



Corpos em Movimento
Leonardo da Vinci

Leonardo Gomes de Oliveira Luz

ESTUDO AUXOLÓGICO E ECOLÓGICO DA COORDENAÇÃO MOTORA DE CRIANÇAS EM IDADE PRÉ-PUBERAL

Tese de Doutoramento em Ciências do Desporto, Ramo de Atividade Física e Saúde,
orientada pelo Prof. Doutor Manuel João Cerdeira Coelho e Silva, pelo Prof. Doutor André Filipe Teixeira Seabra e pela Profa. Doutora Cristina Maria Proença Padez,
apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra.

Janeiro 2017



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Leonardo Gomes de Oliveira Luz

**ESTUDO AUXOLÓGICO E ECOLÓGICO DA COORDENAÇÃO
MOTORA DE CRIANÇAS EM IDADE PRÉ-PUBERAL**

Tese de Doutoramento em Ciências do Desporto no Ramo de Atividade Física e Saúde, apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra com vista à obtenção do grau de Doutor em Ciências do Desporto

Orientadores:

Prof. Doutor Manuel João Cerdeira Coelho e Silva

Prof. Doutor André Filipe Teixeira Seabra

Prof^a. Doutora Cristina Maria Proença Padez

Coimbra, 2017

Luz, L. G. O. (2017). *Estudo auxológico e ecológico da coordenação motora de crianças em idade pré-puberal*. Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

À minha saudosa avó Maria,
exemplo de luta e conquista.

Muito obrigado.

Te amo demais!

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora de Fátima por me guiarem até aqui.

Ao Professor Manuel João Coelho e Silva, pelo apoio, ensinamentos e incentivo em todos os momentos. Sua dedicação à docência e à investigação, certamente, foram contagiosos e procurarei disseminar este vírus pelos estudantes que cruzarem o meu caminho.

Ao Professor André Seabra, pela orientação, disponibilidade e atenção que teve ao longo de todo o meu percurso.

À Professora Cristina Padez pelo auxílio no momento de elaboração do problema de pesquisa e pela revisão de parte da tese.

À Tatiana Luz, estudante de mestrado e, posteriormente, de doutoramento da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra (FCDEF-UC), pelo auxílio na recolha dos dados em Portugal, pelas horas de estudo em conjunto e pela revisão do texto da presente tese de doutoramento. Você foi muito importante em todo o processo!

Aos amigos Maurício Ricardy, Diogo Martinho, Ahmed Marques e Dayse Medeiros pelo carinho e pelo auxílio na recolha dos dados em Portugal.

Aos docentes e estudantes da FCDEF-UC pelo convívio e amizade. Ambos importantes para a minha adaptação em Portugal.

À direção, aos docentes, estudantes e encarregados de educação do Colégio Nossa Senhora da Assunção, do Agrupamento Escolar Eugénio de Castro e do Colégio Bissaya Barreto, sem os quais não seria possível realizar a investigação.

Aos membros do *Journal Club*, pelo aprendizado e atenção que deram em todas as etapas do meu processo de doutoramento.

Aos estudantes e docentes da Universidade Federal de Alagoas, *Campus Arapiraca*, pela participação, empenho e dedicação para que este projeto fosse colocado em prática.

Aos membros do Laboratório de Cineantropometria, Atividade Física e Promoção da Saúde (LACAPS), que estiveram do meu lado em todos os momentos da recolha de dados no Brasil.

Aos meus familiares e amigos, que fizeram Portugal ficar pertinho do Brasil e transmitiram força e fé para que esta experiência pudesse acontecer com felicidade.

Aos meus pais, Fernando Antonio e Nádia, e irmã, Fernanda, pelo começo de tudo. Devo a vocês a minha formação como pessoa e profissional. Foi com minha dedicada e amorosa mãe que aprendi a ler e a escrever. Meu pai é meu ídolo e responsável pelo amor que tenho à educação física. Ele é o melhor dentro da escola! Minha irmã é minha amiga de longa data, exemplo de força e de luta pelos objetivos que temos na vida. Amo vocês!

À minha esposa Tatiana Luz e aos meus filhos, Lucas Luz e Luana Luz, não tenho palavras para expressar o que sinto por tudo que fizeram e acreditaram, sempre ao meu lado, na alegria e na tristeza, juntos, sempre. E será sempre assim! Amo vocês demais! Obrigado por tudo!

Muito obrigado a todos!

“Aprender é a única coisa de que a mente
nunca se cansa, nunca tem medo
e nunca se arrepende”

Leonardo da Vinci

O trabalho realizado nesta tese de doutoramento teve o apoio do governo brasileiro através da Universidade Federal de Alagoas e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (Ministério da Educação).

Bolsa: BEX 1617/13-3



RESUMO

Recentemente, estudos de revisão têm confirmado que a coordenação motora apresenta uma associação positiva com a prática de atividade física e com a aptidão física relacionada à saúde em população pediátrica. Além disso, o nível inicial de coordenação motora está associado às alterações subsequentes no nível de atividade física durante a infância e a adolescência. Entre os instrumentos de avaliação da coordenação motora, destaca-se o *Körperkoordinationstest für Kinder* – KTK. O KTK tem sido bastante usado em estudos relacionados aos benefícios da coordenação motora sobre variáveis relacionadas à saúde da população pediátrica. Destes, destacam-se, pelo seu maior número, os trabalhos que tiveram como objetivo associar o desempenho motor na bateria KTK com variáveis biológicas do indivíduo. A presente tese de doutoramento teve como objetivo explorar a contribuição das características biológicas, do estilo de vida, dos fatores sociais e ambientais para explicar a variabilidade inter-individual em crianças pré-púberes, de ambos os sexos (de 7 a 9 anos de idade), nos aspectos relacionados ao desempenho motor, especificamente quanto ao desempenho em teste de coordenação motora. Os achados apontam para a seguinte direção: a) há uma tendência de relação positiva entre maiores valores de índice de massa corporal (IMC) e menores resultados de desempenho no KTK em crianças e adolescentes; b) a maturação biológica exerce pouco efeito sobre as diferenças entre os sexos nos diferentes desempenhos em testes físicos e de coordenação motora em crianças com idades entre 8 e 9 anos. Contudo, o estado maturacional parece contribuir nas diferenças inter-individuais encontradas em sujeitos do mesmo sexo tanto em alguns dos testes de aptidão física (meninos e meninas), quanto na coordenação motora (especificamente no sexo masculino); c) há indícios de que o estado maturacional, embora em pequena proporção, apresenta relação com o desempenho do KTK em crianças pré-púberes do sexo masculino, notadamente pela relação inversa e de magnitude moderada que obteve com a prova de equilíbrio em marcha à retaguarda. Contudo, em estudos cuja performance no KTK seja avaliada através da obtenção do quociente motor total, este efeito pode tornar-se pouco substancial; d) parece haver um efeito direto da maturação no tamanho do corpo, que por sua vez estabelece uma inter-relação positiva com a aptidão física em

meninas, principalmente nos testes em que a massa corporal não é deslocada; e) o melhor desempenho em teste de coordenação motora parece estar associado aos fatores biológicos, mas a associação tende a aumentar com a adição de atributos de estilo de vida, fatores sociais e fatores ambientais em ambos os sexos. A inspeção do modelo de regressão logística que incluiu variáveis dos quatro domínios indicou que nos meninos os melhores resultados de coordenação motora foram associados à idade (9 anos), ao estado de maturação biológica (atrasados), à massa corporal (normoponderais), à escolaridade da mãe (graduação) e à área de residência da família (urbana). Nas meninas, parece que a idade (9 anos), a massa corporal (normoponderais), a participação esportiva e a atividade física materna (suficientemente ativa) estiveram relacionadas com os melhores resultados de coordenação motora. Os resultados apontaram para uma contribuição da biologia por si para explicar a variabilidade inter-individual na coordenação motora e, paralelamente, revelaram matrizes de determinantes distintas para cada sexo. Em conclusão, durante a primeira década de vida, em particular nos anos de educação primária, as diferenças entre meninos e meninas podem ser uma consequência de fatores morfológicos, biológicos, culturais e ambientais. A compreensão dos aspectos relacionados às características de uma intervenção, que tenha como propósito desenvolver a coordenação motora de crianças, requer a revisão sistemática dos seus preditores e a maneira específica como associam-se em ambos os sexos. Foi neste contexto que a presente tese de doutoramento foi inserida, na medida em que os modelos ecológicos são úteis para enquadrar potenciais fatores que influenciam o comportamento da saúde, pois enfatizam os contextos ambientais do comportamento, bem como as influências sociais. Isso pode levar a uma compreensão aprofundada das múltiplas esferas de influência sobre o comportamento motor e pode ajudar a orientar o desenvolvimento da intervenção que tenha como objetivo a melhoria da coordenação motora.

Palavras-chave: Criança . Coordenação Motora . *Körperkoordinationstest für Kinder* . Crescimento . Maturação Somática . Atividade Física . Aptidão Física . Fatores Sociais . Ambiente Construído.

