças. O presente estudo incluiu 307 crianças entre cinco e 10 anos (153 meninos, 154 meninas) de 19 escolas porque considerou apenas aquelas com dados completos sobre AF e resultados de CMG (a bateria de teste CMG avalia crianças com mais de cinco anos). A amostra analítica não diferiu da amostra geral nas características antropométricas básicas, bem como no desempenho da aptidão física ($p > 0,05$). O consentimento informado por escrito foi obtido dos pais ou responsáveis legais e o projeto foi aprovado pela Diretoria Escolar de Vouzela, pelo Centro de Saúde de Vouzela, bem como pelo Comitê de Ética da Universidade.

Correlatos das crianças

Antropometria

A estatura foi medida com -se um estadiômetro portátil Holtain (Holtain Ltd, Crymych, País de Gales) com as crianças sem sapatos e com a cabeça posicionada no plano de Frankfurt. O peso foi medido com -se uma balança portátil Tanita (*Segmental Body Composition Analyser BC-418 MA*, Tanita Corporation, Tóquio, Japão). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado [peso (kg)/altura (m)²].

Coordenação motora grossa

A CMG foi avaliada através dos testes *Körperkoordinations-test für Kinder* (KTK) desenvolvida por Kiphard e Schilling¹⁸ e consiste em quatro testes: equilíbrio ao caminhar para trás, saltos monopedais, saltos laterais e transposição lateral. Neste estudo o escore total do KTK foi calculado a partir da soma dos pontos de cada teste.

Atividade física

A AFMV das crianças foi medida através de acelerômetros ActiGraph GT3X+ (ActiGraph, Pensacola, FL, EUA), que foram fixados por um cós elástico no quadril direito e usados durante o período de vigília, por pelo menos sete dias consecutivos. As crianças foram instruídas a remover o dispositivo apenas quando faziam atividades aquáticas (isto é, tomar banho, nadar) e durante o sono. O *software* ActiLife® (ActiLife, versão 6.5.4, FL, EUA) foi usado para baixar os dados imediatamente após a recuperação de cada acelerômetro e os dados foram incluídos na análise se pelo menos quatro dias com ≥ 10 h d⁻¹ de tempo de uso estivessem disponíveis. O tempo sem uso foi definido como qualquer sequência de pelo menos 20 minutos consecutivos de contagem de atividade zero. As contagens de AF foram reduzidas a variáveis de intensidade de AF com os pontos de corte de Evenson et al.¹⁹ Para o propósito deste estudo, apenas o tempo gasto em AFMV (todas as atividades > 574 contagens/15 s) foi usado e a média foi de uma semana.¹⁹

Status socioeconômico

O ESE das crianças foi obtido através do sistema de apoio social da escola, com base nas diretrizes do Ministério da Educação. As crianças foram divididas em três níveis, de acordo com a renda anual da família: baixa (≤ 2.934

€.ano⁻¹), média (2.935 €.ano⁻¹ a 5.895 €.ano⁻¹) e alta (≥ 5.896 €.ano⁻¹). Esse sistema é o mesmo em todas as escolas públicas de Portugal. Uma variável codificada fictícia foi criada com ESE baixo como referência.

Correlatos em nível escolar

As informações sobre as características da escola foram obtidas com -se uma auditoria objetiva, uma versão modificada e adaptada localmente dos módulos de alimentação saudável e AF do *Healthy School Planner* projetado pelo *Joint Consortium for School Health*. O instrumento de auditoria inclui informações sobre os seguintes domínios: i) caracterização da escola [número de crianças, número de professores e ambiente escolar (rural ou semiurbano), de acordo com o Instituto Nacional de Estatística de Portugal; ii) políticas e práticas para AF (especificamente a existência, ou não, de políticas e práticas emitidas pelo estado, conselho escolar ou qualquer outra agência do governo para promover AF, saúde e bem-estar dos alunos, organizadas pela escola); iii) infraestrutura física da escola (dimensão da área de recreação (m²), dimensão do espaço poliesportivo coberto (m²), número de estruturas para EF e equipamento disponível para EF e iv) duração da aula de EF. A auditoria escolar foi feita pela equipe de pesquisa em cooperação com o Departamento de Educação da Prefeitura de Vouzela. Versões semelhantes de auditoria escolar foram usadas no sistema canadense *School Health Action, Planning and Evaluation System* (Shapes), bem como no estudo *International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment* (Iscole).

