

# Um esforço de interpretação empírica da variação nos níveis de aptidão física a partir da modelação hierárquica: um estudo em crianças dos seis aos 10 anos de idade da região de Amarante - Portugal

CDD. 20.ed. 796.03

José António Ribeiro MAIA\*  
Maria CARNEIRO\*  
Rui Garganta da SILVA\*  
Simonete PEREIRA\*  
André SEABRA\*  
Alcibíades BUSTAMANTE\*  
Rogério César FERMINO\*

\*Faculdade de Desporto, Universidade do Porto - Portugal.

## Resumo

O objetivo deste estudo foi identificar e interpretar o significado da influência de determinantes que expliquem a heterogeneidade da aptidão física relacionada à saúde (AptFS) com base na abordagem da modelação hierárquica. Foram amostradas 1779 crianças dos seis aos 10 anos de idade da região de Amarante no norte de Portugal. Os determinantes considerados foram as condições ambientais de implantação das escolas, aspectos sócio-geográficos, recursos materiais e humanos. A AptFS foi avaliada com a bateria Fitnessgram e a atividade física (ActF) foi estimada com base no questionário de GODIN & SHEPARD (1985). A análise dos dados foi feita com "software" HLM 6.02. Constatou-se a presença de uma hierarquia informacional atribuindo às escolas uma parte da explicação ( $0,05 \leq \rho \leq 0,31$ ). A maior variabilidade interindividual ocorreu na prova da milha sendo a idade, o sexo, os níveis de ActF e o índice de massa corporal (IMC) os maiores preditores. As condições ambientais do meio escolar e as estruturas humanas e escolares não foram incluídas nos modelos por ausência de significado estatístico. As conclusões remetem-nos: 1) para a necessidade do uso da modelação hierárquica no estudo da complexidade informacional da AptFS; 2) para a forte presença de variabilidade interindividual nos níveis de aptidão; 3) na forte influência da idade, sexo, ActF e IMC; 4) na ausência de efeitos do envolvimento, que reclamam um novo esforço de operacionalização e validação. É impossível que a variabilidade da AptFS recaia exclusivamente nas características das crianças.

UNITERMOS: Crianças; Aptidão física; Envolvimento; Modelação hierárquica.

## Introdução

O espaço da investigação em Ciências do Desporto nos países de língua oficial portuguesa tem vindo a registar um crescente volume de pesquisa realizada no contexto escolar, sobretudo quando de lida com matérias relativas à descrição e interpretação de grandes massas da aptidão física dos alunos. Contudo, na maioria dos casos não se tem levado

em devida conta a forte estrutura organizacional ou multinível da informação disponível. Daqui que seja nosso propósito contribuir para a atribuição de significado à variabilidade encontrada nos níveis de aptidão física relacionada com a saúde (AptFS) de crianças e jovens, dado que a sua não consideração coloca forte viés na interpretação dos

resultados, porque a maior parte da pesquisa centra a sua atenção exclusivamente no desempenho dos alunos. Tal como já referimos noutros textos (MAIA & LOPES, 2003; MAIA, LOPES, SILVA, SEABRA, FERREIRA & CARDOSO, 2003), a modelação hierárquica ou multinível (MHMN) é um modo de pensar de que implica a implementação de uma ferramenta de trabalho altamente flexível e computacionalmente elegante face à multiplicidade de soluções analíticas que propõe quando a informação disponível situa a sua estrutura em dois, ou mais, planos ou níveis que se interpenetram (i.e., que possuem interações). Esta abordagem é tanto mais importante quando se lida com dados estruturais com algum carácter epidemiológico relativo ao desempenho motor de crianças: a primeira estrutura ou nível primeiro situa-se no plano dos alunos (unidade mais baixa de observação, ou micro-nível), e a segunda estrutura ou nível, encontra-se no plano das escolas (unidade “experimental”, ou macro-nível). Expliquemo-nos melhor:

- Quando se interpreta o desempenho motor e atlético de crianças e jovens há uma forte tendência em colocar a tónica da análise exclusivamente ao nível mais baixo da hierarquia ou quadro organizacional da influência da escola - os alunos, isto é, a unidade “micro” de registo na grande estrutura hierárquica que é o sistema educativo escolar. Esta forma exclusiva de olhar a informação “esquece” que o desempenho dos alunos não é independente das condições reais do seu meio envolvente de que a escola, os seus equipamentos e material humano são parte integrante.
- Contudo, é urgente pensar que o comportamento das médias da performance motora ao longo da idade de meninos e meninas, bem como a presença de forte variação na AptFS e atividade física (ActF) são oriundos das condições concretas do envolvimento próximo de cada criança - condições sócio-geográficas da localização da escola, riqueza de recursos humanos - quantidade/qualidade de equipamentos disponíveis, bem como de características intrínsecas de cada turma.

Esta estrutura organizacional inequívoca poderia ser, eventualmente, mais fina se tivéssemos informação para tal riqueza de análise e interpretação. Por exemplo, sobre o conteúdo e estrutura das aulas, qualidade do ensino, formação média ou avançada dos professores, etc.

A estrutura conceitual e analítica do desempenho escolar tem sido abordada, ultimamente, a partir de um posicionamento multinível ou hierárquico face à circunstância dos alunos terem professores diferentes, pertencerem a escolas distintas, estarem integrados em classes com dimensões díspares, etc (GOLDSTEIN, RABASH, YANG & WOODHOUSE, 1993; MAIA & LOPES, 2003; MAIA et al., 2003; RAUDENBUSH & BHUMIRAT, 1992).