ABSTRACT

Motor coordination is associated with levels of physical activity and fitness throughout childhood and adolescence. A variety of test batteries are used to measure motor coordination in children. The Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) has been widely used with primary school children in many countries. The most examined correlates of motor coordination were biological factors and behavioral attributes. Finally, social and environmental factors were less investigated and some positive and negative correlates were identified, again reinforcing the need for further research in this area. Thus, this doctoral thesis was aimed to examine motor coordination approached from a spectrum of correlates including physical growth and biological maturation, socio-economic characteristics of the family and built environment in pre-pubertal boys and girls. The results showed that: a) The meta-analysis showed that higher values of the body mass index are directly associated with low performance in the KTK. Despite the small difference between sexes, the magnitude of the association effect was classified as small, but significant for boys and moderate for girls; b) Boys performed better than girls on all but two of the fitness tests (the 20-m shuttle run and the sit-and-reach tests) and all of the KTK tests of motor coordination, with the exception of hopping for height on one leg. The results also suggested that sex-related differences that were not substantially explained by biological maturation given by z-scores of attained predicted mature stature. Consequently, the comparisons between boys and girls were repeated after controlling for somatic maturation, and the results remained quite similar. For both sexes, the association between maturation and motor tests consistently suggested an inverse relationship that was particularly evident on the motor performance items that required body displacement; c) There is an inverse association between biological maturation and walking backward on balance beams, whose correlation coefficient showed moderate magnitude. Waist circumference was the only anthropometric variable acting as mediator in the relationship between biological maturation and KTK test performance; d) The current study demonstrated a relationship between being advanced in terms of biologic maturation and an overall larger body size. In parallel, the magnitude of the correlations between motor coordination items and biological maturation was trivial or small. It was possible to hypothesize a direct effect of

biological maturation on body size, especially on body mass and its components, in parallel to an additional indirect effect given by a relationship between low values in several size descriptors and a combination of poorer scores in 2-kg ball throw, hand grip test with better scores in the 20-m shuttle run test. The interrelationship among physical fitness and motor coordination emerged from the direct association between KTK items and those fitness tests that appeared independent from inter-individual variation in body size suggesting that motor coordination may be independent from biological maturation; e) Finally, some important findings arise from the analysis of the motor coordination approached from a spectrum of correlates including physical growth and biological maturation, familial characteristics and built environment. The current study offers a comprehensive ecological model to explain inter-individual differences in motor coordination, separately for pre-pubertal boys and girls. Logistic regression analyses showed that motor coordination was associated with biological factors and the association was increasing with the addition of the behavioral attributes, familial factors and built environmental factors in boys and girls. By inference, sex-specific models combining distinct aspect from sociocultural, familial and lifestyle domains may be viewed as the determinants of motor coordination which was explored as dependent variables. Although the literature has suggested that interventions can develop gross motor competence in both children and adolescents, published papers lack important details (such as intervention intensity, duration, fidelity and characteristics of facilitators and participants). Understanding these important aspects of intervention development requires systematically reviewing the correlates of gross motor competence in children and adolescents. This will help to identify potential mechanisms of change by identifying the factors that are likely to make a difference and also target specific groups for intervention. Ecological models are useful in framing potential influencing factors of health behavior as they emphasize the environmental contexts of the behavior as well as the social influences. This can lead to an in-depth understanding of the multiple spheres of influence on behavior and can help guide intervention development.

Keywords: Children . Motor Coordination . Körperkoordinationstest für Kinder . Growth . Somatic Maturation . Physical Activity . Physical Fitness . Social Factors . Built Environment

PUBLICAÇÕES

Luz, L. G. O., Seabra, A. F. T., Santos, R., Padez, C., Ferreira, J.P. and Coelho-e-Silva, M.J. (2015). Associação entre IMC e teste de coordenação corporal para crianças (KTK). Uma meta-análise. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 21(3), 230-235.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220152103144469>

Luz, L. G., Cumming, S. P, Duarte, J. P., Valente-Dos-Santos, J., Almeida, M. J., Machado-Rodrigues, A., Padez, C., Carmo, B. C., Santos, R., Seabra, A., Coelho-E-Silva, M. J. (2016). Independent and combined effects of sex and biological maturation on motor coordination and performance in prepubertal children. *Percept Mot Skills*, 122(2):610-35.

DOI: 10.1177/0031512516637733

Luz, L. G., Seabra, A., Padez, C., Duarte, J. P., Rebelo-Gonçalves, R., Valente-Dos-Santos, J., Luz, T. D., Carmo, B.C. and Coelho-E-Silva, M. J. (2016). Perímetro de cintura como mediador da influência da maturação biológica no desempenho de coordenação motora em crianças. *Rev Paul Pediatr*, 34(3), 352-8.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rppede.2016.02.004>

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iii
AGRADECIMENTOS	v
EPÍGRAFE.....	vii
RESUMO	vii
ABSTRACT.....	xiii
PUBLICAÇÕES	xv
LISTA DE FIGURAS	xxi
LISTA DE TABELAS	xxiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xvii

PARTE I - INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DA LITERATURA . 33

Capítulo 1: Introdução Geral.....33

1.1. Atividade física e saúde	33
1.2. Competência motora e saúde na infância	35
1.3. A criança e o adolescente.....	36
1.4. Fatores e determinantes dos hábitos motores de crianças e jovens	37
1.5. Coordenação motora e saúde da população pediátrica	39
1.6. Avaliação multidimensional da coordenação motora.....	40
1.7. Objetivos da tese	42
1.8. Organização da tese	43
1.9. Referências.....	45

Capítulo 2: Revisão sistemática com meta-análise (Estudo 1).....55

2.1. Introdução	56
2.2. Métodos	59
2.3. Resultados	62
2.4. Discussão	70
2.5. Considerações finais.....	72

2.6. Referências	74
------------------------	----

PARTE II - CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS85

Capítulo 3: Métodos 85

3.1. Aspectos éticos	85
3.2. Amostras	87
3.3. Variáveis	87
3.4. Controle da qualidade dos dados	104
3.5. Análise dos dados	106
3.6. Referências	108

PARTE III - ESTUDOS TRANSVERSAIS119

Capítulo 4: Estudo 2..... 119

4.1. Introdução	120
4.2. Métodos	123
4.3. Resultados	127
4.4. Discussão.....	135
4.5. Referências	140

Capítulo 5: Estudo 3..... 151

5.1. Introdução	152
5.2. Métodos	153
5.3. Resultados	157
5.4. Discussão.....	160
5.5. Referências	164

Capítulo 6: Estudo 4	171
6.1. Introdução	172
6.2. Métodos	173
6.3. Resultados	177
6.4. Discussão	183
6.5. Referências.....	187
Capítulo 7: Estudo 5	195
7.1. Introdução	195
7.2. Métodos	197
7.3. Resultados	203
7.4. Discussão	209
7.5. Referências.....	215
PARTE IV - DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES.....	229
Capítulo 8: Discussão geral	229
8.1. Referências.....	243
Capítulo 9: Conclusões	253
ANEXOS.....	257
Anexo 1: Valores Redefinidos para Predição da Estatura Madura para o Sexo Masculino	261
Anexo 2: Valores Redefinidos para Predição da Estatura Madura para o Sexo Feminino.....	265
Anexo 3: Versão curta do <i>International Physical Activity Questionnaire</i>	269

Anexo 4: Versão curta do questionário ALPHA	273
Anexo 5: Luz, L. G. O., Seabra, A. F. T., Santos, R., Padez, C., Ferreira, J. P., & Coelho-e-Silva, M.J. (2015). Associação entre IMC e teste de coordenação corporal para crianças (KTK). Uma meta-análise. <i>Revista Brasileira de Medicina do Esporte</i> , 21(3), 230-235.....	277
Anexo 6: Luz, L. G., Cumming, S. P., Duarte, J. P., Valente-Dos-Santos, J., Almeida, M. J., Machado-Rodrigues, A., Padez, C., Carmo, B. C., Santos, R., Seabra, A., & Coelho-E-Silva, M. J. (2016). Independent and combined effects of sex and biological maturation on motor coordination and performance in prepubertal children. <i>Percept Mot Skills</i> , 122(2):610-35	285
Anexo 7: Luz, L. G., Seabra, A., Padez, C., Duarte, J. P., Rebelo-Gonçalves, R., Valente-Dos-Santos, J., Luz, T. D., Carmo, B. C., & Coelho-E-Silva, M. J. (2016). Perímetro de cintura como mediador da influência da maturação biológica no desempenho de coordenação motora em crianças. <i>Rev Paul Pediatr</i> , 34(3), 352-8.	313
Anexo 8: Atividades acadêmicas no período doutoral	323

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1: Introdução geral

Figura 1.1. A criança e o adolescente como indivíduos bioculturais: interações do crescimento, maturação e desenvolvimento37

Capítulo 2: Revisão sistemática com meta-análise

Figura 2.1. Diagrama de seleção dos estudos60

Figura 2.2. Sumário do fluxograma de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos selecionados63

Figura 2.3. Resultado gráfico de dispersão em “funil invertido” do erro padrão pelo Z de Fisher.....70

Capítulo 3: Métodos

Figura 3.1. Materiais para realização das provas do KTK97

Capítulo 5: Estudo 3

Figura 5.1. Modelo de mediação do perímetro de cintura sobre a relação entre estado maturacional e o desempenho na prova equilíbrio à retaguarda do teste de coordenação motora (KTK), controlando pela idade cronológica 160

Capítulo 6: Estudo 4

Figura 6.1. Valores de contribuição de cada variável morfológica e de aptidão física isoladamente nas respectivas funções lineares. Os sinais referentes aos valores

dos testes C25 e 10SR foram invertidos porque nestas provas menor tempo significa melhor desempenho 182

Figura 6.2. Valores de contribuição de cada variável de aptidão física e de coordenação motora isoladamente nas respectivas funções lineares. Os sinais referentes aos valores dos testes C25 e 10SR foram invertidos porque nestas provas menor tempo significa melhor desempenho 183

Capítulo 7: Estudo 5

Figura 7.1. Modelos de regressão logística para explicar o bom desempenho no KTK com quatro blocos de variáveis de estudo organizados em biológico, estilo de vida, fatores sociais e de ambiente construído em meninos (n=86) e meninas (n=82). Modelo 1 – fatores biológicos (idade cronológica, estado maturacional e IMC); modelo 2 – modelo 1 + fatores de estilo de vida (participação esportiva e nível de atividade física); modelo 3 – modelo 2 + fatores sociais (escolaridade da mãe e atividade física da mãe); modelo 4 – modelo 3 + fatores de ambiente construído (ALPHA e área residencial). 208

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1: Introdução geral

Tabela 1.1. Fatores e determinantes dos hábitos de atividade física38

Capítulo 2: Revisão sistemática com meta-análise

Tabela 2.1. Dados gerais quanto à origem, dimensão e idade da amostra e principais dados estatísticos reportados dos estudos selecionados64

Tabela 2.2. Estudos, valores de correlação e magnitude do efeito dos seus resultados e valor representativo geral da relação entre o IMC e o baixo desempenho no KTK de escolares de ambos os sexos67

Tabela 2.3. Estudos, valores de correlação e magnitude do efeito dos seus resultados e valor representativo geral da relação entre o IMC e o baixo desempenho no KTK de escolares do sexo masculino68

Tabela 2.4. Estudos, valores de correlação e magnitude do efeito dos seus resultados e valor representativo geral da relação entre o IMC e o baixo desempenho no KTK de escolares do sexo feminino69

Capítulo 3: Métodos

Tabela 3.1. Características básicas de cada estudo transversal89

Tabela 3.2. Tarefas do KTK e pontuações máximas 100

Tabela 3.3. Determinação do erro técnico de medida (Erro) e do coeficiente de fiabilidade (n = 19) 105

