

TÍTULO:

VARIABILIDADE NOS VALORES DE APTIDÃO FÍSICA ASSOCIADA À SAÚDE E DA COORDENAÇÃO MOTORA. UM ESTUDO DE MODELAÇÃO HIERÁRQUICA

AUTORES:

José António Ribeiro Maia
Vitor Pires Lopes
Rui Garganta da Silva
André Seabra
Francisco Pina de Morais

ENVIAR CORRESPONDÊNCIA PARA:

José António Ribeiro Maia
Lab. de Cineantropometria
FCDEF-UP
Rua Dr. Plácido Costa, 91
4200-450 Porto, Portugal
email:jmaia@fcdef.up.pt

1. Introdução

Este trabalho¹ pretende mostrar as potencialidades da modelação hierárquica a partir de informação obtida sobre a aptidão física associada à saúde (ApFS) e coordenação motora (CMotora) de crianças do 1º ciclo do ensino básico da região autónoma dos Açores (RAA).

Quando se lida com informação proveniente de pesquisas no domínio do Desenvolvimento Motor, concretamente na ApFS e CMotora, e cujas amostras rondam as centenas ou milhares de sujeitos, é corrente pensar não só em termos de descrição exaustiva das variáveis, mas também da sua comparação ou diferenciação em função da idade, sexo ou outros critérios. Raras vezes se pensa em termos de interpretação ou atribuição de significado à variância presente nos resultados do desempenho motor das crianças.

É nossa intenção reforçar a ideia, bem disseminada em pesquisas nas Ciências da Educação ou nas Ciências Sociais (ver por exemplo as excelentes monografias de Hox, 2002; Kreft e de Leeuw, 1998), que a maior parte da informação recolhida na investigação empírica possui um padrão hierárquico ou contextual inequívoco de que os exemplos seguintes são uma mostra bem reduzida: os alunos estão agrupados em classes, as classes em diferentes escolas, as escolas em áreas geográficas distintas; trabalhadores estão hierarquicamente dependentes de sectores, sectores em áreas distintas das empresas, e estas em diferentes localidades. Se considerarmos com alguma atenção e cuidado qualquer estrutura de dados recolhidos no seio de uma qualquer pesquisa, facilmente “veremos” padrões hierárquicos ou de multiníveis (Kreft e de Leeuw, 1998), que Heck e Thomas (2000) designam, genericamente, de estrutura organizacional.

Esta noção fundamental de estrutura e hierarquia informacional ou organizacional exige que se atente com o cuidado devido a uma pergunta que pode ser formulada do seguinte modo: afinal qual é a unidade de análise de uma qualquer pesquisa, se se pretende extrair toda a informação contida nos dados sempre que estes evidenciam uma estrutura hierárquica? A resposta mais rápida, ainda que não seja a mais completa e extensivamente adequada é, pois, a que se situa ao nível dos sujeitos. Contudo, é da maior importância salientar a circunstância de estarmos, na maior parte das vezes, em presença de informação com uma estrutura hierárquica bem delineada – por exemplo, alunos agrupados em classes, e estas em escolas, para além destas estarem em zonas geográficas bem definidas. Apesar desta complexidade organizacional, somente consideraremos neste trabalho uma estrutura simples que mais adiante se compreenderá – alunos agrupados em escolas. Se não respeitarmos a estrutura organizacional da informação ao nosso dispor não será possível a exploração de aspectos contidos nos dados por forma a lançarmos alguma luz sobre problemas até aqui inexplorados. Salientamos a necessidade de referirmos que aqui não se trata de saber quem é diferente de quem em termos médios, mas sim interpretarmos as diferenças e o alcance da variação e covariação presente nos dados das crianças agrupadas que estão em diferentes escolas.

A história da investigação multidisciplinar nas Ciências do Desporto, sobretudo nos estudos de Educação Física escolar, tem sido fecunda em ilustrar, um sem número de

¹ Este texto é uma versão muito reduzida de um relatório apresentado à Direcção Regional de Educação Física e Desporto da Região Autónoma dos Açores e cujo título é o seguinte: crescimento somático, aptidão física associada à saúde, actividade física e coordenação motora de crianças do 1º ciclo do ensino básico da RAA.

vezes, a confusão estabelecida entre unidade observacional e unidade experimental, ou entre micro e macro aspectos da informação disponível. A esta evidência associa-se, inapelavelmente, o uso inadequado de métodos de análise de dados que tiram a estrutura hierárquica saliente na investigação. A história deste desencontro foi ilustrada, pela primeira vez, por Lindquist em 1940 no contexto das Ciências da Educação, e somente em 1997 por Weimo Zhu na prestigiada revista *Research Quarterly for Exercise and Sport* no vasto domínio polifacetado das Ciências do Desporto (um resumo suficientemente esclarecedor desta história é encontrado em Kreft e de Leeuw, 1998).

Apesar das diferentes propostas para solucionar de modo adequado o problema interpretativo de dados com estrutura ou padrão em diferentes níveis, é somente nos anos 80 que pesquisadores ingleses (p. ex. Harvey Goldstein) e americanos (p. ex. Stephen Raudenbush) solucionaram, de modo adequado, os enormes problemas levantados à análise deste tipo de informação, propondo *software* de fácil manuseamento (*HLM* ou *MLwiN*), e com enormes possibilidades de modelação. Estava, pois, aberta a porta, não só à colocação de maiores interrogações aos dados disponíveis, como também à possibilidade da sua resposta, assumindo um delineamento cuidadoso da pesquisa, e um conhecimento adequado da metodologia. No domínio concreto das Ciências do Desporto e/ou da Educação Física, o uso deste tipo de pensamento e “ferramentas” de análise tem sido, inexplicavelmente, muito pobre, não obstante o carácter mais do que claro da presença de padrões hierárquicos nos dados referentes aos diferentes estudos. Salientaremos, somente, dois tipos de trabalhos que utilizaram a modelação hierárquica²:

- A divulgação deste tipo de metodologia por parte de um pesquisador americano de origem chinesa, Weimo Zhu (1997), ao salientar a sua importância na interpretação de informação relativa à avaliação da ApFS obtida com a bateria *Fitnessgram*, concretamente da prova da milha.
- O uso de procedimentos multinível para remover, adequadamente, o efeito das alterações nas dimensões corporais em pesquisas longitudinais acerca das mudanças verificadas no consumo máximo de oxigénio em crianças (Welsman e Armstrong, 2000), e na interpretação mais adequada da *performance* desportivo-motora de jovens e adultos cujas diferenças dimensionais eram evidentes (Nevill e Holder, 2000).

Uma vez que se trata da primeira vez que em Portugal uma análise desta natureza é levada a cabo para interpretar aspectos salientes da variância encontrada nos níveis de AcFS e CMotora de crianças, somos obrigados a um esforço didáctico que implica o recurso a algum formalismo estatístico que será mantido ao mínimo necessário para se entender os resultados que agora trataremos. Sendo pioneira em Portugal, também o é, em certo sentido no estrangeiro, onde há falta de resultados sobre as matérias em apreço neste estudo. Se considerarmos a extensão e importância da amostra, então a sua relevância é indiscutível.