Controle de qualidade dos dados

Para garantir a qualidade dos dados, foram usados os seguintes procedimentos: 1) pesquisadores experientes, do Laboratório da Faculdade de Esportes da Universidade,

treinaram a equipe de coleta de dados; 2) um estudo piloto foi feito, antes da coleta de dados, para avaliar a qualidade da aquisição de dados; 3) uma subamostra das crianças foi reavaliada em dias aleatórios para calcular a confiabilidade em campo com o uso do erro técnico de medição (ETM) e um coeficiente de correlação intraclasse (R): ETM = 0,2 cm para estatura e 0,1 kg para peso; para a CMG, o R variou de 0,79 na transposição lateral a 0,92 no equilíbrio ao caminhar para trás.

Análise estatística

As estatísticas descritivas são relatadas como médias, desvios-padrão e porcentagens, conforme apropriado. As diferenças entre meninos e meninas foram avaliadas com o teste *t* e qui-quadrado com o *software* SPSS (SPSS Estatística para Windows, versão 24.0. NY, EUA). Como os dados eram estruturalmente dependentes, ou seja, crianças matriculadas nas escolas, e considerando que a amostra era pequena em termos de participantes e escolas, um modelo multinível com método para inferência de amostras pequenas desenvolvido por Kenward e Roger²⁰ foi usado conforme implantado no STATA 15. Além disso, todos os parâmetros foram estimados com a técnica de máxima verossimilhança restrita e todos os preditores foram centralizados, como recomendado.²¹ Uma abordagem *step-by-step* (passo a passo) foi usada da seguinte forma: primeiro, um modelo nulo (M0) sem preditores foi usado para determinar quanto da variação total na AFMV infantil era explicada pelas escolas. Em seguida, um novo modelo (M1), que incluiu apenas os correlatos das crianças (idade, gênero, IMC, CMG, ESE e tempo de uso), bem como um termo de interação gênero por idade foi incluído para testar as diferenças da AFMV por idade em meninos e meninas. No último modelo (M2), foram adicionados os correlatos escolares (número de alunos, número de professores, ambiente escolar, políticas e práticas para AF, dimensão da área recreativa, espaço polies-

Tabela 1 Estatísticas descritivas para variáveis das crianças

Nível do estudante Variáveis	Meninas (n = 154) Média ± DP	Meninos (n = 153) Média ± DP	t	Diferença média (IC95%)
<i>Características biológicas</i>				
Idade (anos)	7,8 ± 1,5	7,6 ± 1,6	1,384 ^{ns}	0,2 (-0,2-0,5)
IMC (kg m ⁻²)	18,1 ± 2,9	17,6 ± 3,1	0,019 ^{ns}	0,5 (-0,2-1,2)
<i>CMG</i>				
KTK (pontos)	133,9 ± 44,0	129,5 ± 50,1	2.594 ^{ns}	4,3 (-6,3-15,0)
<i>Características de comportamento</i>				
AFMV (min d ⁻¹)	56,4 ± 18,1	77,2 ± 24,2	8,827 ^a	20,9 (-25,7-16,1)
Tempo de uso (h d ⁻¹)	13,5 ± 1,8	13,6 ± 1,8	0,529 ^{ns}	-0,2 (-0,6-0,2)
<i>Status socioeconômico</i>				
	Frequências (%)	Frequências (%)	χ^2	
Baixo	23	18	1.00 ^{ns}	
Médio	27	28		
Alto	50	54		

AFMV, atividade física moderada a vigorosa; DP, desvio-padrão; IMC, índice de massa corporal; KTK, bateria *Köperkoordinations Test für Kinder*; ^{ns}, não significativo.