Tabela 3.4. Determinação do coeficiente de correlação intraclasse (n = 19) 106

Tabela 3.5. Análises estatísticas dos estudos 2, 3, 4 e 5 107

Capítulo 4: Estudo 2

Tabela 4.1. Estatísticas descritivas (amplitude, média, erro padrão da média, limites de confiança a 95% e desvio-padrão) e teste de normalidade para o total da amostra de crianças com idades entre 8,00 e 8,99 anos (n=128; meninos: n=61; meninas: n=67)..... 128

Tabela 4.2. Estatísticas descritivas (média \pm desvio-padrão) por sexo, diferença entre as médias (incluindo o erro padrão, os limites de confiança a 95% e o tamanho do efeito) e teste *t*-Student 129

Tabela 4.3. Coeficientes de correlação entre maturação somática (X1: calculada pela %EMP; X2: calculada pelo z-escore da %EMP a partir dos valores do Berkeley Guidance Study) e antropometria, testes físicos e coordenação motora para o total da amostra e, separadamente, para meninos e meninas 130

Tabela 4.4. Médias e desvios-padrão de dois grupos de meninas com diferentes valores de z-escore da percentagem da estatura matura predita (baixo z-escore: P<50%; alto z-escore: P>50%), com inclusão da diferença entre as médias, tamanho do efeito e teste *t*-Student..... 132

Tabela 4.5. Médias e desvios-padrão de dois grupos de meninos com diferentes valores de z-escore da percentagem da estatura matura predita (baixo z-escore: P<50%; alto z-escore: P>50%), com inclusão da diferença entre as médias, tamanho do efeito e teste *t*-Student..... 133

Tabela 4.6. Análise multivariada de variância (MANOVA) e de covariância (MANCOVA com o estado maturacional a partir do z-escore da %EMP como covariável) para examinar o efeito do sexo, do estado maturacional e da interação de ambos, sobre os resultados dos testes físicos e de coordenação motora..134

Capítulo 5: Estudo 3

Tabela 5.1. Características gerais do total da amostra (n = 73)..... 158

Tabela 5.2. Coeficientes de correlação parcial entre as variáveis antropométricas e o desempenho nas provas do teste de coordenação motora (KTK), controlando pela idade cronológica..... 159

Capítulo 6: Estudo 4

Tabela 6.1. Estatísticas descritivas das variáveis antropométricas, de aptidão física e de coordenação motora e suas respectivas correlações de Pearson com idade cronológica e estado maturacional (n=74) 179

Tabela 6.2. Resultados das correlações canônicas entre os domínios morfológico e aptidão física, morfológico e coordenação motora e aptidão física e coordenação motora em meninas de 8 anos de idade 181

Capítulo 7: Estudo 5

Tabela 7.1. Resultados da análise multivariada de variância (MANOVA) e estatística descritiva (média e desvio-padrão) para meninos e meninas.....205

Tabela 7.2. Estatísticas descritivas das variáveis qualitativas em meninos e meninas206

Tabela 7.3. Preditores do bom desempenho no KTK. O modelo de regressão logística explicou 50,8% (R² de Nagelkerke) da variância no desempenho dos

meninos (teste de Omnibus: $\chi^2 = 41.166$; $p < 0,001$) e 40,8% das meninas (teste de Omnibus: $\chi^2 = 29.933$; $p < 0,01$). 209

ABREVIATURAS E SIGLAS

2BL	Lançamento de <i>medicineball</i> 2 kg
10SR	10x5-m <i>shuttle-run</i>
20SR	20m <i>shuttle-run</i>
%EMP	Percentagem de estatura madura predita
%G	Percentual de gordura
ABD	Abdominais em 60 segundos
ACSM	<i>American College of Sports Medicine</i>
AF	Atividade física
AFEA	<i>Australian Fitness Education Award battery</i>
AHA	<i>American Heart Association</i>
ALPHA	<i>Assessing Levels of Physical Activity and Fitness</i>
ANCOVA	Análise univariada de covariância
ANOVA	Análise univariada de variância
AS	Altura sentado
C25	Corrida de velocidade 25m
CC	Conselho Científico
CCI	Coefficiente de correlação intraclass
CEP	Comitê de ética em pesquisa
CPM	<i>Counts.min⁻¹</i>
EMP	Estatura madura predita
EP	Erro padrão
ER	Equilíbrio à retaguarda
EST	Estatura
EUROFIT	<i>European test of physical fitness</i>
FCDEF-UC	Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra
FPM	Força de preensão manual
IC	Intervalo de confiança
IH	Impulsão horizontal

IMC	Índice de massa corporal
IPAQ	<i>International Physical Activity Questionnaire</i>
KTK	<i>Körperkoordinationstest für Kinder</i>
LC	Limites de confiança
LI	Limite inferior
LS	Limite superior
MANCOVA	Análise multivariada de covariância
MAND	<i>McCarron Assessment of Neuromuscular Development</i>
MANOVA	Análise multivariada de variância
MC	Massa corporal
MET	Equivalente metabólico
MEP	Média de estatura parental
MG	Massa gorda
MLG	Massa livre de gordura
N	Número amostral
OR	<i>odds ratios</i>
PC	Perímetro de cintura
PVC	Pico de velocidade de crescimento
QM	Quociente motor
RCE	Relação perímetro de cintura-estatura
RSE	Relação altura sentado-estatura
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SEA	Sentar e alcançar
SL	Saltos laterais
SM	Saltos monopedais
STROBE	<i>Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TL	Transposição lateral
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
WHO	<i>World Health Organization</i>

Parte

I

Introdução Geral e Revisão da Literatura

CAPÍTULO 1

Introdução Geral

1.1. Atividade física e saúde

A atividade física pode ser definida como qualquer movimento corporal produzido pela musculatura esquelética que resulta num gasto energético acima dos níveis de repouso (Caspersen, Powell & Christenson, 1985). Incluem-se atividades de lazer, exercício físico, esporte, atividade ocupacional, atividades domésticas e atividades de transporte.

Durante as últimas décadas, a comunidade científica tem alertado a população sobre a redução dos níveis de atividade física que afeta a sociedade. Tal evidência torna-se motivo de preocupação diante do consenso, entre inúmeros pesquisadores, de que a hipocinesia relaciona-se com várias doenças crônico-degenerativas, dentre elas, acidente vascular cerebral, câncer, obesidade, osteoporose, diabetes, hipertensão e as doenças cardiovasculares (Morris & Crawford, 1958; Paffenbarger, Wing & Hyde, 1978; Pate, 1988; Montoye, Kemper, Saris & Washburn, 1996). Desse modo, ter uma vida fisicamente ativa deve ser fator presente na sociedade contemporânea para se melhorar a saúde e reduzir a morbidade e a mortalidade.

Já há algum tempo, estudos têm demonstrado que a prática de atividade física é um componente fundamental de um estilo de vida saudável também para os indivíduos jovens (Twisk, 2001), à medida em que promove benefícios sobre a atividade cognitiva (Ruiz et al., 2010), a estrutura óssea (Sayers et al., 2011; Gracia-Marco et al., 2011), a saúde metabólica (Adegboye et al., 2011) e o sistema cardiovascular (Vasconcelos et al., 2008), além de estar associada à manutenção da atividade física em idades subsequentes da vida (Graham, Sirard & Neumark-Sztainer, 2011) e na fase adulta (Hallal, Victoria, Azevedo & Wells, 2006).

Ainda nesse contexto, a literatura parece associar a importância da prática de atividade física para a saúde dos adolescentes ao desenvolvimento dos componentes da aptidão física relacionada à saúde (Martínez-Gómez et al., 2009; Gracia-Marco et al., 2011). A aptidão física relacionada à saúde pode ser definida como a capacidade de realizar tarefas diárias com vigor e demonstrar traços e características que estão associados com um baixo risco de desenvolvimento prematuro de doenças hipocinéticas (Pate, 1988). O conceito que engloba a aptidão física é o de que um

melhor índice em cada um dos seus componentes está associado com um menor risco para o desenvolvimento de doenças e/ou incapacidades funcionais (*American College of Sports Medicine [ACSM], 1996*).

Da mesma forma, também mostra-se importante na compreensão dos hábitos de vida relacionados à saúde dos jovens, no entanto ainda menos estudado pela comunidade científica, o comportamento sedentário, compreendido como exposição aos hábitos mais comumente adquiridos na sociedade contemporânea (ver televisão, aparelhos eletrônicos e jogar *videogame*). O tempo gasto em atividades hipocinéticas parece contribuir para a diminuição do nível habitual de atividade física (Santos, Gomes & Mota, 2005) e estar associado à redução dos níveis relacionados a um ou mais componentes da aptidão física relacionada à saúde dos jovens (Gaya et al., 2009; Martínez-Gómez et al., 2011). Nesse contexto, mediante a associação do comportamento sedentário com fatores de risco para morbidades (Twisk, 2001; Ribeiro et al., 2004; Andersen et al., 2006), compreende-se a importância de intervir quando o tempo gasto com atividades de baixo dispêndio energético encontra-se acima dos níveis adequados. Apesar de haver certo consenso quanto à negativa influência que um dispêndio energético diário baixo acarreta sobre a aptidão física e, conseqüentemente, à saúde de adolescentes de ambos os sexos, parece ser ainda obscura a compreensão de qual realidade influencia mais sobre tal evidência, se uma predominância de realização de atividades físicas de baixa intensidade ao longo do dia, se uma maior exposição às atividades relacionadas ao comportamento sedentário, ou se uma combinação desses dois hábitos.

Em crianças, assim como para os adultos e os adolescentes, os benefícios da prática regular de atividade física sobre a aptidão física relacionada à saúde são tópicos bastante estudados na literatura científica (Strong et al., 2005; Marcus et al., 2006; *Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008*). Janssen e LeBlanc (2010), em estudo de revisão, constataram evidências que associam a prática de atividades físicas com numerosos benefícios à saúde cardiovascular, metabólica, esquelética e mental, além de auxiliar no controle ponderal, especificamente na redução do risco de obesidade.