2. O problema

Antes de avançarmos com os problemas (i.e., as questões) a tratar, gostaríamos de salientar, uma vez mais, as insuficiências que surgem, necessariamente, quando se

² A consulta à base internacional de dados sobre Ciências do Desporto, SPORTDISCUS, foi muito infrutífera. Somente conseguimos localizar os trabalhos que estão referidos neste texto.

efectua uma qualquer análise exclusivamente no seu nível mais baixo (i.e. ao nível dos alunos) ignorando, inadvertidamente, o padrão hierárquico que a informação contém³.

Zhu (1997), Raudenbush e Bryk (2002) e Curran (2002) inventariam as insuficiências seguintes:

- Heterogeniedade das rectas de regressão

Espera-se que haja uma tendência linear negativa quando se estuda a relação entre o desempenho motor na prova da milha e a idade cronológica (i.e. quanto maior for a idade dos alunos, tanto menor será o tempo necessário para cobrir a distância da prova). Tal facto é bem conhecido e documentado. Está associado ao aumento da potência cárdio-respiratória das crianças em função do incremento da sua idade cronológica (sobre esta matéria ver Rowland, 1996). Contudo, é também de esperar, que o desempenho médio seja diferente entre escolas (cada escola terá a sua recta de regressão, distintas que são umas das outras), dado que em cada escola actua, de modo distinto, um conjunto variado de factores que contribuem, também, para explicar as diferenças encontradas. Ignorar esta fonte de variabilidade não parece ser o mais adequado em qualquer tipo de análise.

- Ausência de independência das observações

Face à circunstância de grupos de alunos pertencerem a escolas diferentes, cada uma com as suas particularidades bem próprias, é de esperar que os alunos no seio de cada escola sejam relativamente homogéneos entre si (i.e. as observações ou registos da ApFS, por exemplo, não são independentes, verificando-se alguma correlação entre sujeitos da mesma escola). Por exemplo, os alunos da escola A, de nível sócio-económico médio-elevado, que têm aulas de Educação Física duas vezes por semana com um professor especialista, com material didáctico suficiente e infra-estruturas adequadas torna-os relativamente mais homogéneos nos seus níveis de ApFS ou CMotora, mas suficientemente distintos de outros que não têm aulas de Educação Física, ou outros ainda que só têm uma aula de Educação Física por semana, não possuem infra-estruturas gímnico-desportivas, e não têm um professor especialista para conduzir as aulas.

Torna-se imperioso, pois, que qualquer procedimento de análise considere, em simultâneo as diferenças interindividuais dos alunos (nível 1) e as características diversificadas das escolas (nível 2).

- Agregação

O problema da agregação ocorre quando, em estudos de natureza diferencial, os dados são agrupados ao nível das escolas (ignorando a variação interindividual dos alunos), ou somente ao nível das diferenças entre sujeitos como ocorre em estudos de regressão) ignorando os efeitos da variação encontrada ao nível das próprias escolas.

Ainda que corramos o risco de repetição, nunca será de mais salientar a urgência do recurso a modelos com estrutura hierárquica ou multinível, que considere, numa única estrutura de análise, a informação contida nos dois níveis da hierarquia – alunos e escolas. Basta lembrar, uma vez mais, a estrutura da informação disponível nesta

³ É evidente que um pensamento semelhante ocorre quando a análise é efectuada ao nível mais elevado da hierarquia, esquecendo, completamente o nível mais baixo, agregando a informação.

pesquisa para se perceber a sua estrutura hierárquica ou organizacional ou multinível (ver Figura 1).

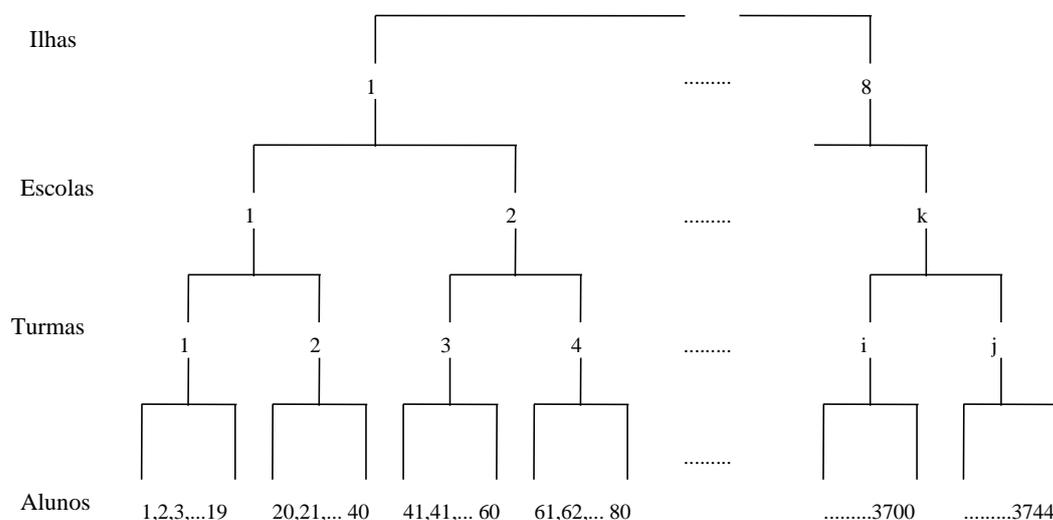


Figura 1: Organização hierárquica dos dados do presente estudo

As questões a serem respondidas neste domínio são, entre outras, as seguintes:

1. Haverá, ou não, uma dimensão hierárquica na estrutura da variação do desempenho motor da ApFS e da CMotora das crianças?
2. Na presença de uma estrutura hierárquica, qual será a importância da idade cronológica, do índice de massa corporal, do género sexual e dos níveis de actividade física na explicação da variância do desempenho motor das crianças? Estamos, pois, no domínio da identificação dos preditores do desempenho motor no 1º nível da hierarquia.
3. Qual a importância da qualidade das instalações de natureza desportiva na explicação da variância do desempenho motor ao nível das diferentes escolas? Agora, a lente é deslocada para a interpretação do 2º nível da hierarquia. Convém não esquecer que a modelação considera, aqui, a estrutura, em simultâneo, dos dois níveis de análise.

Os dados serão analisados com os programas *HLM 5 (Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling)* de Raudenbush *et al.* (2001), sendo seguido o protocolo previsto por estes autores, bem como as sugestões apresentadas por Hox (2002), Heck e Thomas (2000) e Kreft e de Leeuw (1998). Salientamos, uma vez mais, a necessidade de apresentar um conjunto introdutório de aspectos relativos à modelação hierárquica ou multinível para apreciarmos a elegância da sua formulação e alcance analítico.

Aspectos básicos da modelação hierárquica ou multinível

Estudos de natureza contextual, hierárquica ou multinível implicam, necessariamente, a especificação de duas equações, uma para cada um dos níveis em estudo, alunos e escolas, por exemplo.

A equação ao nível dos alunos modela as relações entre diferentes características (i.e. preditores das diferenças interindividuais, ou variáveis consideradas relevantes e que

irão ajudar a interpretar as diferenças encontradas nos desempenhos dos alunos) que se situam ao nível 1,

Desempenho motor $_{ij} = \text{Valor na ordenada}_{0j} + \Sigma \square \text{Declive}_{qj}$ (preditores dos alunos) $_{qij} + \text{Erro}_{ij}$,

em que i =aluno, j =escola a que pertence, q =variável preditora e Erro_{ij} =erro aleatório ao nível dos alunos.