Apesar da inequívoca necessidade de uma visão “mais ecológica e integrada” para se entender a diversidade inter-individual e suas implicações no que respeita ao desempenho académico e motor das crianças do 1o. Ciclo do Ensino Básico (1o. CEB) (GARNER & RAUDENBUSH, 1991; GOLDSTEIN et al., 1993; MAIA et al., 2003; RAUDENBUSH & BRYK, 1986; ZHU, 1997), o fato é que tal emergência e relevo internacional não parece ter ainda despertado o interesse de educadores e investigadores do espaço da língua portuguesa. Uma exceção, e única conhecida, é a aplicação desta metodologia e estrutura de pensamento à população escolar do 1o. CEB do arquipélago dos Açores (MAIA et al., 2003). Três mil, setecentas e quarenta e quatro crianças dos quatro anos de escolaridade provenientes de 50 escolas de oito, das nove ilhas foram amostradas do universo escolar Açoriano (aproximadamente 20% do efetivo total). Esta pesquisa pretendia mapear, de modo detalhado, aspectos do crescimento somático, AptFS, ActF e capacidade de coordenação corporal. É mais do que evidente, deste complexo informacional, a presença inequívoca de uma estrutura organizacional ou hierárquica nos dados recolhidos - alunos pertencentes a classes, estas a escolas que estão situadas em diferentes contextos sócio-geográficos de ilhas distintas.

A informação acerca das crianças Amarantinas da pesquisa que mais adiante detalharemos, e que foi realizada no norte de Portugal possui, também, uma estrutura hierárquica claríssima - os alunos (diferentes entre si) estão em escolas situadas em distintos enquadramentos sócio-geográficas, económicos e de diversidade de equipamentos e condições de lecionação. É pois mais do que evidente pensar que uma parte da variabilidade dos resultados do desempenho motor das crianças tem que ser imputada às forças do ambiente que lhe são próprias - professores, equipamentos e condições sócio-geográficas de enquadramento das próprias escolas.

## Objetivo e hipóteses

Face ao quadro organizacional ou multinível da informação disponível nas crianças Amarantinas do 1o. CEB, é objetivo nuclear deste estudo quantificar e interpretar o significado da influência dos determinantes (ao nível dos alunos e das escolas) que justifiquem a presença de forte heterogeneidade na AptFS. Decorrem daqui as seguintes hipóteses: 1) é clara a presença de influências moderadas das características das diferentes escolas nos níveis de AptFS das crianças; 2) a idade, o sexo, os níveis de

ActF e o índice de massa corporal (IMC) explicam uma parte substancial da heterogeneidade dos resultados da AptFS das crianças; 3) ainda que a informação disponível acerca dos três macro domínios de influência escolar seja dispersa e, em alguns casos, sem variação de relevo (isto é, uma variância muito reduzida), é importante lançar a hipótese do meio envolvente e da qualidade dos equipamentos diferenciar o desempenho dos alunos das diferentes escolas.

## Material e métodos

### Aspectos sócio-geográficos da região de Amarante (norte de Portugal)

Dos agrupamentos de escolas, consoante a sua localização no mapa (FIGURA 1), constata-se que os de Travanca (16 escolas - 939 alunos) e Vila Caiz (quatro escolas - 379 alunos) se situam, exclusivamente na margem direita do Rio Tâmega (de acordo com o INE/Censos realizado na cidade do Porto em 2001, grande parte da população concentra-se nas freguesias pertencentes a esta margem do rio).

Quanto ao agrupamento de escolas do ensino básico (EB) 1, 2 e 3 de Amarante, temos a maior parte delas na margem direita (nove escolas - 448 alunos). O agrupamento de São Gonçalo conta apenas com três escolas (402 alunos) nesta margem do rio. Na margem esquerda temos 14 escolas do agrupamento de São Gonçalo (414 alunos), seis do agrupamento EB 1, 2 e 3 de Amarante (146 alunos) e 15 do agrupamento do Marão (315 alunos).