1.2. Competência motora e saúde na infância

Especificamente no tocante à relação entre atividade física e saúde na população pediátrica, percebe-se na literatura uma crescente preocupação com relação à competência motora (Stodden et al., 2008; Robinson et al., 2015). Competência motora é um termo global utilizado para traduzir várias outras terminologias que têm sido aplicadas na literatura para descrever o estado de proficiência para realização do movimento humano (como exemplos, *performance* motora, proficiência motora, habilidade motora, coordenação motora) (Robinson et al., 2015). Inúmeros estudos têm demonstrado uma positiva associação entre a competência motora e alguns componentes relacionados à saúde de pessoas jovens (Stodden et al., 2008; Burns et al., 2009; Cairney, Hay, Veldhuizen & Faught, 2010; Krombholz, 2006; Martins et al., 2010; Robinson et al., 2015). A atividade física e a prática desportiva têm uma relação recíproca com a competência motora ao longo da infância e da adolescência em ambos os sexos (Okely, Booth & Patterson, 2001; Stodden et al., 2008; Graham et al., 2011; Rivilis et al., 2011; Robinson et al., 2015). Enquanto a competência motora tipicamente aumenta com a idade e a experiência motora, crianças da mesma idade cronológica e/ou estado maturacional, e até do mesmo sexo, podem apresentar diferenças significativas entre seus desempenhos. Entre as idades de 3 e 6 anos, as diferenças entre os sexos no que toca à competência motora são mínimas, além disso, ambos demonstram potencial para melhorias no repertório motor (Kakebeeke, Locatelli, Rousson, Caflisch & Jenni, 2012). Desde meados até o final do período que compreende a infância e ao longo da adolescência, no entanto, os meninos, em comparação às meninas, destacam-se nas melhorias das competências motoras, notadamente em atividades que requerem velocidade, força e potência musculares, o que contribui para uma diferenciação notável entre os sexos (Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004). Muito embora muitas dessas diferenças possam ser atribuídas ao sexo e ao desenvolvimento puberal (maiores ganhos de massa livre de gordura nos meninos, por exemplo), as diferenças que emergem durante a infância tardia, e continuam até a adolescência, são também reflexos das diferenças de gênero na socialização, que refletem nas oportunidades de práticas de atividades físicas diferenciadas; ou seja, maior encorajamento e oportunidade para os meninos (Malina et al., 2004).

1.3. A criança e o adolescente

O crescimento, a maturação e o desenvolvimento são fenômenos bioculturais (Malina et al., 2004). Crescimento e desenvolvimento são termos distintos, frequente e inapropriadamente utilizados como sinônimos. O crescimento e o desenvolvimento são processos complexos que demoram, no ser humano, cerca de 20 anos antes que se completem (Duarte, 1993). O crescimento diz respeito às mudanças nas dimensões do indivíduo, o corpo como um todo, ou partes dele, em que o crescimento fisiológico de novos tecidos se reflete nas alterações da quantidade de proteína, gordura, minerais e de água.

Entende-se por maturação biológica as sucessivas modificações que se processam em um determinado tecido, sistema ou função, até que sua forma final seja alcançada. Portanto, maturação biológica deve ser entendida como o processo de amadurecimento mediante o qual se atinge o estado maduro, ou seja, a maturidade (Malina et al., 2004).

O desenvolvimento diz respeito à maturação de órgãos e sistemas e à aquisição de capacidades novas e cada vez mais específicas. Segundo Malina et al. (2004), o desenvolvimento humano pode ser categorizado no sentido biológico e no sentido comportamental. De acordo com os autores, o desenvolvimento biológico é entendido como a diferenciação das células ao longo de linhas especializadas de funções, as quais iniciam-se cedo na vida pré-natal, a continuar na pós-natal. O desenvolvimento comportamental relaciona-se com competências sociais, intelectuais ou cognitivas e emocionais, que inter-relacionam-se numa variedade de domínios para o ajustamento da criança no meio sócio-cultural.

Desempenho físico, atividade física e competência motora incluem os domínios biológico e comportamental. Em consequência, nenhum conjunto de fenômenos isolados descreve o crescimento, a maturação e o desenvolvimento de uma criança ou de um adolescente, ou o seu nível de desempenho físico, de atividade física e de competência motora (Malina et al., 2004). Os autores afirmam, ainda, que a criança ou o adolescente deve ser visto de maneira biocultural. O crescimento biológico e a

maturação biológica não procedem isolados de outros aspectos pessoais e comportamentais. O domínio biológico e o domínio comportamental interagem na formação dos indivíduos conforme eles progridem do estado imaturo ao maduro ou da infância, durante a pré-adolescência e a adolescência, à idade adulta (Figura 1.1).

Rocha (1996) conclui que os fatores genéticos influenciam os fatores endócrinos, neurológicos e emocionais, que, por sua vez, influenciam o crescimento, a maturação e o desenvolvimento. Esses aspectos inter-relacionam-se com a atividade e o desempenho motores, que, por sua vez, relacionam-se com a cultura, a organização social, a ideologia e a tecnologia. Existe, portanto, uma rede integrada de influências que torna difícil a separação dos diferentes fatores.

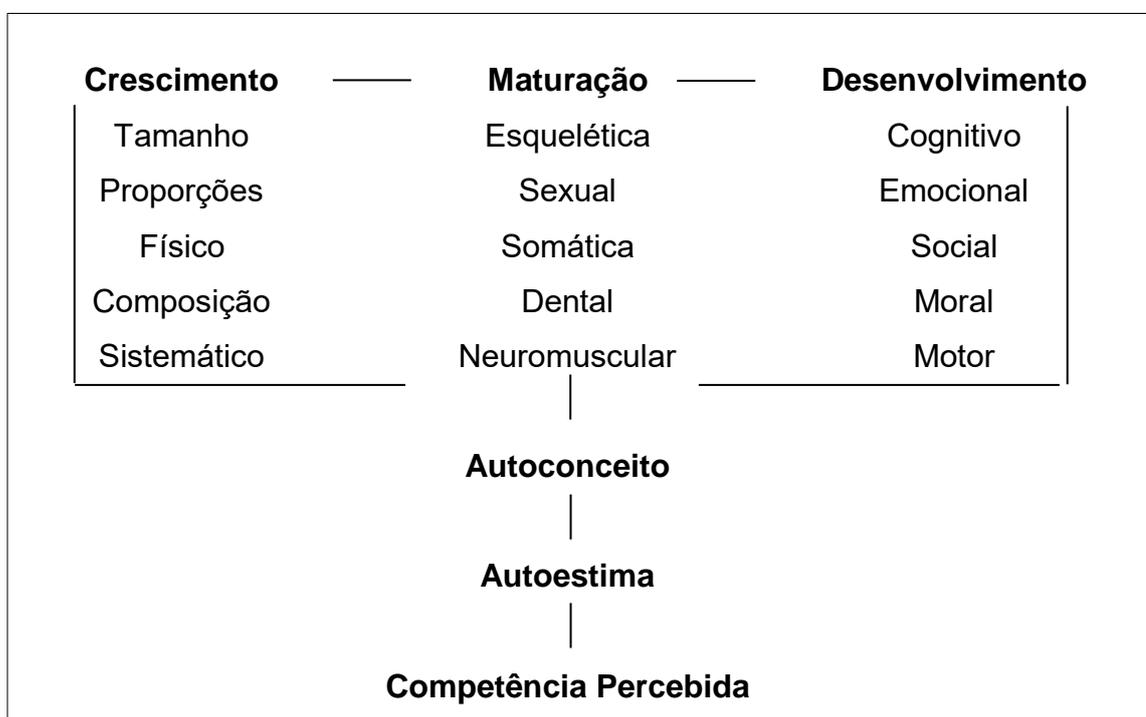


Figura 1.1. A criança e o adolescente como indivíduos bioculturais: interações do crescimento, maturação e desenvolvimento (Adaptada de Malina et al., 2004).

1.4. Fatores e determinantes dos hábitos motores de crianças e jovens

Da análise da literatura, pode-se constatar que não há ainda uma descrição esclarecedora dos múltiplos fatores que determinam a forte variabilidade nos hábitos

de atividade física e na competência motora das populações infanto-juvenis. No entanto, compreende-se que tais fatores mostram-se relacionados às influências biológicas, comportamentais, ambientais e pela interação delas (Barnett et al., 2016).

Seabra, Mendonça, Thomis, Anjos e Maia (2008) apontam para alguns fatores, e seus respectivos determinantes, que estão associados aos hábitos motores, a saber: demográficos e biológicos; psicológicos, emocionais e cognitivos; comportamentais; sócio-culturais; ambientais; e características da atividade física (Tabela 1.1).

Tabela 1.1. Fatores e determinantes dos hábitos de atividade física.

Fatores	Determinantes
Demográficos e biológicos	Idade; habilitações acadêmicas; sexo; genética; estatuto sócio-econômico; características físicas antropométricas/composição corporal; etnia
Psicológicos, emocionais e cognitivos	Gosto pelos exercícios; alcance de benefícios; desejo de exercitar-se; distúrbios do humor; percepção de saúde e aptidão; senso pessoal de competência; motivação
Comportamentais	História de atividade anterior; qualidade dos hábitos dietéticos; processos de mudança
Sócio-culturais	Influência do médico; apoio social dos amigos/pares; apoio social da família; apoio social dos professores
Ambientais	Acesso a equipamentos (percepção); clima; custos dos programas; interrupção da rotina
Características da atividade física	Intensidade; sensação subjetiva do esforço

Adaptada de Seabra et al., 2008.

Em uma recente revisão sistemática com meta-análise, Barnett et al. (2016) afirmam que a investigação sobre as variáveis que apresentam correlação com a competência motora é uma área emergente, com a maioria dos estudos (69%)

publicados nos últimos 5 anos (desde 2010). Os fatores demográficos e biológicos foram os mais estudados, com idade (positiva), sexo (meninos mais qualificados do que meninas para controle de objetos e coordenação motora) e adiposidade (negativa para coordenação motora e estabilidade) identificados como as variáveis mais correlacionadas à competência motora. Quanto aos fatores comportamentais, atividade física e participação desportiva foram as variáveis mais investigadas, com algumas evidências de que a atividade física exerce um efeito positivo sobre a competência motora. Os fatores culturais e sociais, assim como os fatores ambientais, foram pouco estudados e os autores enaltecem a necessidade de futuras investigações com estas temáticas.

1.5. Coordenação motora e saúde da população pediátrica

A competência motora engloba a coordenação motora, que pode ser definida como a interação harmoniosa e econômica do sistema musculoesquelético, do sistema nervoso e do sistema sensorial com a finalidade de produzir ações motoras precisas e equilibradas (Schilling & Kiphard, 1976). Inúmeras evidências têm mostrado associação da coordenação motora com aspectos relacionados à saúde de crianças (Burns et al., 2009; Martins et al., 2010; Lopes, Rodrigues, Maia & Malina, 2011; Lopes, Stodden, Bianchi, Maia & Rodrigues, 2012). Ainda nesse contexto, nos últimos anos, alguns estudos têm destinado interesse sobre o comportamento dos escolares quanto ao aspecto da competência motora, em que se evidencia que o nível de coordenação motora de crianças está associado à aptidão física relacionada à saúde (Cairney et al., 2010; Machado Rodrigues et al., 2012), ao nível de atividade física dos mesmos (Rivillis et al., 2011; Lopes et al., 2011), à morfologia corporal (Lopes et al., 2012; Krombholz, 2013) às características sociodemográficas (Mutunga et al., 2006) e, conseqüentemente, à saúde global da população infantil. Mais, o desenvolvimento motor na infância parece influenciar decisivamente na motivação (Okely et al., 2001) e até no envolvimento em práticas motoras na adolescência (Lopes et al., 2011; Graham et al., 2011; Jaakkola, Yli-Piipari, Huotari, Watt & Liukkonen, 2016).