Dado que o valor na ordenada e o declive (i.e. os coeficientes de regressão) variam entre escolas, sendo portanto variáveis aleatórias com uma dada distribuição, a variação na sua distribuição pode ser, também, função de um conjunto distinto de preditores ao nível da escola, ou nível 2, tal que

Coefficientes de regressão $_{qj} = \text{Valor na ordenada}_{q0} + \Sigma \text{Declive}$ (preditores ao nível da escola) $_{sj} + \text{Erro}_{qj}$,

em que s =preditores ao nível da escola, j =escola e Erro_{qj} =erro aleatório ao nível da escola.

As etapas da análise multinível são pensadas de acordo com uma estratégia de complexidade crescente sugerida por Raudenbush e Bryk (2002):

- **Em primeiro lugar** realiza-se uma análise de variância com efeitos aleatórios (do inglês *random effects anova*) de modo a providenciar informação acerca de quanta variação observada no desempenho motor na ApFS e CMotora existe no seio de cada escola (i.e. ao nível dos alunos – nível 1) e entre escolas (i.e. ao nível 2).

Ao nível dos alunos (i) de uma dada escola (j), o desempenho motor numa dada prova (Y_{ij}) é função da média da sua escola (β_{0j}) mais um dado erro aleatório (r_{ij}), tal que,

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij},$$

Ao nível das escolas (j), a média de cada escola (β_{0j}) é função da grande média (γ_{00}) mais um erro aleatório (u_{0j}), tal que,

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}.$$

Juntando estas duas equações, temos pois que $Y_{ij} = [\gamma_{00}] + [u_{0j} + r_{ij}]$, em que $[\gamma_{00}]$ é a média do desempenho motor de todos os alunos de todas as escolas numa dada prova, e $[u_{0j} + r_{ij}]$ uma componente aleatória. A variância de Y_{ij} é igual à variância entre escolas (τ_{00}) mais a variância entre sujeitos (σ^2) e possuem uma grande importância conforme veremos mais adiante na apresentação e discussão dos resultados.

As questões que aqui podem ser colocadas são as seguintes: (1) haverá ou não variação suficiente entre alunos no seu desempenho que exige interpretação adequada, desde que sejam identificados os seus preditores? (2) quanta da variação observada no desempenho motor é devida à circunstância das crianças pertencerem a escolas diferentes? (a resposta a esta questão, considerada fundamental na modelação hierárquica, é dada pela magnitude do coeficiente de

correlação intraclasse); (3) existirá, ou não, variação suficiente ao nível do desempenho médio das escolas que reclama uma explicação circunstanciada?

- **Em segundo lugar** especifica-se um modelo de coeficientes aleatórios (do inglês *random coefficient model*) para examinar as equações de regressão no seio de cada escola e entre escolas. Aquilo que se deseja ver respondido é o seguinte:

- Quais são os valores médios dos coeficientes de regressão das escolas, incluindo valores na ordenada e declives? Trata-se, tão somente, de apresentar o perfil normativo médio de desempenho motor em função da idade.

- Qual é a magnitude da variação dos coeficientes de regressão entre escolas? Espera-se, nesta situação, identificar aspectos relativos às diferenças no desempenho motor entre escolas – diferenças nos valores de partida, bem como nos incrementos médios do desempenho em função da idade. A Figura 2 ilustra estes pontos.

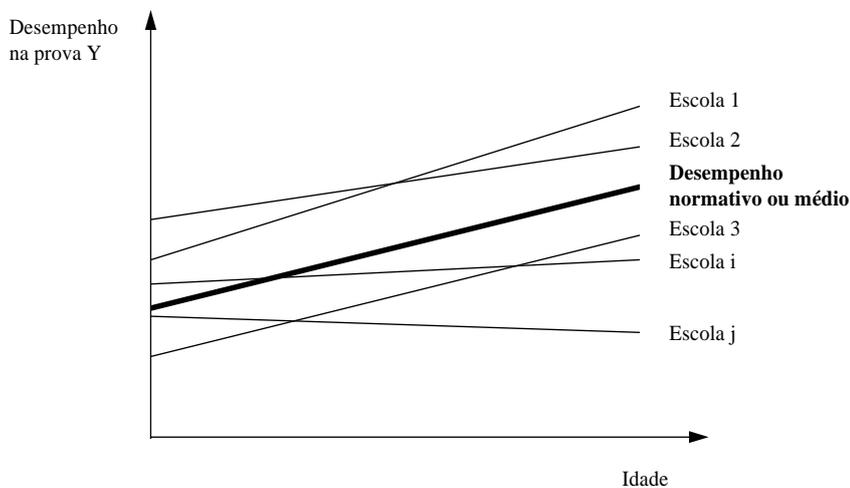


Figura 2: Perfis normativo e individual de cada escola para o desempenho numa dada prova em função da idade.

- Quanta variação presente no desempenho motor é explicada, por exemplo, pelas diferenças de idade e género sexual dos alunos? A Figura 3 pretende ilustrar esta situação.

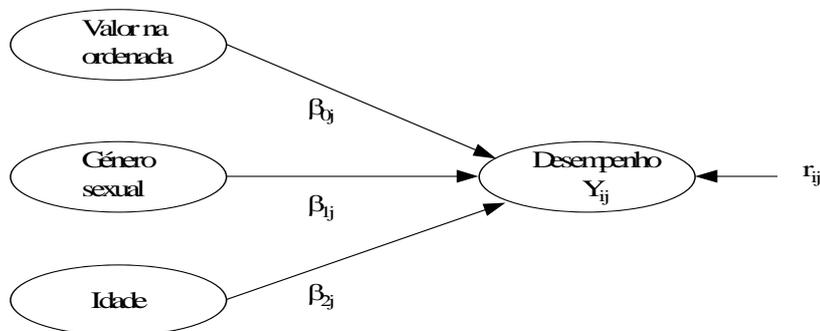


Figura 3: Representação esquemática da regressão ao nível 1, tendo como preditores a idade dos alunos e o seu género sexual.

Da Figura emerge a seguinte equação,

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}(\text{idade}_{ij} - \text{idade média}_{.j}) + \beta_{2j}(\text{género sexual}) + r_{ij},$$

Que ao nível hierárquico superior conduz a três novas equações,

$$\beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j},$$

$$\beta_{1j} = \gamma_{10} + u_{1j},$$

$$\beta_{2j} = \gamma_{20} + u_{2j},$$

em que γ_{00} é a média das médias das escolas, γ_{10} e γ_{20} são a média dos declives da idade e género sexual entre escolas.

- **Em terceiro lugar**, assumindo que os coeficientes de regressão são diferentes entre escolas, e que uma “reduzida” quantidade de variância pode ser explicada ao nível dos alunos, deve ser utilizado um modelo mais complexo para determinar o porquê de determinadas escolas possuírem médias mais elevadas no desempenho motor, bem como associações mais fortes entre idade, género sexual e desempenho motor numa dada prova.

3. Material e métodos

Com base num documento da Direcção Regional da Educação da RAA referente à distribuição pelas 9 ilhas do universo escolar dos alunos do 1º ciclo do ensino básico, foi decidido amostrar, de modo estratificado (por ilhas) e proporcional (face ao efectivo de alunos em cada ilha) um conjunto alargado de alunos dos 4 anos de escolaridade que correspondessem, sensivelmente, a 25% do universo escolar. Salientamos que uma amostra desta dimensão permite obter, em cada valor discreto de idade, estimativas altamente precisas. É nossa convicção que dispomos de uma amostra que reflecte, com elevado rigor, as características heterogéneas da população escolar do 1º ciclo do ensino básico.