^a p < 0,05.

portivo coberto, equipamentos para EF, número de espaços físicos para EF e duração da aula de EF). Como esses modelos têm dois níveis, os componentes aleatórios estão na criança e na escola. A estatística *deviance* foi usada como medida de ajuste do modelo e a comparação do modelo ocorreu através do teste da razão de verossimilhança, como recomendado,²¹ o nível de significância foi estabelecido em 0,05.

Resultados

A **tabela 1** fornece estatísticas descritivas para as variáveis das crianças. Em média, não foram encontradas diferenças significativas entre meninas e meninos, com exceção da AFMV, as meninas foram menos ativas do que os meninos, em média -20,9 minod⁻¹ (IC 95% = -25,7 a -16,1).

A **tabela 2** mostra informações escolares. O número de alunos nas escolas variou de cinco a 87 e o número de professores variou de um a oito; 63,2% das escolas estavam localizadas em região rural; 52,6% tinham políticas e prá-

Tabela 2 Estatística descritiva das variáveis a nível escolar (n = 19)

	Média ± DP	Mín - Máx
Caracterização da escola		
<i>Tamanho da escola</i>		
Número de crianças	23 ± 22	5 – 87
Número de professores	4 ± 3	1-8
		n (%)
<i>Ambiente escolar</i>		
Rural		12 (63,2)
Semiurbano		7 (36,8)
Políticas e práticas para atividade física		
Políticas e práticas		10 (52,6)
Apenas políticas		5 (26,3)
Apenas práticas		4 (21,1)
Estrutura física da escola		
<i>Dimensão da área recreativa</i>		
Pequena (10 m ² a 39 m ²)		2 (10,5)
Média (40 m ² a 69 m ²)		4 (21,1)
Grande (≥ 70 m ²)		13 (68,4)
<i>Dimensão das instalações poliesportivas com cobertura</i>		
Sem instalação poliesportiva coberta		14 (73,7)
Pequena a média (≤ 49 m ²)		2 (10,5)
Grande (≥ 50m ²)		3 (15,8)
<i>Número de instalações para educação física</i>		
Uma instalação		15 (78,9)
Duas instalações		4 (21,1)
<i>Equipamento para educação física</i>		
Sim		15 (78,9)
Não		4 (21,1)
Aulas de educação física		
<i>Duração da aula de EF</i>		
45 min		6 (31,6)
60 min		13 (68,4)

ticas para AF; 68,4% delas tinham um grande espaço para recreação (≥ 70m²) e 73,7% não tinham complexos poliesportivos cobertos. Das escolas, 78,9% tinham equipamentos para EF e 88,9% tinham apenas um espaço físico para EF. Finalmente, em 68,4% das escolas, as aulas de EF tinham duração de 60 minutos.

Os resultados para os modelos multiníveis são fornecidos na **tabela 3** (as análises detalhadas estão no arquivo suplementar). O modelo nulo (M0) mostrou que as variáveis escolares são importantes para explicar as diferenças na AFMV das crianças, uma vez que a correlação intraclasse foi de 18,2% [106,16/(106,16 + 478,12)]; ainda assim, 81,8% da variância total da AFMV foi explicada pelas diferentes características das crianças, incluídas ou não na análise. Além disso, a criança média atingiu 68,0 minodia⁻¹ de AFMV. O modelo 1 (M1) incluiu apenas as variáveis das crianças, com ajuste dos dados significativamente melhor do que o M0 [$\chi^2 = 162,84$, com 8 graus de liberdade (df), $p < 0,001$]. Nesse modelo, a menina média atingiu 43 minodia⁻¹ de AFMV; em média, os meninos são mais ativos (+ 30 minodia⁻¹) e as crianças com maior CMG obtiveram mais minutos de AFMV ($p < 0,05$). Houve um declínio significativo nos níveis de AFMV com a idade (~5 min.ano⁻¹) e aqueles pertencentes a famílias com ESE mais alto apresentaram níveis menores de AFMV do que crianças com ESE baixo ($p < 0,05$). Além disso, crianças com maior tempo de uso do acelerômetro tenderam a ser, em média, mais ativas (~2 min.dia⁻¹). Além disso, a interação idade por gênero não foi estatisticamente significativa ($p > 0,05$), o que significa que o declínio da AFMV com a idade foi semelhante para meninos e meninas. O modelo 2 (M2) acrescentou as variáveis escolares com ajuste dos dados significativamente melhor do que o M1 ($\chi^2 = 77,1$, com 12 df, $p < 0,001$). Nesse modelo, ajustado para todas as covariáveis incluídas, a menina média tem agora uma AFMV diária de 77 min. No entanto, as variáveis das crianças mostraram uma tendência semelhante à do M1, exceto que o tempo de uso do acelerômetro não é estatisticamente significativo ($p > 0,05$) nesse modelo. Das nove variáveis escolares, apenas a dimensão da área recreativa foi estatisticamente significativa ($p < 0,05$), sugeriu que crianças de escolas com áreas recreativas maiores tendem a apresentar menores níveis de AFMV.