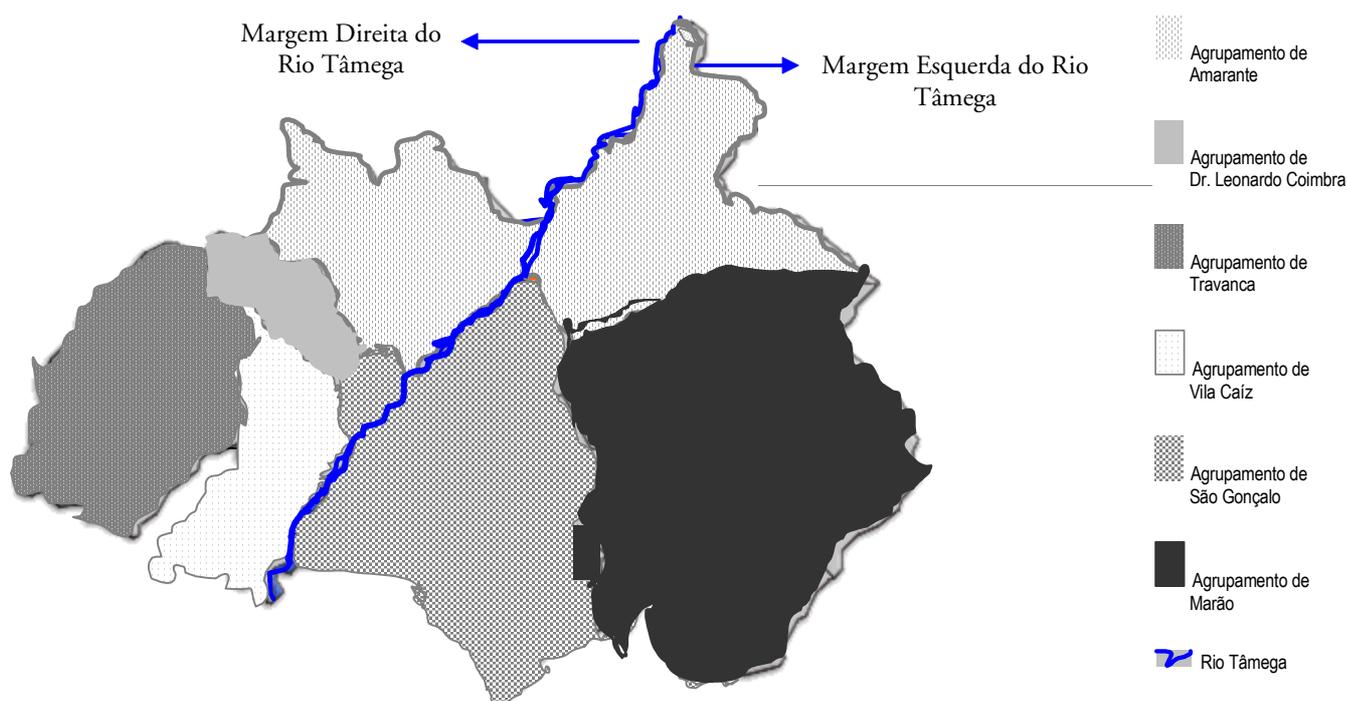


FIGURA 1 -Localização dos agrupamentos de escolas do concelho de Amarante.

Na tentativa de classificação das infra-estruturas escolares dos vários agrupamentos, procuramos caracterizar as escolas de acordo com o espaço de recreio que possuíam, o espaço resguardado para fazer face às intempéries do clima, e espaços próprios para as aulas de EF, entre outros (TABELA 1).

Quando nos debruçamos sobre aspectos do meio em que as escolas estão inseridas, encontramos um “caminho” empírico muito tênue. No entanto, tivemos dificuldade em lidar com a classificação do meio envolvente em apenas duas categorias conhecidas - urbana e rural - uma vez que, e tendo em consideração os números apresentados pelo INE/Censos 2001, dentro da classificação “rural”, estavam incluídas zonas muito distintas no que diz respeito ao número de habitantes por m<sup>2</sup>, às atividades profissionais desempenhadas e também pela média de idades da população residente. Ainda que corramos o risco de sermos “imprudentes”, categorizamos o meio envolvente em urbano (2), rural (1) e tipicamente rural (0).

### Recursos materiais

Em relação aos equipamentos (ver TABELA 1), não verificamos grandes diferenças nas 73 escolas

dos diferentes agrupamentos; apenas três possuem material didático para a leção da disciplina de EF e somente duas delas têm um ginásio.

No que diz respeito aos espaços exteriores, elaboramos uma divisão em três tipos:

- Categorias 0 (zero) para as escolas que não têm espaço exterior para recreio (há três escolas nestas condições - duas do agrupamento de Amarante e uma do agrupamento de São Gonçalo);
- Categoria 1, escolas com pequeno espaço à volta da escola, sem condições de prática de algum tipo de actividades físico-desportivas (ActFD) (14 escolas - uma do agrupamento Dr. Leonardo de Coimbra, seis no do Marão, duas no de São Gonçalo e cinco no de Travanca);
- Categoria 2, foram consideradas as escolas que possuíam um espaço que permitia a prática de algumas ActFD (52 escolas - duas do agrupamento Dr. Leonardo de Coimbra, duas no de Vila Caíz, 15 no de Amarante, nove no do Marão, 15 no de São Gonçalo e nove no de Travanca).
- E por último, na categoria 3, foram inventariadas as escolas que para além de terem um espaço para a prática de ActFD, também possuíam um ou dois campos de jogos com as dimensões e equipamento tipo futebol de cinco.

TABELA 1 - Infra-estruturas escolares e recursos humanos “mais relevantes” por agrupamento escolar.

Número de Escolas com:	Infra-estruturas	Categorias	AGRUPAMENTO						Total
			Dr. Leonardo Coimbra		Amarante	Marão	São Gonçalo	Travanca	
			Vila Caíz	Coimbra					
			Números de escolas						
	Recreio	0	0	0	2	0	1	0	3
		1	1	0	0	6	2	5	14
		2	2	2	15	9	15	9	52
		3	0	2	0	0	0	2	4
	Polidesportivo coberto	0	3	3	17	15	17	16	71
		1	0	1	0	0	1	0	2
	Vestiários	0	3	3	17	15	17	16	71
		1	0	1	0	0	1	0	2
	Material para EF	0	3	3	17	15	17	16	71
		1	0	1	0	0	1	0	2
	Aulas de EF	0	3	3	17	15	17	16	71
		1	0	1	0	0	1	0	2
	Aulas de natação	0	1	0	0	12	3	2	18
		1	2	4	17	3	15	14	55
		0	0	0	3	15	4	0	22
	Meio envolvente	1	3	4	14	0	9	12	42
		2	0	0	0	0	5	4	9
	<b>Total de alunos observados</b>		123	368	552	281	791	825	73

**Recreio:**  
0 = não tem;  
1 = espaço pequeno, mas não permite a prática de qualquer desporto;  
2 = espaço que permite a prática do desporto;  
3 = espaço que permite a prática do desporto mais um ou dois campos de futebol de cinco.  
**Meio envolvente:**  
0 = tipicamente rural;  
1 = rural; 2 = urbano.  
**Nos outros indicadores:**  
0 = não; 1 = sim.

## Recursos humanos

A Lei de Bases do Sistema Educativo de Portugal, estabelece no seu Art. 7º., alínea c) o desenvolvimento físico e motor entre os objetivos do EB, reconhecendo o papel insubstituível do professor do 1º. CEB ao estipular, no seu Art. 8º., 1, alínea a) (Lei de Bases do Sistema Educativo de Portugal, 1995, p.116), que “o ensino é globalizante, da responsabilidade de um professor único, que pode ser coadjuvado em áreas especializadas”. No caso específico do Concelho de Amarante, a lecionação da área de EEFM, assumida por um professor licenciado em EF, verifica-se em apenas quatro das 73 escolas (379 dos 2981 alunos) pertencentes a um dos agrupamentos verticais, que a enquadra nos termos do Art. 9º. do Decreto Lei no. 6/2001<sup>1</sup> - atividades de enriquecimento do currículo. Existe, no entanto, outro tipo de oferta de ActF - a natação (ver TABELA 1) - que funciona quinzenalmente, durante o horário escolar, e é supervisionada por dois professores de EF da Câmara Municipal de Amarante, sendo ainda, este organismo autárquico, responsável pelo transporte das crianças às piscinas municipais.