O plano amostral inicial está indicado no Quadro 1.

Quadro 1: Plano amostral da população escolar do 1º ciclo do ensino básico (projectão inicial)

| Ilha | População Escolar | Percentagem do total | Dimensão da amostra (sugestão) | Fraccionamento da amostra (por ano e sexo) |
|-------------|-------------------|----------------------|--------------------------------|--|
| Santa Maria | 401 | 2.6 | 104 | 26;13 |
| São Miguel | 9559 | 61.0 | 2440 | 610; 305 |
| Terceira | 3230 | 20.5 | 824 | 206; 103 |
| Graciosa | 258 | 1.6 | 64 | 16; 8 |
| São Jorge | 535 | 3.4 | 136 | 34; 17 |
| Pico | 767 | 4.9 | 200 | 50; 25 |
| Faial | 698 | 4.5 | 184 | 46; 23 |
| Flores | 215 | 1.4 | 64 | 16; 8 |
| Corvo | 20 | 0.1 | Todos | Todos |
| Total | 15.683 | 100 | 4.036 | |

Motivos imprevistos e fortemente condicionadores da deslocação da equipa de avaliação não permitiram que se efectuasse a avaliação na ilha do Corvo.

É importante salientar que circunstâncias várias limitaram, ainda que de modo irrelevante, a projectão inicial. Daqui que a amostra final que está no Quadro 2 seja ligeiramente inferior. Conforme é conhecido em pesquisas de grandes dimensões amostrais, nem sempre é possível obter informação completa de todos os alunos

(circunstância corrente em estudos com esta dimensão em que são amostrados milhares de sujeitos).

Quadro 2: Dimensão amostral estratificada por idade e sexo obtida nas 8 ilhas

| Idade | Masculino | Feminino | Total |
|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 6 | 269 | 286 | 555 |
| 7 | 431 | 453 | 884 |
| 8 | 428 | 464 | 892 |
| 9 | 460 | 429 | 889 |
| 10 | 241 | 281 | 522 |
| 11 | 38 | 45 | 83 |
| 12 | 7 | 10 | 17 |
| 13 | 1 | 1 | 2 |
| Total | 1875 | 1969 | 3844 |

Conforme é evidente do Quadro acima, o número de elementos de 11, 12 e 13 anos é reduzido para ser considerado neste trabalho, e por tal motivo serão expurgados de todas as análises. A amostra total contém, pois 3744 elementos, ou seja, sensivelmente 93% da amostra projectada inicialmente.

A distribuição dos 3744 elementos pelas 8 ilhas está no Quadro seguinte.

Quadro 3: Dimensão final da amostra estratificada por ilhas

| Ilha | Frequência absoluta | Frequência relativa | Frequência acumulada |
|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Faial | 132 | 3.5% | 3.5% |
| Flores | 62 | 1.7% | 5.2% |
| Graciosa | 61 | 1.6% | 6.8% |
| Pico | 165 | 4.4% | 11.2% |
| Santa Maria | 118 | 3.2% | 14.4% |
| São Jorge | 138 | 3.7% | 18.1% |
| São Miguel | 2357 | 65.0% | 81.1% |
| Terceira | 709 | 18.9% | 100% |
| Total | 3744 | | |

Testes e procedimentos de avaliação

Coordenação motora

A CMotora foi avaliada a partir da bateria de testes de Coordenação Corporal para Crianças (*Körperkoordination Test für Kinder - KTK*). Esta bateria é constituída por 4 *itens* que, no global, pretendem avaliar a coordenação motora grosseira: equilíbrio em marcha à retaguarda, saltos monopodais, saltos laterais e transposição lateral. Detalhes de todo o protocolo de avaliação podem ser consultados em Gomes, 1996; Lopes, 1997; Mota, 1991).

Actividade física

A avaliação da ActF foi realizada com base no questionário de Godin e Shephard que pretende marcar aspectos da actividade física diária das crianças. O valor obtido das respostas das crianças é utilizado numa equação bem simples para estimar, numa unidade arbitrária, a actividade física realizada numa semana (ActFSemana) tal que,

ActFSemana = (9*actividade física intensa)+(6*actividade física moderada)+(3*actividade física ligeira).

O modo de obtenção das respostas foi por entrevista directa a cada criança, e o formulário está detalhadamente descrito em Maia, Lopes e Morais (2001).

Aptidão física associada à saúde

A avaliação da ApFS foi efectuada de acordo com o protocolo da bateria de testes Fitnessgram que procura mapear os níveis de aptidão física em função de uma pergunta chave: *how fit is fit enough?* (quanta aptidão é necessária?).

Os testes considerados foram os da corrida/marcha da milha, *curl-ups*, *push-ups* e *trunk lift*, e estão referenciados de modo bem detalhado em Maia, Lopes e Morais (2001), bem como Pereira (2000).

Controlo da qualidade dos dados

O controlo dos dados passou por um conjunto variado de crivos por forma a garantir a maior qualidade possível da informação obtida:

- Em primeiro lugar foram apresentados aos membros das diferentes equipas, e da forma mais detalhada possível, o conteúdo e alcance do projecto a realizar na RAA, bem como os detalhes da estrutura da avaliação da ApFS, CMotora e ActF. Os membros das equipas testaram, em si próprios, toda a estrutura da avaliação. Os problemas e questões inventariados nesta etapa foram solucionados pelos responsáveis do trabalho.

- Em segundo lugar foi realizado um estudo piloto pelas quatro equipas de avaliação em quatro ilhas, garantindo que a amostra a ser testada (aproximadamente 40 sujeitos em cada ilha) fosse dos dois sexos e tivesse alunos dos 4 anos de escolaridade. O Quadro seguinte refere-se aos resultados deste estudo piloto e tem, no seu corpo, as estimativas de fiabilidade dos resultados da avaliação das crianças.

Quadro 4: Estimativas de fiabilidade dos diferentes testes realizados pelas diferentes equipas nas quatro ilhas (valores de correlação intraclasse – R - que se situam, sempre, entre 0 e 1)

| Variáveis | Faial | Pico | S. Miguel | Terceira |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Idade média (anos) | 8.23±1.37 | 8.05±1.54 | 8.06±1.42 | 7.78±1.39 |
| Amplitude etária | 6 -12 | 6 -11 | 6 -10 | 6 -11 |
| Medidas somáticas | | | | |
| Altura (cm) | 0.994 | 0.928 | 0.998 | 0.992 |
| Peso (Kg) | 0.950 | 0.949 | 0.990 | 0.995 |
| Aptidão Física | | | | |
| <i>Curl-up</i> (repetições) | 0.650 | 0.880 | 0.813 | 0.825 |
| <i>Push-up</i> (repetições) | 0.714 | 0.771 | 0.821 | 0.867 |
| <i>Trunk lift</i> (cm) | 0.700 | 0.800 | 0.821 | 0.846 |
| Corrida milha (min.) | 0.920 | 0.803 | 0.969 | 0.866 |
| Coordenação | | | | |
| Motora | | | | |
| Equilíbrio retaguarda | 0.848 | 0.848 | 0.793 | 0.885 |
| Salto lateral | 0.857 | 0.867 | 0.932 | 0.889 |
| Transposição lateral | 0.878 | 0.889 | 0.870 | 0.776 |
| Salto monopedal | 0.887 | 0.898 | 0.981 | 0.921 |
| Actividade física | | | | |
| Act. Física semanal | 0.883 | 0.779 | 0.780 | 0.745 |

No sentido genérico do termo, fiabilidade reflecte a noção de consistência de um padrão de comportamento dos mesmos sujeitos que são “medidos” em

diferentes pontos do tempo⁴. Valores elevados de fiabilidade, obtidos a partir do coeficiente de correlação intraclasse (R), devem ser sempre superiores a 0.700, tal como sugerido por Nunnally (1978). Quanto mais elevado for o valor do R, tanto menor será a variância erro, e maior a garantia oferecida pelas observações que reflectem, o quanto do desempenho motor dos alunos reproduz o seu verdadeiro universo de competência.