Discussão

Mostramos que 18,2% da variância total da AFMV foi atribuída às escolas que as crianças frequentavam. Esses resultados corroboram um estudo anterior em crianças portuguesas, com dados de questionários, mostra que as escolas eram uma importante fonte da variabilidade da AF total (36,0%).¹⁶ Um estudo recente de Katzmarzyk et al.¹⁷ que usou dados de vários países (crianças entre nove e 11 anos) indicou uma disparidade substancial entre os países, as escolas canadenses explicaram apenas 5,7% da variabilidade da AFMV, enquanto as escolas quenianas explicaram 49,9% e as escolas portuguesas que participaram do estudo explicaram 6,7% da variância no tempo da AFMV. Em contraste com esses resultados, Kristensen et al.²² relataram uma correlação intraclasse próxima a zero em uma amostra dinamarquesa. Essas discrepâncias na variância explicada atribuíveis

Tabela 3 Estimativas de parâmetros para efeito fixo (covariáveis no nível das crianças e escolares) e aleatório (crianças e escolas), (\pm) erros-padrão e valores de p para cada um dos três modelos

Parâmetros	Modelo nulo (M_0)	p-valor	Modelo 1	p-valor	Modelo 2	p-valor
Coefficientes de regressão (efeitos fixos)						
<i>Nível-1 Nível da criança</i>						
Intercepto	68,00 \pm 2,90	< 0,001	42,98 \pm 9,35	< 0,001	76,66 \pm 25,14	0,002
Idade			-5,01 \pm 1,55	0,001	-5,00 \pm 1,57	0,001
Gênero (meninos)			29,99 \pm 11,40	0,009	29,59 \pm 11,52	0,010
Interação idade-por-gênero			-1,28 \pm 1,44	0,375	-1,24 \pm 1,45	0,394
IMC ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)			-0,37 \pm 0,41	0,364	-0,39 \pm 0,41	0,341
KTK (ponts)			0,11 \pm 0,04	0,011	0,11 \pm 0,04	0,007
ESE (Med) ^a			-2,86 \pm 3,25	0,379	-2,62 \pm 3,34	0,432
ESE (Alto)			-7,77 \pm 3,02	0,010	-7,89 \pm 3,12	0,012
Tempo de uso (h d^{-1})			1,50 \pm 0,63	0,018	1,26 \pm 0,60	0,050
<i>Nível-2 Escolar</i>						
Nº de estudantes					0,42 \pm 0,44	0,343
Nº de professores					-3,62 \pm 2,86	0,206
Ambiente escolar (misto)					-4,28 \pm 15,56	0,783
Existência de políticas ou/e práticas para AF (Políticas) ^b					9,89 \pm 18,56	0,594
Existência de políticas ou/e práticas para AF (Práticas)						
Dimensões da área recreativa (Médio) ^c					-30,64 \pm 14,77	0,038
Dimensões da área recreativa (Grande)					-31,33 \pm 12,47	0,012
Espaço poliesportivo coberto ($\leq 49 \text{ m}^2$) ^d					-4,29 \pm 9,74	0,660
Espaço poliesportivo coberto ($\geq 50 \text{ m}^2$)					9,27 \pm 21,28	0,663
Material para educação física (não)					5,64 \pm 5,75	0,327
Instalações para educação física (duas)					-7,27 \pm 16,49	0,659
Duração das aulas de educação física (60min)					-6,56 \pm 12,06	0,589
Componentes de variância (efeitos aleatórios)						
Escola	106,16 \pm 52,72		65,00 \pm 31,55		42,95 \pm 41,37	
Criança	478,12 \pm 39,83		336,73 \pm 28,51		337,70 \pm 28,70	
Deviance	2784,78		2621,94		2544,84	
Número de parâmetros estimados	3		11		23	

AF, atividade física.