A autorização para a realização da pesquisa foi obtida de modo tripartido: pelo comité de ética do Centro Regional de Educação do Norte de Portugal, do responsável pela educação no 1º. Ciclo do Ensino Médio da Câmara Municipal de Amarante, e dos pais das próprias crianças.

## Aptidão física e atividade física

A avaliação da AptFS foi efetuada de acordo com o protocolo da bateria norte americana Fitnessgram (MEREDITH & WELK, 1999), cuja estrutura está mencionada na TABELA 2.

TABELA 2 - Estrutura da bateria de testes do Fitnessgram.

Testes	Componentes da Aptidão
Corrida/marcha de Milha	Capacidade Aeróbia
Curl-up's	Força Abdominal
Push-up	Força Superior do Tronco
Trunk Lift	Flexibilidade e Força dos Extensores do Tronco
IMC	Composição Corporal

Para avaliar a ActF das crianças foi utilizado o questionário de Godin, desenvolvido no Canadá por GODIN e SHEPHARD (1985) considerando exclusivamente um período de sete dias (isto é, uma semana). Foi administrado por entrevista direta. Este instrumento simples é composto por um número reduzido de questões que permitem estimar um “score” representativo da ActF total de tempos livres, de acordo com o seguinte procedimento: as frequências de atividade intensa, moderada e baixa são multiplicadas, respectivamente, por nove, cinco e três MET's, e adicionados de seguida de forma a obter um valor que expresse a ActF total da semana.

## Modelação hierárquica: ensaio interpretativo

Face à estrutura analítica complexa deste tipo de modelação, iremos adotar uma posição algo didática de apresentação e interpretação dos resultados para facilitar a leitura e entendimento do seu alcance. Contudo, é importante salientar que este esforço de modelação assenta numa estrutura estatística e computacional complexa que não é relevante ser apresentada aqui. As etapas da análise serão sequenciais, de complexidade crescente, referidas a três patamares segundo as sugestões de HOX (2002) e RAUDENBUSH e BRYK (2002) e RAUDENBUSH, BRYK, CHEONG e LONGDON (2004):

- Em primeiro lugar tentaremos responder à questão de saber se existe ou não uma estrutura hierárquica que explique uma parte substancial da variância dos resultados do desempenho motor expressos pelos valores da AptFS. Isto é, será que haverá um efeito claro das condições das escolas a explicar as diferenças de aptidão entre as crianças? A técnica que soluciona esta questão é designada de ANOVA de efeitos aleatórios (do inglês “random effects” ANOVA).
- Em segundo lugar lidaremos com o problema de saber, se ao nível dos alunos, as diferenças de idade, sexo, IMC e valores de ActF explicam a diversidade de resultados que se expressam na multiplicidade da sua AptFS. O patamar estatístico da MHMN adequado a este problema é designado de “random coefficients model”.
- Em terceiro lugar tentaremos identificar dos preditores disponíveis das escolas que se prestam para algum esforço de modelação (meio envolvente e equipamentos), a sua relevância na ajuda interpretativa da heterogeneidade de resultados na AptFS. A complexidade analítica da MHMN para lidar com esta tarefa é referida como “intercepts and slopes as outcomes”.

## Procedimentos estatísticos e qualidade da informação

Face a problemas relacionados com informação omissa ao nível dos alunos e das escolas inicialmente inventariadas (73 de um universo de 75), só estudaremos 53, cujo efetivo total é de 1179 alunos de ambos os sexos de idades compreendidas entre os seis e os 10 anos de idade (ver TABELA 3).

Pode parecer insensato o cálculo de médias com variáveis binárias. Contudo, há aspectos interessantes destes resultados. Assim, por exemplo, há um equilíbrio na distribuição do número de meninos e meninas (média = 0,52); já nas variáveis do 2o. nível, e tomando como exemplo, a presença ou ausência de vestiários, a média é de 0,04 o que traduz

uma frequência muito elevada de zeros (ausência) relativamente à presença de vestiários (que seria 1); uma situação semelhante é referida na presença ou ausência de ginásios nas escolas (média = 0,04); uma bem divergente das anteriores é a que reflete a prática da natação (média = 0,72).

A análise dos resultados foi efetuada com o programa estatístico HLM, versão 6.02 (RAUDENBUSH et al., 2004). A análise da MHMN foi antecedida do estudo da normalidade da distribuição das variáveis, bem como de estudos (piloto e “reliability in field”) para estimar aspectos da precisão da informação disponível a partir do coeficiente de correlação intraclasse. Os resultados da análise bivariada e multivariada traduzem a elevada qualidade da informação (SOUSA & MAIA, 2005).

TABELA 3 - Estatísticas descritivas dos dois planos hierárquicos da informação disponível.

Estatísticas descritivas - 1o. nível informacional					
Variável	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Idade	1779	7,69	1,30	6,00	10,00
Sexo	1779	0,52	0,50	0,00	1,00
Curl-up (reps)	1779	5,90	8,80	0,00	75,00
Push-up (reps)	1779	5,13	6,32	0,00	40,00
Milha (minutos)	1779	11,61	2,59	6,43	21,08
Trunk-lift (cm)	1779	21,84	5,54	5,50	46,50
ActF (Mets)	1779	77,79	27,57	11,00	161,00
IMC (kg.m <sup>2</sup> )	1779	16,81	2,54	10,36	39,05
Estatísticas descritivas - 2o. nível informacional					
Variável	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Meio	53	0,77	0,67	0,00	2,00
Vestiário	53	0,04	0,19	0,00	1,00
Recreio	53	1,79	0,63	0,00	3,00
Ginásio	53	0,04	0,19	0,00	1,00
Material Desportivo	53	0,02	0,14	0,00	1,00
Professor de EF	53	0,02	0,14	0,00	1,00
Natação	53	0,72	0,45	0,00	1,00
Aulas de EF	53	0,08	0,27	0,00	1,00

## Resultados e discussão

Chamamos uma vez mais a atenção dos leitores para o caráter didático deste texto face ao uso de um procedimento de análise não muito comum, ainda que fortemente atual e de ampla aplicação e utilização noutras áreas do conhecimento. Decorre daqui a necessidade de juntar a apresentação dos resultados com a sua interpretação/discussão.