Os resultados da avaliação somática revelam uma fiabilidade elevadíssima, já que estão muito próximos de 1 (valor teórico máximo). A CMotora traduz, também, uma elevada fiabilidade. No mesmo sentido estão os valores da ApFS, com excepção do teste de *curl-up* no Faial⁵.

É mais do que evidente, dos resultados apresentados no Quadro anterior, que estamos diante de informação de elevada qualidade, garantindo pois, a análise subsequente dos dados e as ilações que deles venham a ser retiradas.

Convém salientar que valores semelhantes aos da presente pesquisa foram encontrados no estudo de crescimento somático e aptidão física de crianças do concelho da Maia (Pereira, 2000), e na pesquisa conduzida em Bragança por Magalhães *et al.* (2000). Do mesmo modo são equivalentes na CMotora aos obtidos por Lopes (1997) na sua pesquisa em crianças do concelho de Bragança. Na ActF, matéria mais problemática dadas as características do questionário e a idade da amostra, os valores reportados no Quadro são semelhantes aos das pesquisas de Lopes (1999) e de Magalhães (2001) em crianças do mesmo intervalo de idade.

Do cruzamento da informação proveniente destas pesquisas, no que às estimativas de fiabilidade diz respeito, quer das medidas somáticas, ApFS, CMotora e ActF, é mais do que evidente a segurança oferecida pelo próprio processo de avaliação abalizado pela qualidade do treino e empenhamento das diferentes equipas.

- Em quarto lugar, todos os dados das diferentes ilhas nos quatro anos de escolaridade foram controlados para a normalidade das distribuições, bem como a identificação de casos omissos e eventuais “outliers”. Foi construído um ficheiro especial em *FileMakerPro 5.0* que, não só controlava para a possibilidade de entrada errada de dados (fora dos limites considerados aceitáveis para cada item da avaliação), como permitiu a sua exportação imediata para o programa EXCEL para posterior arranjo do ficheiro final a ser tratado nos programas estatísticos *SPSS 10*, *Systat 10*, e *HLM*. Salientamos, também, que o ficheiro em *FileMakerPro 5.0* permitiu um cruzamento de diferentes variáveis de identificação de sujeitos, por forma a garantir uma concatenação adequadas dos dados.

4. Principais resultados e interpretação

Por questões de natureza didáctica, e face ao volume de resultados, iremos apresentar as etapas de análise anteriormente referenciadas.

⁴ É evidente que este espaçamento temporal não deve ser demasiadamente dilatado. Caso contrário, em vez de estabilidade intraindividual no desempenho motor, registar-se-iam alterações “substanciais” nas diferenças intraindividuais que comprometeriam as estimativas de fiabilidade e posterior análise dos resultados. No caso vertente, o espaçamento temporal foi de 15 dias, no máximo.

⁵ Salientamos, mais uma vez, e no sentido de garantir a maior qualidade dos dados, tal como foi feito no primeiro estudo piloto, também aqui, foram dados *feed-backs* aos membros de todas as equipas no sentido de manterem a maior consistência possível em todos os protocolos de avaliação.

Aptidão física associada à saúde e coordenação motora

Tal como referimos anteriormente, o primeiro passo da análise compreende a determinação da quantidade de variação, em cada uma das provas, que está associada ao primeiro (i.e., alunos) e segundo (i.e., escolas) níveis da estrutura dos dados. A especificação do modelo de efeitos aleatórios da *Anova* compreende, pois, um modelo designado de “nulo” que servirá de contraste a outros modelos mais complexos que especificaremos mais adiante. As peças de informação que sairão deste “modelo nulo” são as seguintes:

- Uma estimativa da média de cada teste de ApFS para todos os alunos de todas as escolas (γ_{00}). Uma interpretação mais adequada dos dados implica que os centremos, i.e. que calculemos as diferenças de cada aluno relativamente à grande média.
- Um fraccionamento da variância total do desempenho em cada teste pelos primeiro (σ^2) e segundo (τ_{00}) níveis da hierarquia.
- Uma medida de dependência dos resultados ao efeito específico das escolas que é dado pelo coeficiente de correlação intraclasse (ρ).
- Informação acerca da hipótese, a testar posteriormente, das escolas possuírem as mesmas médias no desempenho em cada um dos testes da ApFS.

Os resultados desta análise preliminar estão no Quadro seguinte:

Quadro 1: Resultados no modelo de Anova de efeitos aleatórios (*Random Effects Anova*) para determinar a presença de estrutura hierárquica, ou organizacional nos diferentes desempenhos nas provas de ApFS

| Corrida da milha | <i>Efeito fixo</i> | Coeficiente | Erro-padrão | p |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|--------|
| Grande média | | 11.96 | 0.10 | <0.001 |
| | <i>Efeito aleatório</i> | Componente de variância | Erro-padrão | p |
| Média das escolas | | 0.42 | 0.10 | <0.001 |
| Efeito ao nível dos alunos | | 5.14 | 0.12 | <0.001 |
| Pull up | <i>Efeito fixo</i> | Coeficiente | Erro-padrão | p |
| Grande média | | 6.55 | 0.46 | <0.001 |
| | <i>Efeito aleatório</i> | Componente de variância | Erro-padrão | p |
| Média das escolas | | 38.25 | 0.89 | <0.001 |
| Efeito ao nível dos alunos | | 10.67 | 2.25 | <0.001 |
| Curl up | <i>Efeito fixo</i> | Coeficiente | Erro-padrão | p |
| Grande média | | 20.98 | 1.36 | <0.001 |
| | <i>Efeito aleatório</i> | Componente de variância | Erro-padrão | p |
| Média das escolas | | 397.20 | 9.25 | <0.001 |
| Efeito ao nível dos alunos | | 91.38 | 19.40 | <0.001 |
| Trunk lift | <i>Efeito fixo</i> | Coeficiente | Erro-padrão | p |
| Grande média | | 28.99 | 0.29 | <0.001 |
| | <i>Efeito aleatório</i> | Componente de variância | Erro-padrão | p |
| Média das escolas | | 35.03 | 0.82 | <0.001 |
| Efeito ao nível dos alunos | | 4.44 | 1.02 | <0.001 |
| Quociente motor CMotora | <i>Efeito fixo</i> | Coeficiente | Erro-padrão | p |
| Grande média | | 131.78 | 1.79 | <0.001 |
| | <i>Efeito aleatório</i> | Componente de variância | Erro-padrão | p |
| Média das escolas | | 138.40 | 33.22 | <0.001 |
| Efeito ao nível dos alunos | | 1452.93 | 33.89 | <0.001 |