Dentre os estudos relacionados à competência motora, no contexto do crescimento e da maturação biológica, o desenvolvimento e a coordenação motora têm recebido menos atenção. Seils (1951), em um estudo correlacional, precoce neste

campo específico de pesquisa, observou uma associação que variou de baixa a moderada entre a idade esquelética e alguns testes de coordenação corporal (por exemplo, atividades manipulativas e de equilíbrio). Alguns anos depois, em outro estudo correlacional, ficou concluído que uma tarefa de coordenação motora fina não foi associada à idade óssea em crianças de 5 a 9 anos (Kerr, 1975). Recentemente, a associação entre a maturação esquelética e a coordenação motora foi avaliada em 429 crianças (213 meninos, 216 meninas), com idades entre 7-10 anos, através do método da regressão múltipla hierárquica (Freitas et al., 2015). O estudo menciona que a maturação esquelética, juntamente com medidas de tamanho corporal, explicou um máximo de 7% da variância na coordenação motora, ou seja, concluiu-se que a maturação isoladamente, ou em interação com o tamanho do corpo, não tem uma influência substancial na coordenação motora (Freitas et al., 2015). Os mesmos autores, neste estudo, fizeram inferência à interação entre as diferenças individuais na maturação neuromuscular e as condições ambientais como fatores primários que podem influenciar nas habilidades motoras fundamentais e na coordenação motora (Freitas et al., 2015). A inter-relação entre biologia e comportamentos (como, por exemplo, o desempenho físico e a atividade física) nas crianças exige uma abordagem mais complexa e necessária em futuras investigações acerca do tema.

1.6. Avaliação multidimensional da coordenação motora

Uma variedade de instrumentos está disponível para medir a coordenação motora de crianças (Cools, Martelaer, Samaey & Andries, 2009). A escolha do instrumento depende de vários aspectos como: o objetivo da medida, a idade dos participantes, a validade do teste para determinada amostra, dentre outros (Cools et al., 2009). Mais recentemente, o *Körperkoordinationstest für Kinder* - KTK (Kiphard & Schilling, 1974) tem sido utilizado como teste para avaliação da coordenação motora em múltiplos contextos (Krombholz, 2006; D'Hondt et al., 2011; Lopes et al., 2012; Lopes, Santos, Pereira & Lopes, 2013) e em diversos países (Krombholz, 2006; D'Hondt et al., 2011; D'Hondt et al., 2014; Laukkanen, Pesola, Havu, Sääkslahti & Finni, 2014; Bardid, Rudd, Lenoir, Polman & Barnett, 2015), inclusive no Brasil e em Portugal (Catenassi et al., 2007; Lopes et al., 2012; Lopes, Santos, Moreira, Pereira & Lopes, 2015; Freitas et al., 2016).

O KTK é um instrumento considerado adequado para avaliar o nível geral de coordenação motora de diferentes indivíduos (Vandorpe et al., 2011; Vandendriessche et al., 2012). Em uma recente revisão sistemática, Iivonen, Sääkslahti e Laukkanen (2015) organizaram os 46 estudos selecionados em seis categorias de acordo com seus propósitos principais e o uso do KTK. A maior categoria foi composta por estudos que relataram associações da coordenação motora com outras variáveis correlatas. Destes estudos, a maioria investigou fatores biológicos, com um grande número de textos focados na associação das dimensões corporais, nomeadamente o índice de massa corporal (IMC), com o desempenho no KTK.

Com base nas evidências, nota-se na literatura científica que a aptidão física, assim como o envolvimento em atividades físicas, são aspectos importantes levados em consideração quando se trata da saúde de adultos e jovens. No entanto, no que diz respeito às crianças, percebe-se o renascer de um outro componente tão importante quanto os primeiros, a coordenação motora. Contudo, ainda são poucas as evidências que explicam o desempenho em teste de coordenação motora e a relação deste com a morfologia corporal, o estado maturacional, a aptidão física e o nível de atividade física. Além disso, são ainda menores as evidências que procuram analisar os fatores demográfico-biológicos, comportamentais, sociais e ambientais e o modo efetivo como interagem na infância com a coordenação motora das crianças de ambos os sexos.

1.7. Objetivos da tese

Diante do exposto, a presente tese de doutoramento tem como objetivo explorar a contribuição das características biológicas, do estilo de vida, dos fatores sociais e ambientais para explicar a variabilidade inter-individual em crianças pré-púberes nos aspectos relacionados ao desempenho motor, especificamente quanto ao desempenho em teste de coordenação motora. Para tal, considera-se os seguintes objetivos específicos, cada um gerado de uma análise específica, a saber:

- Analisar a magnitude da associação do tamanho corporal com a coordenação motora em sujeitos de ambos os sexos, a partir de uma revisão sistemática com meta-análise (**Estudo 1**);
- Identificar se há efeito, independente e/ou combinado, do sexo e da maturação biológica na competência motora em provas de aptidão física e de coordenação motora (**Estudo 2**);
- Analisar a associação do estado maturacional com o desempenho nas provas do *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK) em crianças pré-púberes do sexo masculino (**Estudo 3**);
- Analisar a associação entre a morfologia corporal, a maturação biológica, as provas de aptidão física e de coordenação motora, e interpretar cada um dos domínios como espaços multivariados, isoladamente para o sexo feminino (**Estudo 4**);
- Identificar os fatores demográfico-biológicos, comportamentais, sociais e ambientais correlatos com o melhor desempenho em teste de coordenação motora de crianças do sexo masculino e do feminino, a partir da construção de modelos baseados na técnica de regressão logística (**Estudo 5**).

1.8. Organização da tese

A tese está organizada em 4 partes que subdividem-se em capítulos, que incluem:

- Parte I:** capítulo 1 (introdução geral) e capítulo 2 (revisão sistemática com meta-análise - **Estudo 1**);
- Parte II:** capítulo 3 (considerações metodológicas gerais da tese);
- Parte III:** os estudos transversais que respondem aos objetivos específicos da tese (capítulo 4 - **Estudo 2**, capítulo 5 - **Estudo 3**, capítulo 6 - **Estudo 4** e capítulo 7 - **Estudo 5**);
- Parte IV:** capítulo 8 (discussão geral) e capítulo 9 (conclusões).

O primeiro capítulo tem por objetivo contextualizar o problema de pesquisa. Além disso, menciona o objetivo principal da tese, assim como os objetivos específicos, que nortearam a realização de estudos independentes, a serem apresentados nos capítulos subsequentes da presente tese de doutoramento.

No segundo capítulo, é apresentada uma revisão sistemática com meta-análise sobre a associação do IMC com o desempenho no KTK em meninos e meninas (**Estudo 1**), publicada na Revista Brasileira de Medicina do Esporte (2015). O estudo foi motivado pelo fato do IMC ser uma das variáveis mais relacionadas ao desempenho no KTK, em análise da literatura disponível sobre o tema em crianças e adolescentes. O estudo é apresentado no Anexo 5.

O terceiro capítulo apresenta as considerações metodológicas, que se propõem a descrever os métodos aplicados nas recolhas dos dados do Brasil e de Portugal. O texto está apresentado dividido nas seguintes seções: aspectos éticos, amostra, variáveis dos estudos, controle dos dados e análise dos dados.

Do quarto ao sétimo capítulos, são apresentados os estudos independentes que têm como finalidade atender aos objetivos específicos apontados no item 1.7. O **Estudo 2**, apresentado no capítulo 4, foi publicado na revista *Perceptual and Motor Skills* (2016) e traduzido para o português para inclusão na presente tese. O **Estudo 3**, que compõe o capítulo 5, foi publicado na Revista Paulista de Pediatria (2016). Ambos os estudos encontram-se em suas versões de publicação nas revistas nos Anexos da tese (Anexos 6 e 7).

No oitavo e nono capítulos são apresentadas a discussão geral da tese e as conclusões.

1.9. Referências

Adegboye, A. R., Anderssen, S. A., Froberg, K., Sardinha, L. B., Heitmann, B. L., Steene-Johannessen, J., Kolle, E., & Andersen, L. B. (2011). Recommended aerobic fitness level for metabolic health in children and adolescents: a study of diagnostic accuracy. *Br J Sports Med, 45*(9), 722-8.

American College of Sports Medicine (ACSM). (1996). *Manual para teste de esforço e prescrição de exercício* (4ª Ed). Rio de Janeiro, RJ: Ed. Revinter Ltda.

Andersen, L. B., Harro, M., Sardinha, L. B., Froberg, K., Ekelund, U., Brage, S., & Anderssen, S. A. (2006). Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet, 368*(9532), 299-304.

Bardid, F., Rudd, J. R., Lenoir, M., Polman, R., & Barnett, L. M. (2015). Cross-cultural comparison of motor competence in children from Australia and Belgium. *Front Psychol, 6*, 964.

Barnett, L. M., Lai, S. K., Veldman, S. L. C., Hardy, L. L., Cliff, D. P., Morgan, P. J., Zask, A., Lubans, D. R., Shultz, S. P., Ridgers, N. D., Rush, E., Brown, H. L., & Okely, A. D. (2016). Correlates of Gross Motor Competence in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med, 46*(11), 1663-1688.

Burns, Y. R., Danks, M., O'Callaghan, M. J., Gray, P. H., Cooper, D., Poulsen, L., & Watter, P. (2009). Motor coordination difficulties and physical fitness of extremely-low-birthweight children. *Dev Med Child Neurol, 51*(2), 136-42.

Cairney, J., Hay, J., Veldhuizen, S., & Faight, B. (2010). Comparison of VO₂ maximum obtained from 20m shuttle run and cycle ergometer in children with and without developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil, 31*(6), 1332-9.

Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*, 100(2), 172-179.

Catenassi, F. Z., Marques, I., Bastos, C. B., Basso, L., Ronque, E. R. V., & Gerage, A. M. (2007). Relação entre índice de massa corporal e habilidade motora grossa em crianças de quatro a seis anos. *Rev Bras Med Esporte*, 13(4), 227-30.