^a A categoria baixa é a referência.

^b Políticas e práticas é a referência.

^c Dimensão menor é a referência.

^d Sem espaço poliesportivo coberto é a referência.

à escola podem refletir as disparidades na localização das escolas e características gerais, diferenças no ESE da vizinhança, especificidades do local dentro e entre os países, bem como a amostragem em nível escolar.

Um dos principais achados desse estudo foi que a principal fração da variância da AFMV (81,8%) foi explicada pelas

características individuais das crianças. Consistentemente com dados anteriores, meninos envolvidos em mais AFMV do que meninas e a idade foram negativamente associados com a AFMV.²³ No entanto, o declínio da AFMV com a idade foi semelhante em meninos e meninas, já que a interação idade por gênero não foi estatisticamente significativa, que é o contrário de outros achados.²⁴

O IMC não foi significativamente associado à AFMV nesta amostra. Embora o sobrepeso e a obesidade estejam geralmente associados aos níveis de AF em crianças,²⁵ estudos disponíveis mostram resultados inconsistentes. Por exemplo, Kettner et al.²⁶ relataram níveis maiores de AFMV em crianças alemãs com sobrepeso/obesidade do que naquelas com peso normal, enquanto Page et al.²⁷ indicaram que crianças obesas do Reino Unido eram significativamente menos ativas do que seus pares não obesos. Essas discrepâncias podem estar associadas a diferentes formas de avaliar a AFMV, bem como os pontos de corte usados para definir sobrepeso e obesidade. Evidências recentes mostram que a CMG adequada e/ou habilidades motoras maduras estão associadas a níveis mais altos de AF durante a infância. Nossos resultados confirmaram essa associação, uma vez que a CMG mais alta foi associada a níveis mais altos de AFMV. Também mostramos que as crianças de famílias com ESE mais alto eram menos ativas, o que corrobora os resultados de um estudo com crianças brasileiras.⁸

Ao considerar os correlatos em nível escolar, descobrimos que a dimensão da área recreativa foi o único preditor estatisticamente significativo, mas foi negativamente relacionado à AFMV das crianças. É possível que outros fatores relacionados à área recreativa sejam mais importantes em relação à AFMV, como as instalações para recreação contidas na área e a qualidade e segurança da área recreativa. Um estudo recente com uma grande amostra de vários países mostrou resultados semelhantes, isto é, crianças com acesso a áreas recreativas ou equipamentos esportivos tendiam a cumprir menos as recomendações de AFMV de 60 minutos diários.²⁸ Em contrapartida, um estudo anterior que usou uma abordagem multinível para identificar preditores a nível escolar de AF autorrelatada em crianças portuguesas¹⁶ mostrou associações com o tamanho da escola (positivamente), ambiente escolar (urbano menos do que rural), tipo de área recreativa (desvantagem para escolas sem instalações de recreação), frequência nas aulas de EF (positivamente), duração da aula de EF (negativamente) e qualificação de professores de EF (com qualificação menor do que sem qualificação). Além disso, três outros estudos que exploraram associações entre contextos escolares e AFMV das crianças não consideraram explicitamente a importância das características individuais das crianças.^{15,29} Em resumo, Nielsen et al.¹⁵ relatou que o número de instalações permanentes estava positivamente associado à AFMV, enquanto Lewis et al.²⁹ indicaram que a presença de um campo esportivo estava negativamente associada à AFMV. Em geral, os estudos existentes demonstraram que as características em nível escolar explicam uma proporção significativa da variância na AFMV das crianças; no entanto, as variáveis específicas e a direção da associação variam entre os estudos, o que pode estar relacionado às interações entre as variáveis escolares e das crianças.