### Resultados da Modelação Hierárquica ou Multinível

#### Patamar I: ANOVA de efeitos aleatórios

Coloquemos desde já a questão fundamental para termos uma noção clara do valor numérico

da estrutura hierárquica da informação, e que é expressa em termos de variância:

- Qual é a magnitude das diferenças entre escolas no

desempenho motor marcado pelas provas de ApffS?

A resposta está patente nos resultados da

TABELA 4 que interpretaremos em seguida.

TABELA 4 - Resultados do modelo da ANOVA de efeitos aleatórios para determinar a presença de estrutura hierárquica ou organizacional nos diferentes desempenhos da AptFS.

Corrida da milha	Efeito fixo	Coefficiente	Erro-padrão	p
Grande média		11,72	0,21	< 0,001
	Efeito aleatório	Componente de variância	$\chi^2$	P
Média das escolas		2,13	796,97	< 0,001
Efeito ao nível dos alunos		3,66		
Deviance <sup>2</sup> = 7948,94; rho <sup>3</sup> = 0,31				
Trunk lift	Efeito fixo	Coefficiente	Erro-padrão	p
Grande média		21,23	0,28	< 0,001
	Efeito aleatório	Componente de variância	$\chi^2$	P
Média das escolas		2,79	247,21	< 0,001
Efeito ao nível dos alunos		28,04		
Deviance = 11044,83; rho = 0,09				
Push up	Efeito fixo	Coefficiente	Erro-padrão	p
Grande média		5,03	0,31	< 0,001
	Efeito aleatório	Componente de variância	$\chi^2$	P
Média das escolas		3,44	204,72	< 0,001
Efeito ao nível dos alunos		36,75		
Deviance = 11523,94; rho = 0,09				
Carl up	Efeito fixo	Coefficiente	Erro-padrão	p
Grande média		5,48	0,35	< 0,001
	Efeito aleatório	Componente de variância	$\chi^2$	P
Média das escolas		3,46	137,56	< 0,001
Efeito ao nível dos alunos		74,02		
Deviance = 12747,73; rho = 0,05				

Explicamos o significado e alcance dos resultados:

- A grande média (média de todos os alunos de todas as escolas) na corrida/ marcha da milha é de 11,72 minutos. Com 95% de confiança (IC<sub>95%</sub>), a média do desempenho nesta prova que pretende marcar a aptidão cárdio-respiratória de todas as crianças do concelho de Amarante, situa-se entre 11,31 e 12,13 minutos [11,72±1,96 (0,21)]. Já na prova de “trunk lift” o valor médio situa-se nos 21,23 cm (IC<sub>95%</sub>=20,68; 21,78). No teste de “push up”, a grande média é de 5,03 repetições (IC<sub>95%</sub>=4,42; 5,63). Na prova de “curl up”, a grande média é de 5,48 repetições (IC<sub>95%</sub>=4,79; 6,17). Estes resultados são todos estatisticamente significativos.
- A variância inter-individual dos alunos de todas as classes e de ambos os sexos (efeito ao nível dos

alunos) é substancial em todas as provas: 4,75 na corrida/marcha da milha, 28,04 na prova de “trunk lift”, 36,75 no teste de “push up”, e 74,02 na prova de “curl up”.

Dado que a magnitude das variâncias é elevada, exige-se um “esforço” de modelação de forma a identificarmos as variáveis predictoras (ao nível dos alunos) que são responsáveis por tal heterogeneidade de desempenho motor.

De um modo equivalente, as variâncias que marcam diferenças de desempenho entre escolas são significativas (p < 0,001) nas quatro provas. Na corrida/marcha da milha é de 2,13, é de 2,79 a prova de “trunk lift”, no teste de “push up” é de 3,44, e na prova de “curl up” cifra-se em 3,46. Por exemplo, na corrida/marcha da milha, o intervalo de confiança a 95% para a média das

escolas é de 8,86 a 14,58 [11,72 ± 1,96(2,13)<sup>1/2</sup>], o que significa uma amplitude substancial dos níveis de aptidão cárdio-respiratória entre escolas. Há escolas com um desempenho “elevado”, e outras com um desempenho “mais baixo”. De um modo equivalente, poderíamos avançar com uma conclusão semelhante para as outras três provas, onde a variação no desempenho entre escolas é uma evidência.

Estes resultados vêm confirmar a presença de uma estrutura hierárquica nos resultados, dado que os valores dos coeficientes de correlação intraclasses (*r<sub>ho</sub>*) são os seguintes: 31% na corrida/marcha da milha, 9% no “trunk lift”, 9% no “push up”, e 5% na prova do “curl up”.

**Patamar II: Modelação de coeficientes aleatórios (do inglês “random coefficient model”)**

Coloquemos as questões fundamentais desta etapa da modelação do comportamento dos resultados:

- Será que a variação na idade, sexo, ActF e IMC é igual em todas as escolas no seu efeito explicativo na média dos vários testes de AptFS? E entre escolas, estas covariáveis têm um efeito idêntico? Se assim for, os declives do desempenho entre escolas será igual (ausência de “random slope”). Ou será que os quatro preditores da AptFS são mais importantes em umas escolas do que em outras (“random intercept and slope”)²?