Cools, W., Martelaer, K. D., Samaey, C., & Andries, C. (2009). Movement skill assessment of typically developing preschool children: a review of seven movement skill assessment tools. *J.Sports Sci Med*, 8, 154-68.

D'Hondt, E., Deforche, B., Gentier, I., Verstuyf, J., Vaeyens, R., De Bourdeaudhuij, I., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2014). A longitudinal study of gross motor coordination and weight status in children. *Obesity*, 22(6), 1505-1511.

D'Hondt, E., Gentier, I., Deforche, B., Tanghe, A., De Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2011). Weight loss and improved gross motor coordination in children as a result of multidisciplinary residential obesity treatment. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 19(10), 1999-2005.

Duarte, M. F. (1993). Maturação Física: Uma revisão de literatura, com especial atenção à criança brasileira. *Cadernos de Saúde Pública*, 9(1), 71-84.

Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A. R., Gouveia, E. R., Thomis, M., Lefevre, J., Silva, R. D., & Malina, R. M. (2016). Skeletal Maturation, Body Size, and Motor Coordination in Youth 11–14 Years. *Med Sci Sports Exerc*, 48(6), 1129-1135.

Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A., Lefevre, J., Gouveia, E. R., Thomis, M., Antunes, A. M., Claessens, A. L., Beunen, G., & Malina, R. M. (2015). Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7-10 years. *Journal of Sports Sciences*, 33(9), 924-934.

Gaya, A. R., Alves, A., Aires, L., Martins, C. L., Ribeiro, J. C., & Mota, J. (2009). Association between time spent in sedentary, moderate to vigorous physical activity, body mass index, cardiorespiratory fitness and blood pressure. *Ann Hum Biol*, 36(4), 379-387.

Gracia-Marco, L., Vicente-Rodríguez, G., Casajús, J. Á., Molnar, D., Castillo, M. J., & Moreno, L. A. (2011). Effect of fitness and physical activity on bone mass in adolescents: the Helena study. *Eur J Appl Physiol*, 111(11), 2671-80.

Graham, D. J., Sirard, J. R., & Neumark-Sztainer, D. (2011). Adolescents' attitudes toward sports, exercise, and fitness predict physical activity 5 and 10 years later. *Prev Med*, 52(2), 130-132.

Hallal, P. C., Victora, C. G., Azevedo, M. R., & Wells, J. C. K. (2006). Adolescent physical activity and health: a systematic review. *Sports Med*, 36(12), 1019-1030.

Iivonen, S., Säakslahti, A. K., & Laukkanen, A. (2015). A review of studies using the Körperkoordinationstest für Kinder (KTK). *European Journal of Adapted Physical Activity*, 8(2), 18-36.

Jaakkola, T., Yli-Piipari, S., Huotari, P., Watt, A., & Liukkonen, J. (2016). Fundamental movement skills and physical fitness as predictors of physical activity: A 6-year follow-up study. *Scand J Med Sci Sports*, 26(1), 74-81.

Janssen, I., & LeBlanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 40.

Kakebeeke, T. H., Locatelli, I., Rousson, V., Caflisch, J., & Jenni, O. G. (2012). Improvement in gross motor performance between 3 and 5 years of age. *Perceptual and Motor Skills*, 114(3), 795-806.

Kerr, R. (1975). Movement control and maturation in elementary-grade children. *Perceptual and Motor Skills*, 41, 151-154.

Kiphard, E. J., & Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder - Body coordination test for children*. Weinheim, Germany: Beltz Test GmbH.

Krombholz, H. (2006). Physical performance in relation to age, sex, birth order, social class, and sports activities of preschool children. *Percept Mot Skills*, 102(2), 477-84.

Krombholz, H. (2013). Motor and cognitive performance of overweight preschool children. *Percept Mot Skills*, 116(1), 40-57.

Laukkanen, A., Pesola, A., Havu, M., Sääkslahti, A., & Finni, T. (2014). Relationship between habitual physical activity and gross motor skills is multifaceted in 5- to 8-year-old children. *Scand J Med Sci Sports*, 24, e102-10.

Lopes, L., Santos, R., Moreira, C., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2015). Sensitivity and specificity of different measures of adiposity to distinguish between low/high motor coordination. *J Pediatr (Rio J)*, 91, 44-51.

Lopes, L., Santos, R., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2013). Associations between gross motor coordination and academic achievement in elementary school children. *Human Movement Science*, 32, 9–20.

Lopes, V. P., Rodrigues, L. P., Maia, J. A., & Malina, R.M. (2011). Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scand J Med Sci Sports*, 21(5), 663-669.

Lopes, V. P., Stodden, D. F., Bianchi, M. M., Maia, J. A., & Rodrigues, L. P. (2012). Correlation between BMI and motor coordination in children. *J Sci Med Sport*, 15(1), 38-43.

Machado-Rodrigues, A. M., Figueiredo, A. J., Mota, J., Cumming, S. P., Eisenmann, J. C., Malina, R. M., & Coelho e Silva, M. J. (2012). Concurrent validation of estimated activity energy expenditure using a 3-day diary and accelerometry in adolescents. *Scand J Med Sci Sports*, 22(2), 259-64.

Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity* (2nd edn). Champaign, IL: Human Kinetics.

Marcus, B. H., Williams, D. M., Dubbert, P. M., Sallis, J. F., King, A. C., Yancey, A. K., Franklin, B. A., Buchner, D., Daniels, S. R., & Claytor, R. P. (2006). Physical activity intervention studies: what we know and what we need to know: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity); Council on Cardiovascular Disease in the Young; and the Interdisciplinary Working Group on Quality of Care and Outcomes Research. *Circulation*, *114*, 2739-2752.

Martínez-Gómez, D., Eisenmann, J. C., Moya, J. M., Gómez-Martínez, S., Marcos, A., & Veiga, O. L. (2009). The role of physical activity and fitness in the metabolic syndrome in adolescents: effect of different scores. The Afinos study. *J Physiol Biochem*, *65*(3), 277-289.

Martinez-Gomez, D., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Vicente-Rodriguez, G., Veiga, O. L., Widhalm, K., Manios, Y., Béghin, L., Valtueña, J., Kafatos, A., Molnar, D., Moreno, L. A., Marcos, A., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2011). Excessive sedentary time and low cardiorespiratory fitness in European adolescents: the HELENA study. *Arch Dis Child*, *96*(3), 240-246.

Martins, D., Maia, J., Seabra, A., Garganta, R., Lopes, V., Katzmarzyk, P., & Beunen, G. (2010). Correlates of changes in BMI of children from the Azores islands. *Int J Obes (Lond)*, *34*(10), 1487-93.

Montoye, H. J., Kemper, H. C. G., Saris, W. H. M, & Washburn, R. A. (1996). *Measuring physical activity and energy expenditure*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Morris, J. N., & Crawford, M. D. (1958). Coronary heart disease and physical activity of work. *BMJ*, *20*, 1485-1496.

Mutunga, M., Gallagher, A. M., Boreham, C., Watkins, D. C., Murray, L. J., Cran, G., & Reilly, J. J. (2006). Socioeconomic differences in risk factors for obesity in adolescents in Northern Ireland. *Int J Pediatr Obes*, 1(2), 114-9.

Okely, A. D., Booth, M. L., & Patterson, J. W. (2001). Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Med. Sci. Sports Exerc*, 33, 1899-1904.

Paffenbarger, R. S. Jr., Wing, A. L., & Hyde, R. T. (1978). Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. *American Quarterly for Exercise and Sport*, 67(3) Suppl, 11-28.

Pate, R. R. (1988). The evolving definition of physical fitness. *Quest*, 40(3), 174-179.

Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2008). *Physical activity guidelines advisory committee report* (Vol. 67, p. 683). Washington, DC: Author.

Ribeiro, J. C., Guerra, S., Oliveira, J., Teixeira-Pinto, A., Twisk, J. W. R., Duarte, J. A., & Mota, J. (2004). Physical activity and biological risk factors clustering in pediatric population. *Prev Med*, 39, 596-601.

Rivlis, I., Hay, J., Cairney, J., Klentrou, P., Liu, J., & Fought, B. E. (2011). Physical activity and fitness in children with developmental coordination disorder: a systematic review. *Res Dev Disabil*, 32(3), 894-910.

Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P., & D'Hondt, E. (2015). Motor Competence and its Effect on Positive Developmental Trajectories of Health. *Sports Med* 45(9), 1273-1284.

Rocha, F. B. R. (1996). Crescimento, maturação e desenvolvimento humano: processo adaptativo biocultural da espécie. *Artus - Revista de Educação Física e Desportos*, 17(1), 13 - 21.

Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Castillo, R., Martín-Matillas, M., Kwak, L., Vicente-Rodríguez, G., Noriega, J., Tercedor, P., Sjöström, M., & Moreno, L. A. (2010). Physical Activity, fitness, weight status, and cognitive performance in adolescents. *J Pediatr*, *157*(6), 917-922.e1-5.

Santos, M. P., Gomes, H., & Mota, J. (2005). Physical activity and sedentary behaviors in adolescents. *Ann Behav Med*, *30*(1), 21-24.

Sayers, A., Mattocks, C., Deere, K., Ness, A., Riddoch, C., & Tobias, J. H. (2011). Habitual levels of vigorous, but not moderate or light, physical activity is positively related to cortical bone mass in adolescents. *J Clin Endocrinol Metab*, *96*(5), E793-802.

Schilling, V. F., & Kiphard, E. J. (1976). The body coordination test (BCT). *JOPERD*, *47*(4), 37.

Seabra, A. F., Mendonça, D. M., Thomis, M. A., Anjos, L. A., & Maia, J. A. (2008). Determinantes biológicos e sócio-culturais associados à prática de atividade física de adolescentes. *Cad. Saúde Pública*, *24*(4), 721-736.

Seils, L. G. (1951). The relationship between measures of physical growth and gross motor performance of primary-grade school children. *Research Quarterly*, *22*, 244-260.

Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Roberton, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, *60*(2), 290-306.

Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J. R., Daniels, S. R., Dishman, R., Gutin, B., Hergenroeder, A. C., Must, A., Nixon, P. A., Pivarnik, J. M., Rowland, T., Trost, S., & Trudeau, F. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*, *146*, 732-737.

Twisk, J. W. R. (2001). Physical activity guidelines for children and adolescents: a critical review. *Sports Med*, *31*(8), 617-627.

Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B. F. R., Vaeyens, R., Malina, R. M., Lefevre, J., Lenoir, M., & Philippaerts, R. M. (2012). Variation in sport participation, fitness and motor coordination with socioeconomic status among Flemish children. *Pediatric Exercise Science, 24*, 113-128.

Vasconcelos, I. Q., Stabelini Neto, A., Mascarenhas, L. P., Bozza, R., Ulbrich, A. Z., Campos, Wd., & Bertin, R. L. (2008). Fatores de risco Cardiovascular em Adolescentes com diferentes níveis de gasto Energético. *Arq Bras Cardiol, 91*(4), 227-33.

Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Lefevre, J., Pion, J., Vaeyens, R., Matthys, S., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2011). KörperkoordinationsTest für Kinder: Reference values and suitability for 6–12-year-old children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 21*(3), 378-388.

CAPÍTULO 2

Revisão Sistemática com Meta-análise - Estudo 1
(Versão da revista apresentada no Anexo 5)

Índice de massa corporal e desempenho em teste de coordenação corporal para crianças (KTK): uma meta-análise

Publicado na Revista Brasileira de Medicina do Esporte (2015)

RESUMO

O teste de Coordenação Corporal para Crianças (*Körperkoordinationstest für Kinder*, KTK) tem sido utilizado na avaliação da coordenação motora de crianças e adolescentes. Objetivo: O objetivo desta revisão sistemática com meta-análise foi analisar a relação entre o índice de massa corporal (IMC) e o desempenho no KTK em crianças e jovens escolares saudáveis. O estudo baseou-se em pesquisas indexadas nas bases eletrônicas *PubMed* e *SciELO*. Os descritores foram: “*Körperkoordinationstest für Kinder*” e “KTK”. Foram considerados artigos em inglês e português publicados até Outubro de 2014. A qualidade dos estudos foi determinada pelas Escalas PEDro e STROBE. Foi realizada meta-análise utilizando o software *Comprehensive Meta-Analysis V2*. Foram incluídos 10 estudos. O resultado global com base no modelo de efeitos fixos mostrou que valores maiores de IMC estão diretamente associados ao baixo desempenho no KTK. Apesar da pequena diferença entre ambos, a magnitude do efeito da associação foi classificada como pequena, porém, significativa para o sexo masculino ($r = 0,29$; IC 95% 0,27 a 0,32; $Z = 22,47$; $p=0,000$) e moderada para o sexo feminino ($r = 0,32$; IC 95% 0,30 a 0,34; $Z = 24,76$; $p=0,000$). Os estudos apresentaram características amostrais bastante divergentes quanto ao tamanho da amostra e a faixa etária dos sujeitos, além de nenhum deles ter analisado o estado maturacional dos participantes. Conclui-se que há uma tendência de relação positiva entre valores elevados de IMC e o baixo desempenho no KTK. Para confirmação desta tendência, recomenda-se que os próximos trabalhos considerem o estado maturacional dos participantes, além de possibilitarem uma análise por sexo e idade.

Palavras-chave: meta-análise, adolescente, antropometria, desempenho motor.

Referência: Luz, L.G.O., Seabra, A.F.T., Santos, R., Padez, C., Ferreira, J.P. and Coelho-e-Silva, M.J. (2015) Associação entre IMC e teste de coordenação corporal para crianças (KTK). Uma meta-análise. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* 21(3), 230-235.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220152103144469>

2.1. Introdução

Janssen e LeBlanc (2010), numa revisão sistemática, constataram evidências associando a prática de atividades físicas na infância e adolescência a inúmeros benefícios de saúde, nomeadamente a saúde cardiovascular, metabólica, esquelética e mental, além de auxiliar no controle ponderal, reduzindo o risco de obesidade. A literatura parece associar a importância da prática de atividade física para a saúde dos jovens ao desenvolvimento dos componentes da aptidão física relacionada com a saúde (Gracia-Marco et al., 2011).

Em indivíduos jovens, assim como para os adultos, os benefícios da prática regular de atividade física sobre a aptidão física relacionada à saúde são tópicos bastante estudados na literatura científica (Strong et al., 2005; *Physical Activity Guidelines Advisory Committee*, 2009). Estudos têm demonstrado que a prática de atividade física é uma componente fundamental de um estilo de vida saudável (Twisk, 2001), na medida em que promove benefícios sobre a atividade cognitiva (Ruiz et al., 2010), a estrutura óssea (Gracia-Marco et al., 2011; Sayers et al., 2011), a saúde metabólica (Adegboye et al., 2011) e o sistema cardiovascular (Vasconcelos et al., 2008). A atividade física na infância e na adolescência está também associada à manutenção da atividade física em idades subsequentes da vida (Graham, Sirard & Neumark-Sztainer, 2011) e na fase adulta (Hallal, Victora, Azevedo & Wells, 2006).

Existe na literatura o renascer de uma preocupação com o desenvolvimento da coordenação motora e as implicações desta capacidade na saúde das crianças e dos adolescentes. A coordenação motora pode ser definida como a interação harmoniosa e econômica do sistema musculoesquelético, do sistema nervoso e do sistema sensorial com a finalidade de produzir ações motoras precisas e equilibradas (Schilling & Kiphard, 1976). Inúmeras evidências têm mostrado associação da coordenação motora com aspectos relacionados à saúde de crianças (Burns et al., 2009; Martins et al., 2010; Lopes, Stodden, Bianchi, Maia & Rodrigues, 2012). Dentre os aspectos estudados, destacam-se a aptidão física relacionada com a saúde (Cairney, Hay, Veldhuizen & Faught, 2010; Machado-Rodrigues et al., 2012), o nível de atividade física (Lopes et al., 2012; Rivillis et al., 2011), a morfologia corporal (Krombholz, 2013),

a maturação biológica (Katzmarzyk, Malina & Beunen, 1997) e as características sociodemográficas (Mutunga et al., 2006). Ainda, estudiosos mencionam que o desenvolvimento da coordenação motora na infância poderá influenciar decisivamente na motivação e no envolvimento em práticas motoras, relacionando-se positivamente com a realização de atividades físicas e com a participação desportiva (Graham et al., 2011; Okely, Booth & Patterson, 2001), além de, também, aumentar a probabilidade de obtenção de melhores desempenhos acadêmicos (Lopes, Santos, Pereira & Lopes, 2013).

Segundo Cools et al. (Cools, Martelaer, Samaey & Andries, 2009), vários são os instrumentos de avaliação da coordenação motora, dentre os quais, citam-se: Teste de Integração Sensorial da Califórnia do Sul, Teste de Bruininks-Oseretsky de Proficiência Motora, Teste de Habilidades de Crianças Jovens, Teste de Sensibilidade Cinestésica, Exame da Criança com Disfunção Neurológica Menor, Teste de Desenvolvimento Motor Grosso, Bateria de Avaliação de Movimento para Crianças - Teste do Movimento ABC, Teste de Coordenação Corporal para Crianças - *Körperkoordinationstest für Kinder* - KTK, entre outros.

Teste de Coordenação Corporal para Crianças - KTK

O *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK) surgiu frente à necessidade de diagnosticar mais sutilmente as insuficiências motoras em crianças com lesões cerebrais e/ou desvios comportamentais. O desenvolvimento do teste ocorreu na Alemanha, durante cinco anos de estudos, em diversos estágios, e culminou com sua concepção final publicada em 1974 (Kiphard & Schilling, 1974).

O KTK abrange componentes da coordenação corporal como: o equilíbrio, o ritmo, a força, a lateralidade, a velocidade e a agilidade. O teste leva cerca de 10 a 15 minutos para ser administrado a cada criança ou adolescente entre os 5 e os 14 anos de idade. A sala de teste deve apresentar uma dimensão mínima de 4x5 metros. O KTK tem, em sua forma final, quatro tarefas: equilíbrio em marcha à retaguarda, saltos monopedais, saltos laterais e transposição lateral.

O resultado de cada item é comparado com os valores normativos fornecidos pelos autores, sendo-lhe atribuído a cada item um quociente. O somatório dos quatro quocientes representa o quociente motor (QM), que pode ser apresentado em valores percentuais ou absolutos, permitindo classificar as crianças, para cada idade e sexo, segundo o seu nível de desenvolvimento coordenativo: (1) perturbações da coordenação ($QM < 70$); (2) insuficiência coordenativa ($71 \leq QM \leq 85$); (3) coordenação normal ($86 \leq QM \leq 115$); (4) coordenação boa ($116 \leq QM \leq 130$); (5) coordenação muito boa ($131 \leq QM \leq 145$). O KTK é um instrumento altamente confiável e válido e, portanto, frequentemente usado para avaliar a coordenação motora em crianças (Smits-Engelsman, Henderson & Michels, 1998; D'Hondt et al., 2011a).

Mais recentemente, o KTK tem sido utilizado como teste para avaliação da coordenação motora em diversos estudos realizados com crianças e adolescentes aparentemente saudáveis (D'Hondt et al., 2011a; D'Hondt et al., 2014). Destes, destacam-se, pelo seu maior número, os trabalhos que tiveram como objetivo associar o desempenho motor na bateria de testes do KTK com o índice de massa corporal (IMC) de crianças e jovens. Apesar do maior número de estudos relacionados com esse tema, percebe-se na literatura uma carência quanto à real magnitude do efeito dos resultados reportados.

Uma recente revisão sistemática sobre a relação entre a coordenação motora e aspectos da saúde de crianças e adolescentes mostrou que o tamanho corporal pode influenciar no desempenho da coordenação motora (Lubans, Morgan, Cliff, Barnett & Okely, 2010). Contudo, esta relação não esteve presente em todos os estudos analisados.

A presente revisão sistemática com meta-análise tem interesse, especificamente, nos estudos que utilizaram o KTK como instrumento para avaliar a coordenação motora de crianças e jovens, principalmente pelos seguintes aspectos: 1) trata-se de um teste apropriado para crianças com desenvolvimento motor típico padrão, bem como para crianças com danos cerebrais, problemas comportamentais ou dificuldades de aprendizagem; 2) o teste engloba uma faixa etária de 5 a 14 anos

de idade, ou seja, pode ser aplicado em crianças e adolescentes; 3) o KTK é fácil de configurar e leva pouco tempo para administrar; 4) o KTK é um dos testes de menor custo de execução; 5) o teste é completamente padronizado e considerado altamente confiável (Cools et al., 2009). Aliado às questões mencionadas anteriormente, que denotam vantagens do KTK em relação a outros testes de avaliação do desempenho motor, outro ponto importante, que merece destaque, é o fato do KTK ser o teste mais comumente utilizado em estudos que associam o IMC com o desempenho de crianças em teste de coordenação motora. Diante do exposto, o objetivo desta revisão sistemática seguida de meta-análise é analisar a relação entre o IMC e o desempenho no KTK em crianças e jovens escolares saudáveis.