Este estudo tem limitações. Primeiro, é possível que a auditoria escolar tenha negligenciado características escolares relevantes; no entanto, mapeamos as características mais importantes comumente identificadas em pesquisas anteriores.³⁰ Segundo, o uso da AFMV total diária, e não de suas frações diárias, como antes, durante e depois da escola, pode não ter apresentado sensibilidade suficiente para detectar os efeitos das escolas. É importante ter em

mente que não investigamos os padrões diários de AF e que a AFMV total diária é a variável mais usada neste tipo de pesquisa. Em terceiro lugar, deve-se ter cuidado ao tentar generalizar esses resultados para a população portuguesa dessa faixa etária. Este estudo também teve vários pontos fortes: primeiro, o uso de modelos multiníveis com informações tanto em nível das crianças quanto das escolas; em segundo lugar, foram amostradas crianças entre cinco e 11 anos, o que corresponde a uma importante janela temporal em seu crescimento e desenvolvimento; terceiro, a AFMV foi objetivamente monitorada com um protocolo baseado em dispositivo; e quarto, a coleta de dados foi baseada em métodos altamente padronizados e confiáveis.

Em conclusão, 18,2% das diferenças na AFMV das crianças foram relacionadas às escolas que frequentavam, deixou-se a maior parte da variância a ser explicada pelas características das crianças. Gênero, idade, CMG e ESE foram associados significativamente, mas de forma diferente, à AFMV das crianças. Dentro do contexto escolar, apenas a dimensão da área recreativa foi associada negativamente à AFMV das crianças. Em suma, as características das crianças foram mais importantes do que os contextos escolares para explicar a variabilidade da AFMV, embora uma proporção significativa da variância tenha sido explicada pelas escolas.

Financiamento

Câmara Municipal de Vouzela.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Apêndice A. Material adicional

Pode-se consultar o material adicional para este artigo na sua versão eletrônica disponível em [doi:10.1016/j.jped.2018.10.013](https://doi.org/10.1016/j.jped.2018.10.013).

Referências

1. Ekelund U, Luan J, Sherar LB, Esliger DW, Griew P, Cooper A. Association of moderate to vigorous physical activity and sedentary time with cardiometabolic risk factors in children and adolescents. *JAMA*. 2012;307:704–12.
2. Resaland GK, Aadland E, Moe VF, Aadland KN, Skrede T, Stavnsbo M, et al. Effects of physical activity on schoolchildren's academic performance: the Active Smarter Kids (ASK) cluster-randomized controlled trial. *Prev Med*. 2016;91:322–8.
3. Hillman CH, Biggan JR. A review of childhood physical activity, brain, and cognition: perspectives on the future. *Pediatr Exerc Sci*. 2017;29:170–6.
4. Dumith SC, Gigante DP, Domingues MR, Kohl HW 3rd. Physical activity change during adolescence: a systematic review and a pooled analysis. *Int J Epidemiol*. 2011;40:685–98.
5. Sterdt E, Liersch S, Walter U. Correlates of physical activity of children and adolescents: a systematic review of reviews. *Health Educ J*. 2013;73:72–89.