Vejamos pois, em síntese, a primeira interpretação destes valores:

- A grande média (i.e. a média de todas as crianças independentemente do sexo) do desempenho na prova da corrida da milha é de 11.96 minutos, na prova de *pull up* é de 6.55 repetições, na do *curl up* é de 20.98 repetições, no *trunk lift* é de 28.99 cm e no quociente motor (CMotora) é de 131.78 pontos. Dado que os valores dos erros padrão são muito pequenos, todas as estimativas são significativas.
- É importante salientar que a variância ao nível do desempenho interindividual dos alunos de todas as classes (efeito ao nível dos alunos) é substancial em todas as provas: 5.14 na corrida da milha, 38.25 no *push up*, 397.20 no *curl up* e 35.03 no *trunk lift*, 1452.93 no quociente motor, que sendo significativas, exige a sua modelação por forma a identificarmos as variáveis preditoras responsáveis por tais diferenças no desempenho.
- Do mesmo modo verifica-se que a variância entre escolas (i.e. o resultado das diferenças entre as médias das escolas) também é significativa nas 4 provas: 0.42 na corrida da milha, 10.67 na prova de *push up*, 91.38 na prova do *curl up*, 4.44 no *trunk lift* e 138.40 no quociente motor. Tal circunstância requer, também, a modelação das variáveis que condicionam estas diferenças entre escolas.
- Estes últimos resultados são confirmados pelos valores dos coeficientes de correlação intraclasse: Da variância total, a explicação adjudicada às características existentes nas escolas, é de 7.5% na prova da milha, 21.8% no *pull up*, 18.5% no *curl up*, 11.3% no *trunk lift* e 8.7% no quociente motor.

O passo seguinte constou da modelação dos preditores ao nível 1, i.e. ao nível das diferenças interindividuais das crianças. Os preditores candidatos são os seguintes: idade, sexo, IMC e valores de actividade física. Gostaríamos de salientar que para facilitar a interpretação destes preditores, os seus valores serão centrados na grande média. Dos dois tipos de modelos considerados, *random intercept model*⁶ e *random intercept and slope model*⁷, verificou-se que as provas de *trunk lift*, *curl up* e quociente motor se ajustavam muito bem ao primeiro, e as provas da corrida da milha e *push up* ao segundo.

Começemos a apresentar os resultados dos modelos considerados.

Quadro 2: Valores dos parâmetros mais importantes do modelo de *random intercept* para as provas *trunk lift*, *curl up* e quociente motor.

| Trunk lift | <i>Efeito fixo</i> | Coefficiente | Erro-padrão | p |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|--------|
| Grande média | | 29.30 | 0.30 | <0.001 |
| Média declive (idade) | | 1.42 | 0.08 | <0.001 |
| Média (género sexual) | | -0.83 | 0.20 | <0.001 |
| Média (IMC) | | 0.22 | 0.03 | <0.01 |
| Média (ActF) | | 1.94 | 0.41 | <0.001 |
| | <i>Efeito aleatório</i> | Componente de variância | Erro-padrão | p |
| Média das escolas | | 3.44 | 0.82 | <0.001 |
| Efeito ao nível dos alunos | | 30.18 | 0.76 | <0.001 |
| Curl up | <i>Efeito fixo</i> | Coefficiente | Erro-padrão | p |
| Grande média | | 20.67 | 1.39 | <0.001 |

⁶ Neste modelo assume-se que se verificam somente diferenças substanciais nas médias de cada escola e que os incrementos no desempenho em função da idade são os mesmos em cada escola. Isto é, só os valores na ordenada é que variam (*random intercepts*), mantendo-se fixos os declives.

⁷ Neste outro, bem mais complexo que o anterior, as diferenças não só se verificam ao nível das médias (i.e. dos *random intercepts*), mas também nas “velocidades” (*random slopes*) do desempenho em função da idade que são distintas de escola para escola.

| | | | | |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|--------|
| Média declive (idade) | | 4.59 | 0.29 | <0.001 |
| Média (género sexual) | | 0.64 | 0.71 | n.s. |
| Média (IMC) | | -1.29 | 0.11 | <0.01 |
| Média (ActF) | | 4.37 | 1.33 | <0.001 |
| | <i>Efeito aleatório</i> | Componente de variância | Erro-padrão | p |
| Média das escolas | | 86.73 | 18.93 | <0.001 |
| Efeito ao nível dos alunos | | 368.80 | 9.48 | <0.001 |
| Quociente motor | <i>Efeito fixo</i> | Coefficiente | Erro-padrão | p |
| Grande média | | 129.16 | 1.62 | <0.001 |
| Média declive (idade) | | 19.43 | 0.46 | <0.001 |
| Média (género sexual) | | 5.32 | 1.13 | <0.001 |
| Média (IMC) | | -3.14 | 0.16 | <0.001 |
| Média (ActF) | | 10.31 | 2.57 | <0.001 |
| | <i>Efeito aleatório</i> | Componente de variância | Erro-padrão | p |
| Média das escolas | | 97.35 | 16.23 | <0.001 |
| Efeito ao nível dos alunos | | 831.12 | 24.32 | <0.001 |

n.s. = não significativo

Os comentários que estes valores sugerem são, pois, os seguintes:

- Os preditores considerados para interpretar as diferenças interindividuais nas provas de *trunk lift*, *curl up* e quociente motor são todos significativos, à exceção do género sexual no *curl up*. Contudo, ainda se verifica variância significativa ao nível das diferenças entre escolas que reclama um esforço de modelação: a variância no *trunk lift* ao nível das diferenças entre escolas é de 3.44, de 86.73 no *curl up* e 97.35 no quociente motor.
- Mesmo após a entrada das variáveis explicativas idade, sexo, IMC e ActF, ainda há variância interindividual nos desempenhos que reclamaria um novo esforço de modelação se tivéssemos mais informação relevante ao nível individual (contudo este não é o caso). Salientamos que as variâncias são de 30.18 no *trunk lift*, 368.80 no *curl up* e 831.12 no quociente motor.
- A grande média das provas do *trunk lift* é de 29.34 cm, a do *curl up* é de cerca de 21 repetições e a do quociente motor é de 129.16 pontos.
- As meninas possuem, em média, um desempenho superior ao dos meninos de cerca de 1 cm no *trunk lift*, e os meninos em cerca de 5.32 pontos no quociente motor.
- O desempenho melhora, em média, cerca de 1.5 cm por cada ano de idade no *trunk lift*, cerca de 6 repetições no *curl up* e 19.43 pontos no quociente motor.
- O IMC possui um efeito negativo no desempenho no *curl up*. Por cada unidade de aumento do *curl up* o desempenho médio decresce em 1 repetição, e cerca de 3 pontos no quociente motor.
- A ActF possui um efeito positivo no número de repetições (os mais activos produzem, em média, cerca de 4 vezes mais repetições no *curl up* do que os menos activos). Do mesmo modo, se nota um efeito significativo na prova de *trunk lift* e no quociente motor.