O que agora será efetuado é, tão simplesmente, a modelação dos preditores do 1o. nível (unidades observacionais), isto é, no plano das diferenças inter-individuais das crianças ao longo da escolaridade. As diferenças entre as “deviances” dos modelos somente com “random intercepts” (não mostrados no texto) para as diferentes provas de AptFS e os que agora se apresentam (“random intercepts and slopes”) são todas estatisticamente significativas (p < 0,001).

Os resultados são mais extensos do que no patamar anterior e requerem explicações com algum detalhe (ver TABELA 5).

**TABELA 5 - Valores dos parâmetros mais importantes no modelo de “random intercept and slope” para as provas de milha, “trunk lift”, “push up” e “curl up”.**

Corrida da milha	Efeito fixo	Coefficiente	Erro-padrão	p
Grande média		12,32	0,28	< 0,001
Idade		-0,29	0,05	< 0,001
Sexo		-1,08	0,16	< 0,001
ActF		-0,02	0,005	< 0,001
IMC		0,25	0,03	< 0,001
	Efeito aleatório	Componente de variância	χ²	p
Média das escolas		2,59	567,22	< 0,001
Idade		0,06	96,64	< 0,001
Sexo		0,69	109,82	< 0,001
ActF		0,0007	207,90	< 0,001
IMC		0,01	79,23	0,003
Efeito ao nível dos alunos		2,82		
<b>Deviance = 7187,15</b>				
Trunk lift	Efeito fixo	Coefficiente	Erro-padrão	p
Grande média		21,45	0,30	< 0,001
Idade		0,93	0,14	< 0,001
Sexo		-0,49	0,26	< 0,001
ActF		0,01	0,006	< 0,001
IMC		0,23	0,05	< 0,001
	Efeito aleatório	Componente de variância	χ²	p
Média das escolas		2,76	142,73	< 0,001
Idade		0,40	103,71	< 0,001
Sexo		0,15	42,38	> 0,500
ActF		0,0002	52,16	0,280
IMC		0,002	46,64	> 0,500
Efeito ao nível dos alunos		23,99		
<b>Deviance = 10809,86</b>				

continua

TABELA 5 - Valores dos parâmetros mais importantes no modelo de “random intercept and slope” para as provas de milha, “trunk lift”, “push up” e “curl up”. (continuação).

Push up	Efeito fixo	Coefficiente	Erro-padrão	p
Grande média		3,73	0,33	< 0,001
Idade		0,63	0,11	< 0,001
Sexo		2,57	0,38	< 0,001
ActF		0,03	0,008	0,001
IMC		-0,57	0,07	< 0,001
	Efeito aleatório	Componente de variância	$\chi^2$	p
Média das escolas		2,96	89,68	< 0,001
Idade		0,02	43,14	> 0,500
Sexo		2,30	67,97	0,024
ActF		0,001	59,96	0,097
IMC		0,08	47,05	0,471
Efeito ao nível dos alunos		30,23		
Deviance = 11222,23				
Carl up	Efeito fixo	Coefficiente	Erro-padrão	p
Grande média		6,21	0,39	< 0,001
Idade		2,30	0,23	< 0,001
Sexo		-1,59	0,42	0,001
ActF		0,05	0,01	< 0,001
IMC		-0,36	0,09	< 0,001
	Efeito aleatório	Componente de variância	$\chi^2$	p
Média das escolas		3,34	68,12	0,023
Idade		1,26	73,21	0,009
Sexo		0,85	51,44	0,304
ActF		0,002	58,14	0,128
IMC		0,13	58,60	0,119
Efeito ao nível dos alunos		58,20		
Deviance = 12367,63				

Os preditores ou covariáveis usados para efetuar um esforço de modelação das diferenças inter-individuais no 1o. nível da estrutura hierárquica da informação nas quatro provas são quase todos estatisticamente significativos. Convém chamar a atenção para a circunstância de não se ter explicado toda a variação dos resultados ao nível dos alunos, dado haver ainda variância residual por interpretar: 2,82 na prova da milha, 23,99 no “trunk lift”, 30,23 no “push up” e 58,20 no teste do “curl up”. Isto significa que há outras variáveis no domínio dos alunos que explicam esta variância e que não foram consideradas nesta pesquisa. Está pois aberta a porta a novos desafios de investigação.

Se atentarmos na parte dos efeitos aleatórios (componentes de variância) fácil é constatar que há variabilidade significativa entre as escolas com base nos preditores utilizados. Isto pode querer dizer que características próprias das escolas favorecem ou desfavorecem os alunos (interagindo com as suas diferenças de idades, sexos, níveis de ActF e IMC) relativamente a outras escolas. O importante é tentar esclarecer tal tendência (que será apresentada no 3o. patamar de análise) com base em dois

preditores que selecionamos: condições e equipamentos das escolas.

Vejamos agora o significado da parte fixa do modelo:

- A grande média do desempenho<sup>3</sup> na prova da milha é 12,32 minutos, este valor corresponde à média das meninas, porque codificamos com 0 (zero) o sexo feminino e com 1 o sexo masculino, sendo que o tempo para a realizar diminui com a idade (em média -0,29 minutos por ano), é vantajosa para os meninos (-1,08), declina com valores mais elevados de ActF (-0,02), e penaliza os que têm maiores IMC (0,25).
- A grande média da performance das meninas no “trunk lift” foi de 21,44 cm, aumenta com a idade (0,93), penaliza os meninos (-0,49), está relacionada positivamente com os níveis de ActF (0,01), e com os valores de IMC (0,22).
- No “push up” a grande média das meninas é de 3,73 repetições, aumenta com a idade (0,63), é altamente favorável aos meninos (2,57), às crianças com maiores níveis de ActF (0,03), e penaliza todo(a)s os que possuem valores mais elevados de IMC (-0,57).

- No teste de “curl up”, o desempenho médio das meninas é de 6,21 repetições, aumenta com a idade (2,30), favorece as meninas (-1,59), é vantajoso para o(a)s que apresentam maior ActF (0,05), e penaliza o(a)s que apresentam maior IMC (-0,36).