6. Schwarzfischer P, Weber M, Gruszfeld D, Socha P, Luque V, Escibano J, et al. BMI and recommended levels of physical activity in school children. *BMC Public Health*. 2017;17:595.
7. Drenowatz C, Eisenmann JC, Pfeiffer KA, Welk G, Heelan K, Gentile D, et al. Influence of socio-economic status on habitual physical activity and sedentary behavior in 8- to 11-year old children. *BMC Public Health*. 2010;10:214.
8. Matsudo VK, Ferrari GL, Araújo TL, Oliveira LC, Mire E, Barreira TV, et al. Socioeconomic status indicators, physical activity, and overweight/obesity in Brazilian children. *Rev Paul Pediatr*. 2016;34:162–70.
9. O'Donoghue G, Kennedy A, Puggina A, Aleksovskaja K, Buck C, Burns C, et al. Socio-economic determinants of physical activity across the life course: a "DEterminants of Diet and Physical ACTivity" (DEDIPAC) umbrella literature review. *PLOS ONE*. 2018;13:e0190737.
10. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Masse LC, Tilert T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;40:181–8.
11. Moller NC, Kristensen PL, Wedderkopp N, Andersen LB, Froberg K. Objectively measured habitual physical activity in 1997/1998 vs 2003/2004 in Danish children: the European Youth Heart Study. *Scand J Med Sci Sports*. 2009;19:19–29.
12. Katzmarzyk PT, Barreira TV, Broyles ST, Champagne CM, Chaput JP, Fogelholm M, et al. Physical activity, sedentary time, and obesity in an international sample of children. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47:2062–9.
13. Bronfenbrenner U. *The ecology of human development*. Harvard: Harvard University Press; 1979.
14. Sallis JF, Cervero RB, Ascher W, Henderson KA, Kraft MK, Kerr J. An ecological approach to creating active living communities. *Annu Rev Public Health*. 2006;27:297–322.
15. Nielsen G, Taylor R, Williams S, Mann J. Permanent play facilities in school playgrounds as a determinant of children's activity. *J Phys Act Health*. 2010;7:490–6.
16. Gomes TN, dos Santos FK, Zhu W, Eisenmann J, Maia JA. Multilevel analyses of school and children's characteristics associated with physical activity. *J Sch Health*. 2014;84:668–76.
17. Katzmarzyk PT, Broyles ST, Chaput JP, Fogelholm M, Hu G, Lambert EV, et al. Sources of variability in childhood obesity indicators and related behaviors. *Int J Obes (Lond)*. 2018;42:108–10.
18. Kiphard EJ, Schilling F. *Körperkoordinationstest für Kinder*. Weinheim: Beltz Test GmbH; 1974.
19. Evenson KR, Gill K, Catellier DJ, Ondrak KS, McMurray RG. Calibration of two objective measures of physical activity for children. *J Sports Sci*. 2008;26:1557–65.
20. Kenward MG, Roger JH. Small sample inference for fixed effects from restricted maximum likelihood. *Biometrics*. 1997;53:983–97.
21. West B, Welsch K, Galecki A. *Linear mixed models. A practical guide using statistical software*. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC; 2007.
22. Kristensen PL, Olesen LG, Ried-Larsen M, Grontved A, Wedderkopp N, Froberg K, et al. Between-school variation in physical activity, aerobic fitness, and organized sports participation: a multi-level analysis. *J Sports Sci*. 2013;31:188–95.
23. Sallis JF, Prochaska JJ, Taylor WC. A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:963–75.
24. Reilly JJ. When does it all go wrong? Longitudinal studies of changes in moderate-to-vigorous-intensity physical activity across childhood and adolescence. *J Exerc Sci Fit*. 2016;14:1–6.
25. Chung AE, Skinner AC, Steiner MJ, Perrin EM. Physical activity and BMI in a nationally representative sample of children and adolescents. *Clin Pediatr (Phila)*. 2012;51:122–9.
26. Kettner S, Kobel S, Fischbach N, Drenowatz C, Dreyhaupt J, Wirt T, et al. Objectively determined physical activity levels of primary school children in south-west Germany. *BMC Public Health*. 2013;13:895.
27. Page A, Cooper AR, Stamatakis E, Foster LJ, Crowne EC, Sabin M, et al. Physical activity patterns in nonobese and obese children assessed using minute-by-minute accelerometry. *Int J Obes (Lond)*. 2005;29:1070–6.
28. Gomes TN, Katzmarzyk PT, Hedeker D, Fogelholm M, Standage M, Onywera V, et al. Correlates of compliance with recommended levels of physical activity in children. *Sci Rep*. 2017;7:16507.
29. Lewis L, Maher C, Katzmarzyk P, Olds T. Individual and school-level socioeconomic gradients in physical activity in Australian schoolchildren. *J Sch Health*. 2016;86:105–12.
30. Katzmarzyk PT, Barreira TV, Broyles ST, Champagne CM, Chaput JP, Fogelholm M, et al. The International Study of Childhood Obesity, Lifestyle and the Environment (ISCOLE): design and methods. *BMC Public Health*. 2013;13:900.