O ajustamento do segundo modelo, *random intercept and slope*, salientou os valores que a seguir apresentaremos. Contudo, há a ressaltar que na prova da milha o IMC não permitiu que houvesse convergência para uma solução, sendo pois “eliminado” como preditor. De um modo equivalente, na prova do *push up*, os preditores IMC e ActF não foram considerados no modelo.

Relembramos que neste modelo se parte do princípio que não só os valores das médias são diferentes em cada escola, bem como os incrementos no diferencial de desempenho.

Quadro 3: Valores dos parâmetros mais importantes do modelo de *random intercept and slope* para as provas corrida da milha e *pull up*.

| Corrida da milha | <i>Efeito fixo</i> | Coefficiente | Erro-padrão | p |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|--------|
| Grande média | | 12.59 | 0.11 | <0.001 |
| Média declive (idade) | | -0.49 | 0.04 | <0.001 |
| Média declive (sexo) | | -1.25 | 0.11 | |
| Média declive (ActF) | | -0.71 | 0.15 | <0.001 |
| | <i>Efeito aleatório</i> | Componente de variância | Erro-padrão | p |
| Média das escolas | | 0.45 | 0.13 | <0.001 |
| Efeito ao nível dos alunos | | 4.29 | 0.11 | <0.001 |
| Idade (declive) | | 0.017 | 0.01 | n.s. |
| Género sexual (declive) | | 0.22 | 0.10 | <0.001 |
| ActF (declive) | | 0.19 | 0.21 | n.s. |
| Push up | <i>Efeito fixo</i> | Coefficiente | Erro-padrão | p |
| Grande média | | 4.84 | 0.43 | <0.001 |
| Média declive (idade) | | 0.43 | 0.12 | <0.001 |
| Média declive (sexo) | | 3.37 | 0.25 | <0.001 |
| | <i>Efeito aleatório</i> | Componente de variância | Erro-padrão | p |
| Média das escolas | | 8.39 | 1.89 | <0.001 |
| Efeito ao nível dos alunos | | 34.14 | 0.80 | <0.001 |
| Idade (declive) | | 0.34 | 0.14 | <0.01 |
| Sexo (declive) | | 1.04 | 0.55 | <0.05 |

n.s. = não significativo

Os comentários que estes valores sugerem são, pois, os seguintes:

- A média do desempenho global dos alunos nas provas da milha é de 12.59 minutos, e na prova de *pull up* é de cerca de 5 repetições. Estes valores são ligeiramente diferentes dos anteriores face à circunstância de se terem incluído variáveis preditoras na modelação das diferenças interindividuais.
- O declive no género sexual é de -1.25 na prova da milha. Como as meninas foram codificadas em 0 e os meninos em 1, e melhores desempenhos significam tempos mais reduzidos na prova. Isto quer dizer que, em média, os meninos possuem um desempenho superior ao das meninas (em média, cerca de menos 1.25 minutos para percorrer a distância).
- Já no que diz respeito ao *push up*, o declive para o género sexual é de 3.37, significando pois que em média, os meninos possuem um desempenho superior ao das meninas em cerca de 3 repetições.
- O declive associado à idade na corrida da milha é de -0.49 e estatisticamente significativo. Tal facto sugere que, com o aumento da idade o desempenho tende a melhorar (em média uma redução de cerca de 0.49 minutos por ano de idade). De um modo algo similar traduz o valor da ActF, sugerindo que os mais activos são os que reduzem substancialmente o tempo de prova.
- Já na prova de *push up*, e apesar do resultado ser significativo, a estimativa é do aumento de quase 1 repetição por cada ano de idade (a estimativa do parâmetro é de 0.43).
- Nas médias das escolas encontra-se uma variação significativa no desempenho da milha de cerca de 0.45, sugerindo que há ainda variação significativa no desempenho entre escolas.

- O declive da idade mostra variância não significativa ($p>0.05$). O mesmo não acontece na prova do *push up* onde a variância é de 0.34.
- Na variância do declive entre géneros sexuais (0.21) verifica-se um resultado significativo na corrida da milha, traduzindo as diferenças entre sexos nas diferentes escolas. Tal não parece ser o caso da prova de *push up*.
- Salientamos que, apesar deste esforço de modelação, ainda há variação residual em substância ao nível dos alunos quer na corrida da milha (4.32), quer no *push up* (1.04). Isto revela que haverá outros preditores, não considerados neste estudo, e que explicarão estas quantidades das diferenças entre crianças.

O passo seguinte da análise foi considerar um preditor ao nível da escola – características das instalações de natureza gímnico-desportiva. Com base num conjunto variado de características as escolas foram classificadas numa escala de 1 a 5. As escolas com características diametralmente opostas em termos de instalações foram descritas do seguinte modo: o valor 1 foi atribuído a escolas sem espaços específicos para a prática da Educação Física, enquanto que o valor 5 foi declarado às escolas que possuíssem uma sala polivalente ou mini-ginásio com dimensões adequadas, bem como espaços exteriores cimentados que servissem de apoio para as aulas de Educação Física. Nestes limites encontram-se as cerca de 50 escolas amostradas. Convém referir, contudo, que esta classificação não é suficientemente descritora da qualidade e quantidade das instalações disponíveis nas escolas, dada a heterogeneidade dos espaços, materiais e instalações que nem sempre são aquilo que os descreve. Não obstante esta circunstância, foi decidido utilizar a classificação anterior, na ausência de um inventário mais rigoroso e suficientemente detalhado das instalações oferecidas às crianças das várias escolas.

Os passos de análise consideraram, em primeiro lugar um modelo com *random intercept* para a variável escola, e só depois é que se considerou o modelo com *random intercept e slope*, tal como fizemos anteriormente.

Nas provas da milha, do *trunk lift*, *curl up* e *push up*, bem como no quociente motor (descritor da CMotora), as características dos espaços não parecem possuir qualquer influência na heterogeneidade de valores do desempenho dos alunos. Mas é importante salientar que há diferenças de desempenho entre escolas!

Estes últimos resultados devem ser interpretados com o máximo cuidado. Apesar de no contexto desta amostra não parecer haver qualquer influência da qualidade dos espaços disponíveis nas escolas na heterogeneidade dos desempenhos das crianças nas provas de ApFS, isto não significa que não deva haver uma forte equidade e equilíbrio no apetrechamento das instalações. Mais, pode ainda acontecer, e estamos certos que aqui reside uma parte substancial de verdade, que a nossa divisão em 5 categorias não seja suficientemente fina e abrangente para detectar a influência da diversidade, quantidade e qualidade das instalações desportivas nas escolas deste ciclo de ensino. Mais ainda, é nossa posição que estes resultados reclamam, forçosamente, a consideração de outros aspectos da estrutura hierárquica implícita na aquisição dos valores do desempenho motor das crianças. Daqui que:

- Se houvesse informação sobre a qualidade dos documentos relativos ao planeamento anual das aulas de Educação Física,
- Se houvesse uma qualquer forma de entender a extensão e qualidade dos grandes objectivos das aulas de Educação Física em cada ano do 1º ciclo,
- Se houvesse forma de avaliar a estrutura e delineamento das opções didáctico-metodológicas de cada professor,

- Se tivéssemos acesso ao modo como cada professor avalia e determina o grau de prontidão desportivo-motora e coordenativa de cada criança,
- Se pudessemos quantificar o tempo efectivo das crianças nas tarefas motoras que as aulas encerram,
- Se houvesse informação sobre uma estrutura sólida de avaliação da CMotora e ApFS dos alunos, respectiva interpretação e *feed-backs* construtivos para as crianças,
- Se houvesse informação coerente sobre o número efectivo de aulas dadas por semana, bem como do seu tempo de duração,
- Se houvesse informação sobre o tempo dedicado a actividades de natureza motora de intensidade moderada e intensa,

então seria possível construir um modelo mais sólido da interpretação das diferenças verificadas nas médias das escolas no que ao desempenho motor dos alunos diz respeito. As respostas às perguntas anteriores foram consideradas no modelo construído por Zhu (1997) no seu estudo interpretativo da ApFS de crianças americanas. Os resultados parecem corroborar dois factos que em nosso entender são por demais inequívocos: (1) a importância das variáveis que descrevem as características do desempenho do professor e que foram anteriormente listadas nos “Se”, e (2) a diversidade e qualidade das instalações disponibilizadas para as aulas de Educação Física.