### Patamar III: Efeito das condições do envolvimento escolar (“intercepts and slopes as outcomes”)

Esta etapa da análise é um pouco mais difícil de tratar porque não existe uma teoria formal do desempenho motor de crianças e jovens em contexto escolar, muito menos no que à sua AptFS diz respeito. Tal fato dificulta a tarefa de modelação, como muito bem salientam HECK e THOMAS (2000). Não parece ser viável considerar todos os preditores do 2o. nível a interagirem, de modo significativo, nas variáveis do 1o. nível (do inglês “cross-level interaction”). Contudo, tornou-se evidente e essencial algum ensaio, uma vez que a parte aleatória dos modelos anteriores, para cada uma das provas, salientou a presença de variância significativa.

Realizamos diferentes experiências de modelação com diversos preditores, dos quais salientamos a presença distinta do meio ambiente, da existência, ou não, de espaço de recreio, de professor de EF, as próprias aulas, a presença nas aulas de natação, bem como das outras covariáveis. Os valores obtidos não foram nada animadores, dado que os preditores ou sua interação não se mostraram estatisticamente significativos. Como interpretar, pois, tal quadro de resultados, isto é, ausência de efeitos relevantes, quando foi evidente a presença de variância significativa por explicar ao nível das escolas? Pensamos que as respostas, entre outras, podem situar-se nos seguintes planos:

- Em primeiro lugar na forma como operacionalizam os estes diferentes indicadores das forças do envolvimento, globalmente entendido, e que poderiam ter um impacto relevante entre escolas. Contudo, não conhecemos, à exceção da pesquisa dos Açores (MAIA et al., 2003), qualquer outra que tenha considerado estes problemas. E também nessa investigação os autores sentiram dificuldades acrescidas em operacionalizar aspectos do envolvimento das escolas.
- Em segundo lugar a falta de variabilidade em alguns dos indicadores. A maior parte da frequência de respostas nas variáveis do 2o. nível é para a ausência. Trata-se, na maioria dos casos, de um

quadro de constantes que nada abona em favor das crianças nem das expectativas colocadas pelos professores relativamente à multiplicidade e diversidade de equipamentos disponíveis para a prática generalizada de EEFM. Também na investigação dos Açores os resultados foram algo semelhantes nestas matérias.

- Uma outra possibilidade radica na ausência de informação acerca do conteúdo, organização e treino-aprendizagem nas aulas de EEFM. Estes dados, essenciais em qualquer plano de ação dos professores não nos foi facilitado. O mesmo aconteceu no trabalho dos Açores. No sentido ligeiramente diferente vão os resultados da pesquisa de ZHU (1997). Este autor analisou o efeito de um conjunto diversificado de fatores, concretamente 10 covariáveis centradas em características das escolas no que às aulas de EF dizem respeito - aspectos organizacionais, tempo dedicado a atividades vigorosas, administração de testes de AptFS, minutos dedicados a aulas de EF, etc, e que poderiam ajudar a interpretar as diferenças de desempenho verificadas entre escolas em termos da sua AptFS. Estiveram envolvidas 4360 crianças americanas dos seis aos nove anos de idade pertencentes a 54 escolas. Os resultados salientaram a importância exclusiva de dois preditores: a presença de um professor de EF, bem como a administração e interpretação de resultados de testes de avaliação da AptFS aos alunos nos diferentes anos de escolaridade. Tal não ocorreu no estudo com as crianças Amarantinas pelo simples fato de não haver qualquer avaliação da AptFS das crianças e sua interpretação, informando os mesmos do significado dos seus resultados, bem como o que se espera delas. Também é evidente pelos resultados da TABELA 1, que a média de professores de EF a ministrar aulas às crianças é praticamente inexistente, das 73 escolas originalmente amostradas, só duas têm aulas com um professor de EF.
- Um outro aspecto importante é saber se as aulas de EEFM estão estruturadas de modo a providenciar tempo nas tarefas que seja suficientemente dilatado para induzir efeito de treino nas diferentes expressões da AptFS das crianças. É que sem intensidade adequada dos estímulos de natureza corporal, não se produz qualquer alteração nessas aptidões. Neste sentido vão os resultados de LOPES (1997) ao salientar a ineficácia das aulas de EEFM tal como são estruturadas no programa oficial e são lecionadas por um professor que não tem qualquer competência e formação universitária no domínio da EF e desporto.

## Conclusões

As conclusões situam-se em dois planos: metodológico e substantivo. O primeiro reclama a necessidade de utilização da MHMN quando se lida com amostras de grandes dimensões e cujos alunos provêm de escolas com condições estruturais distintas. O segundo, dirige o seu olhar substantivo para o fato das variáveis de contexto utilizadas (enquadramento sócio-geográfico e qualidade/quantidade de equipamentos) não explicaram de todo as diferenças na AptFS das crianças das diferentes escolas. Tal deve-se, à circunstância de haver pouca, ou nenhuma variação neste domínio, como foi evidente dos resultados apresentados na TABELA 1. Contudo, não deve ser inferido daqui que não são importantes e altamente necessários. Bem pelo contrário, é imperiosa e urgente a sua presença em quantidade e qualidade.

Todo o ato educativo reclama-o. A fruição do espaço e do corpo na interação contínua com os outros exige tais equipamentos. O lúdico e o cultural das crianças edifica-se no jogo e no desporto, vetores fundamentais das aulas de EF e do processo integral da educação das crianças. E de um modo bem eloquente se reclama a presença de professores de EF.

Pensamos que estes resultados exigem urgência na revisão de aspectos das políticas educativas para este nível de ensino, no sentido de apetrechar as escolas com mais recursos humanos e materiais. Ou seja, fornecer às escolas do 1o. CEB mais material didático, espaços cobertos para as ActF, desportivas e de lazer, professores especializados nas diversas áreas curriculares de frequência obrigatória (nomeadamente na área de Expressões), de que a EF é disciplina de corpo inteiro.

## Abstract

Empirical interpretation of variation in physical fitness levels based on hierarchical modelling: a study in children from six to 10 years of age from the Amarante region - Portugal

The purpose of this study was to identify and interpret the meaning of several determinants in explaining heterogeneity in health-related physical fitness (AptFS), based on the approach of hierarchical modelling. Sample comprises 1.779 children of both sexes and aged 6 to 10 years from the county of Amarante, north of Portugal. Determinants considered were environmental conditions of schools, socio-geographical aspects, material and human resources. AptFS was assessed with the Fitnessgram test battery and physical activity (ActF) was estimated with the Godin & Shephard (1985) questionnaire. Data analysis was done with the HLM 6.02 software. We found the presence of a hierarchical data structure of students nested within schools which credits schools with a share of explained variance in AptFS results ( $0.05 \leq \rho \leq 0.31$ ). The greater variance occurred in the 1-mile run-walk, with age, sex, ActF and body mass index (BMI) as the most relevant predictors. Environmental conditions and other resources did not enter as significant covariates in any model. Main conclusions are: 1) the need of relying in hierarchical models to study informational complexity in AptFS; 2) the high interindividual variation in fitness levels; 3) the relevance of age, sex, ActF and BMI in explaining, at the children's level their different fitness; 4) the absence of environmental effects. This calls for a more careful approach (mostly in the area of validity) when operationalization of environmental conditions. It is impossible that all the variability in children's fitness relies on their characteristics.

UNITERMS: Children; Physical fitness; Environment; Hierarchical modelling.

## Notas

1. Art. 9o.: "As escolas no desenvolvimento do seu projecto educativo, devem proporcionar aos alunos actividades de enriquecimento do currículo, de carácter facultativo e de natureza eminentemente lúdica e cultural, incluindo, nomeadamente, nos domínios desportivo, artístico, científico e tecnológico, de ligação da escola com o meio, de solidariedade e voluntariado e da dimensão europeia na educação".

2. Neste outro modelo, bem mais complexo que o anterior, as diferenças não só se verificam ao nível das médias (isto é, dos “random intercepts”), mas também nos declives (“random slopes”) do desempenho de escola para escola.
3. Chamamos a atenção para a circunstância de haver alterações nos valores da grande média face à entrada, ou não, de preditores nas equações dado tratar-se de resultados condicionados pela presença de covariáveis no modelo.

## Referências

- GARNER, C.; RAUDENBUSH, S.W. Neighborhood effects on education attainment: a multilevel analysis of the influence of pupil ability, family, school, and neighbourhood. *Sociology of Education*, New York, v.64, p. 251-62, 1991.
- GODIN, G.; SHEPHARD, R.J. A simple method to assess exercise behaviour in the community. *Canadian Journal of Applied Sciences*, Champaign, v.10, n.3, p.141-6, 1985.
- GOLDSTEIN, H.; RABASH, J.; YANG, M.; WOODHOUSE, G. A multilevel analysis of school examination results. *Oxford Review of Education*, v.19, p.425-33, 1993.
- HECK, R.H.; THOMAS, S.L. *An introduction to multilevel modeling techniques*. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2000.
- HOX, J. *Multilevel analysis: techniques and applications*. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2002.
- LOPES, V.P. *Análise do efeito de dois programas distintos de educação física na expressão da aptidão física, coordenação motora e habilidades motoras em crianças do ensino primário*. 1997. Tese (Doutorado) - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto.
- MAIA, J.A.R.; LOPES, V.P. *Estudo do crescimento somático, aptidão física, actividade física e capacidade de coordenação corporal de crianças do primeiro ciclo do ensino básico da região Autónoma dos Açores*. Porto, Edição da DREF-RAA e Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, 2003.
- MAIA, J.A.R.; LOPES, V.P.; SILVA, R.G.; SEABRA A.; FERREIRA J.V.; CARDOSO, M.V. Modelação hierárquica ou multinível. Uma metodologia estatística e um instrumento útil de pensamento na investigação em Ciências do Desporto. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, Porto, v.3, n.1, p.92-107, 2003.
- MEREDITH, MD.; WELK, GJ. *Fitnessgram test administration manual*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics, 1999.
- RAUDENBUSH, S.W.; BHUMIRAT, C. The distribution of resources for primary education and its consequences for education achievement in Thailand. *International Journal of Educational Research*, v.17, n.2, p.143-64, 1992.
- RAUDENBUSH, S.W.; BRYK A. A hierarchical model for studying school effects. *Sociology of Education*, New York, v. 59, p.1-17, 1986.
- \_\_\_\_\_. *Hierarchical linear models: applications and data analysis methods*. 2nd ed. Thousand Oaks: Sage, 2002.
- RAUDENBUSH, S.W.; BRYK, A.; CHEONG, F.Y.; LONGDON, R. *HLM 6.0- Hierarchical linear and nonlinear modelling*. Chicago: Scientific Software International, 2004.
- SOUSA, M.A.; MAIA, J.A.R. *Crescimento somático, actividade física e aptidão física associada à saúde: um estudo populacional nas crianças do 1o. ciclo do ensino básico do concelho de Amarante*. Amarante: Edições da Câmara Municipal de Amarante/Faculdade de Desporto-Universidade do Porto, 2005.
- ZHU, W. A multilevel analysis of school factors associated with health-related fitness. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, Washington, v.68, n.2, p.125-35, 1997.

## Agradecimentos

Expressamos o nosso agradecimento aos dois revisores anónimos cujos contributos permitiram melhorar o texto e a sua interpretação.

ENDEREÇO  
José António Ribeiro Maia  
Laboratório de Cineantropometria  
Faculdade de Desporto  
Universidade do Porto  
R. Dr. Plácido Costa, 91  
4200-450 - Porto - PORTUGAL  
e-mail: jmaia@fade.up.pt

Recebido para publicação: 16/03/2006  
1a. Revisão: 02/06/2006  
2a. Revisão: 03/10/2006  
Aceito: 13/11/2006