Em suma, a grande vantagem da modelização hierárquica reside, precisamente, na oportunidade de interpretação das diferenças de desempenho motor que se verificam entre crianças, assumindo que essas diferenças estão dependentes de, pelo menos, dois níveis de influências: (1) das características dos próprios alunos, e (2) das características das escolas e dos professores. Assim haja informação da maior fidedignidade nestas matérias, sobretudo no 2º nível da estrutura hierárquica, que a intervenção dos responsáveis pela condução pedagógica do ensino da Educação Física nas escolas e os responsáveis da DREFD saberão dar-lhe o devido valor e retirar delas lições de um serviço cada vez mais eficaz e dedicado às crianças da RAA.

5. Conclusões

As conclusões mais importantes a serem extraídas desta pesquisa são as seguintes:

- Os dados da ApFS e da CMotora possuem uma estrutura hierárquica inequívoca que deve ser considerada em qualquer análise por forma a retirar dela toda a informação.
- A estrutura possui um nível 1 que se refere à variação do desempenho ao nível dos alunos, e um nível 2 ao nível do desempenho entre escolas.
- Os resultados preliminares confirmam a presença de um efeito claro entre escolas que condiciona o desempenho das crianças.
- Ao nível dos alunos, as variáveis preditoras de maior relevância são o género sexual, a idade, os níveis de actividade física e o índice de massa corporal.
- É importante salientar que mesmo após considerar estes preditores, ainda há variação substancial ao nível do desempenho individual que necessita de um outro olhar ainda mais extenso.
- Ao nível das escolas (nível 2) só foi considerado um preditor – qualidade das instalações para leccionar as aulas de Educação Física. Apesar do preditor não ser significativo, tal circunstância não retira o maior valor que deve ser atribuído a

uma distribuição equitativa em termos de qualidade e quantidade de material e instalações disponíveis nas diferentes escolas.

- É da maior importância a inventariação de outros preditores que caracterizam as escolas por forma a ajudar a interpretar as diferenças interindividuais verificadas.
- Finalmente importa identificar e descrever, com o maior rigor possível, um conjunto variado de características dos professores e da sua actividade na condução das aulas de Educação Física que com a maior probabilidade responderá pela heterogeneidade do desempenho das crianças nas diferentes escolas.

6. Bibliografia

- Andrade, M. J. L. A. (1996). *Coordenação motora. Estudo em crianças do ensino básico na região autónoma da Madeira*. Dissertação de mestrado. FCDEF-UP. Porto.
- Curran, P. (2002). *Multilevel modeling. An introduction*. Notas do curso realizado na FCDEF-UP sobre análise de dados longitudinais. Porto.
- Gomes, M. P. B. B. (1996). *Coordenação, aptidão física e variáveis do envolvimento. Estudo em crianças do 1º ciclo de ensino de duas freguesias do concelho de Matosinhos*. Tese de doutoramento. FCDEF-UP. Porto.
- Heck, R. H.; Thomas, S. L. (2000). *An introduction to multilevel modeling techniques*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Mahwah.
- Hox, J. (2002). *Multilevel analysis. Techniques and applications*. Lawrence Erlbaum Associates. Mahwah.
- Kiphard, E. J. *Insuficiencias de movimiento y de coordinación en la edad de l escuela primaria*. Editorial Kapelusz. Buenos Aires, 1976.
- Kiphard, E. J.; Schilling, F. *Der hamm-marburger-koordinationstest fuer kinder (HMKTK)*. Monatszeitsschrift fuer Kinderheil Kunde. 118 (6): 473-479, 1970.
- Kreft I.; de Leeuw, J. (1998). *Introducing multilevel modeling*. Sage Publications. Thousand Oaks.
- Lopes, V. P. (1997). *Análise dos efeitos de dois programas distintos de educação física na expressão da aptidão física, coordenação e habilidades motoras em crianças do ensino primário*. Tese de Doutoramento. FCDEF – UP. Porto
- Maia, J.; Lopes, V. P.; Morais, F. P. (2001). *Actividade física e aptidão física associada à saúde. Um estudo de epidemiologia genética em gémeos e suas famílias realizado no arquipélago dos Açores*. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto e Direcção Regional de Educação Física e Desporto da Região Autónoma dos Açores. Porto.
- Mota, J. A. P. S. (1991). *Contributo para o desenvolvimento de programas de aulas suplementares de educação física. Estudo experimental em crianças com insuficiências de rendimento motor*. Tese de doutoramento. FCDEF-UP. Porto.
- Nevill, A. M.; Holder, R. L. (2000). Modelling health-related performance indices. *Annals of Human Biology*. 27: 543-559.
- Pereira, A. M. R. (2000). *Crescimento somático e aptidão física de crianças dom idades compreendidas entre os seis e os dez anos de idade. Um estudo no Concelho da Maia*. Dissertação de Mestrado. FCDEF-UP. Porto.
- Raudenbush, S. W.; Bryk, A. S. (2002). *Hierarchical linear models. Applications and data analysis methods*. Sage Publications. Thousand Oaks.

- Raudenbush, S.; Bryk, A.; Cheong, Y. F.; Congdon, R. (2001). *HLM 5. Hierarchical linear and nonlinear modeling*. Scientific Software International. Chicago.
- Rowland, T. W. (1996). *Developmental exercise physiology*. Human Kinetics. Champaign.
- Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für kinder, KTK*. Beltz Test GmbH. Weinheim.
- Welsman, J. R.; Armstrong, N. (2000). Interpreting exercise performance data in relation to body size. In N. Armstrong, W. van Mechelen (eds), *Pediatric Exercise Science and Medicine*. Oxford University Press. Oxford.
- Willimczik, K. (1980). Development of motor control capability (body coordination) of 6-to 10-year-old children : Results of a Longitudinal Study. In M. Ostyn; G. Beunen; J. Simons (eds.). *Kinanthropometry II*. University Park Press. Baltimore.
- Zhu, W. (1997). A multilevel analysis of school factors associated with health-related analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 68: 125-135.

7. Agradecimentos

Este trabalho foi co-financiado pela Direcção Regional de Educação Física e Desporto, e Direcção da Ciência e Tecnologia da RAA a quem estendemos o nosso maior agradecimento, bem como a todas as crianças, professores do 1º ciclo do ensino básico, encarregados de educação e professores de Educação Física envolvidos na recolha dos dados.