2.2. Métodos

A presente revisão baseou-se na realização de uma pesquisa e identificação de artigos publicados sobre o tema e indexados nas bases eletrônicas *PubMed* e *SciELO*. Para busca *online*, os termos descritores utilizados foram: “*Körperkoordinationstest für Kinder*” e “KTK”, tendo em vista que o objetivo inicial foi de encontrar toda a literatura disponível sobre o KTK. A compilação dos estudos decorreu de Agosto a Outubro de 2014 (data da última busca: 26/10/2014).

Crítérios de inclusão

Foram incluídos estudos de intervenção e observacionais, transversais e longitudinais, realizados com escolares, crianças e adolescentes, de ambos os sexos. Os artigos analisados representam o total resultante da busca isolada de cada um dos descritores mencionados anteriormente. Foram analisadas todas as publicações nos idiomas português e inglês. Os estudos deveriam, obrigatoriamente, reportar os resultados da relação entre o IMC dos sujeitos e o desempenho no KTK.

Quanto aos critérios de exclusão adotados, o presente estudo optou por não utilizar: a) textos de revisão sobre o tema; b) estudos que não utilizaram a bateria KTK completa, com as 4 tarefas; c) estudos cuja amostra fosse de crianças com qualquer distúrbio de coordenação motora; d) estudos realizados com crianças em ambiente de treinamento desportivo e, por uma questão de controle da qualidade dos estudos

incluídos, e) estudos com um escore menor do que 4 na Escala de PEDro e 80% na Escala STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*). Os passos utilizados na seleção dos estudos estão ilustrados na Figura 2.1.

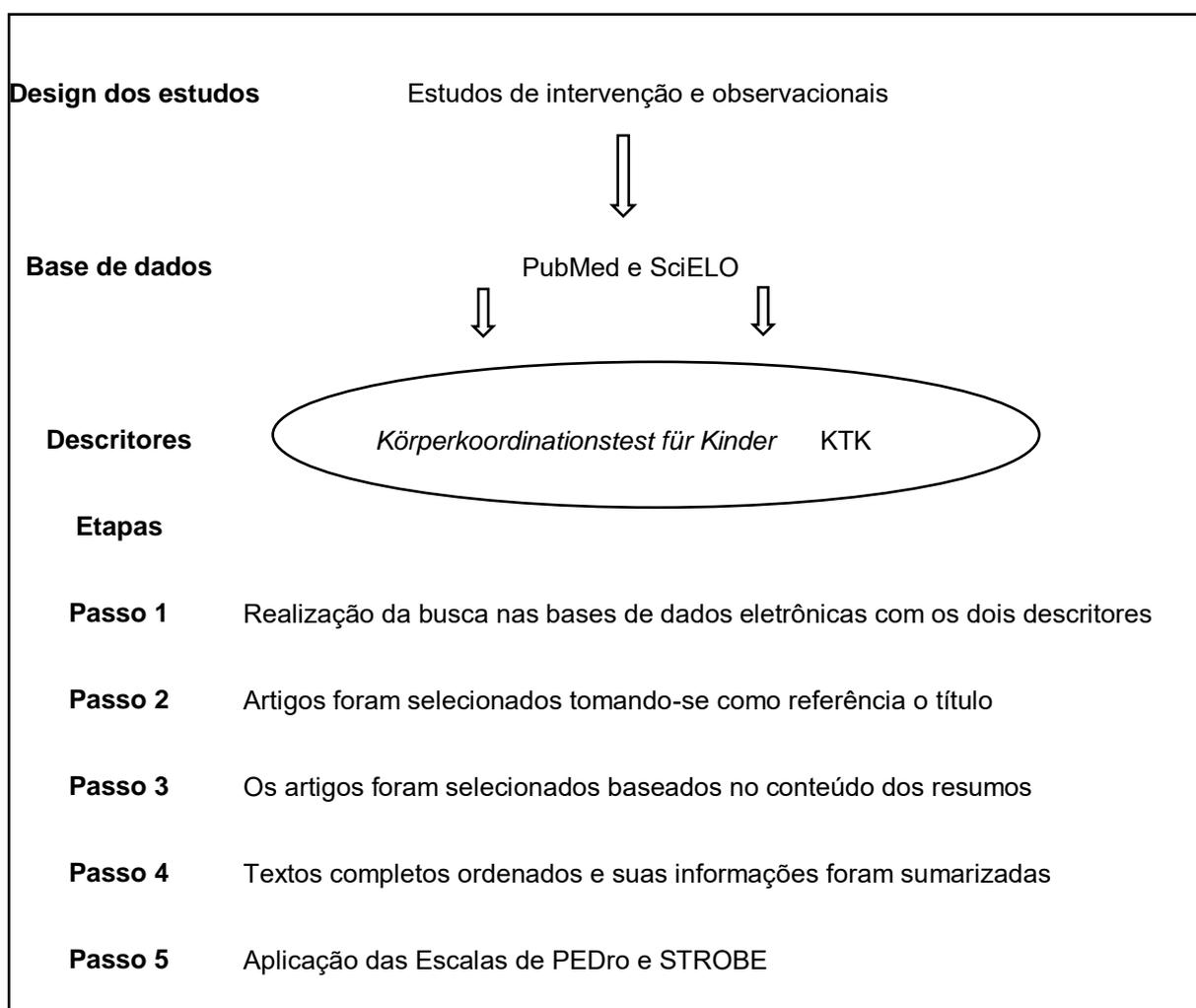


Figura 2.1. Diagrama de seleção dos estudos.

Avaliação da qualidade metodológica dos estudos

A qualidade dos estudos foi determinada pela utilização de dois instrumentos distintos, a Escala PEDro para os estudos de intervenção e a Escala STROBE para os estudos observacionais.

A Escala PEDro (Maher, Sherrington, Herbert, Moseley & Elkins, 2003), baseada na lista de Delphi (Verhagen et al., 1998) e traduzida para a língua portuguesa em 2009, tem 11 itens que avaliam a qualidade metodológica dos ensaios clínicos aleatórios, observando dois aspectos do estudo: a validade interna e se contém informações estatísticas suficientes para torná-lo interpretável.

Apenas dez dos 11 critérios avaliados recebem pontuação (Maher et al., 2003), ficando a primeira questão sem pontuação. Cada critério é pontuado de acordo com a sua manifestação no estudo avaliado. Caso seja presente, atribui-se um ponto e na sua ausência não se pontua. A pontuação final é obtida pela soma de todas as questões cujas respostas são positivas. De acordo com Moseley et al. (Moseley, Herbert, Sherrington & Maher, 2002), estudos com escore igual ou maior que 5 (50%) são considerados de alta qualidade. Apesar disso, devido à impossibilidade de se alcançar certas condições, como o cegamento dos profissionais que conduzem a intervenção ou dos sujeitos em estudos de intervenção, a pontuação máxima que poderia ser alcançada por um estudo de intervenção seria 8/10. Para a presente revisão, todos os estudos pontuados pela Escala PEDro com valores iguais ou superiores a 4 foram considerados estudos de boa qualidade metodológica e, portanto, incluídos na análise.

Já a qualidade dos estudos observacionais foi determinada pela Escala STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*) (von Elm et al., 2008). A lista de verificação e os documentos que descrevem a Iniciativa STROBE foram elaborados por meio de um processo de colaboração que incluiu pesquisadores que trabalham na área de epidemiologia, estatística e metodologia de pesquisa, além de editores de diversas revistas científicas. A Escala STROBE compreende uma lista de verificação de 22 itens que deveriam ser abordados na descrição dos estudos observacionais. Os itens relacionam-se com as informações que deveriam estar presentes no título, resumo, introdução, metodologia, resultados e discussão de artigos científicos que descrevem estudos observacionais (Malta, Cardoso, Bastos, Magnanini & Silva, 2010). Os estudos pontuados pela Escala STROBE com valores iguais ou maiores a 80% do máximo possível foram incluídos na análise.

Análise dos dados

A meta-análise foi realizada com o programa *Comprehensive meta analysis V2* e o resultado global com base no modelo de efeitos fixos (Harris et al., 2008) mostra a correlação entre os valores de IMC e o baixo desempenho no KTK, além do seu intervalo de confiança a 95%, a magnitude do efeito e a significância estatística ($p < 0,05$). Os coeficientes de correlação foram interpretados da seguinte forma (Hopkins, Marshall, Batterham & Hanin, 2009): trivial ($r < 0,1$), fraca ($0,1 < r < 0,3$), moderada ($0,3 < r < 0,5$), forte ($0,5 < r < 0,7$), muito forte ($0,7 < r < 0,9$), e quase perfeita ($r > 0,9$). Além disso, foi realizada também uma análise de viés de publicação por meio de inspeção visual do “funil invertido”. O gráfico de dispersão no formato de “funil invertido” foi utilizado para avaliar o risco de viés de publicação, por meio da avaliação da distribuição dos dados observados no gráfico. Quando não há risco de viés de publicação, obtém-se a figura que dá nome ao gráfico. Os valores obtidos no gráfico não são sistematicamente examinados e a simetria (ou assimetria) tem geralmente sido definida por meio de inspeção visual. Relativamente às estatísticas de heterogeneidade, utilizou-se o Q de Cochran para o cálculo do I^2 de Higgin, que representa a percentagem de variância atribuída à heterogeneidade. O I^2 toma valores entre 0% e 100%. Valor zero indica ausência de heterogeneidade. Os demais valores classificam-se em: baixa heterogeneidade ($25\% < I^2 < 50\%$), heterogeneidade moderada ($50\% < I^2 < 75\%$) e heterogeneidade elevada ($I^2 > 75\%$) (Sterne, 2009). Por último, optou-se por realizar, também, uma análise dos subgrupos masculino e feminino para melhor compreender os resultados e a heterogeneidade dos dados.

2.3. Resultados

Foram identificados 102 estudos (87 no *PubMed* e 15 no *SciELO*); 84 foram excluídos após análise dos títulos e resumos, por serem duplicados ou por não se enquadrarem nos critérios de seleção; 18 foram analisados pelo texto completo, dos quais 8 foram excluídos por não se enquadrarem nos critérios de inclusão ou por não terem atingido os 4 pontos na Escala PEDro ou os 80% na Escala STROBE (Figura 2.2). Dos 10

estudos selecionados, um era de intervenção (de curta duração) e nove de âmbito observacional.

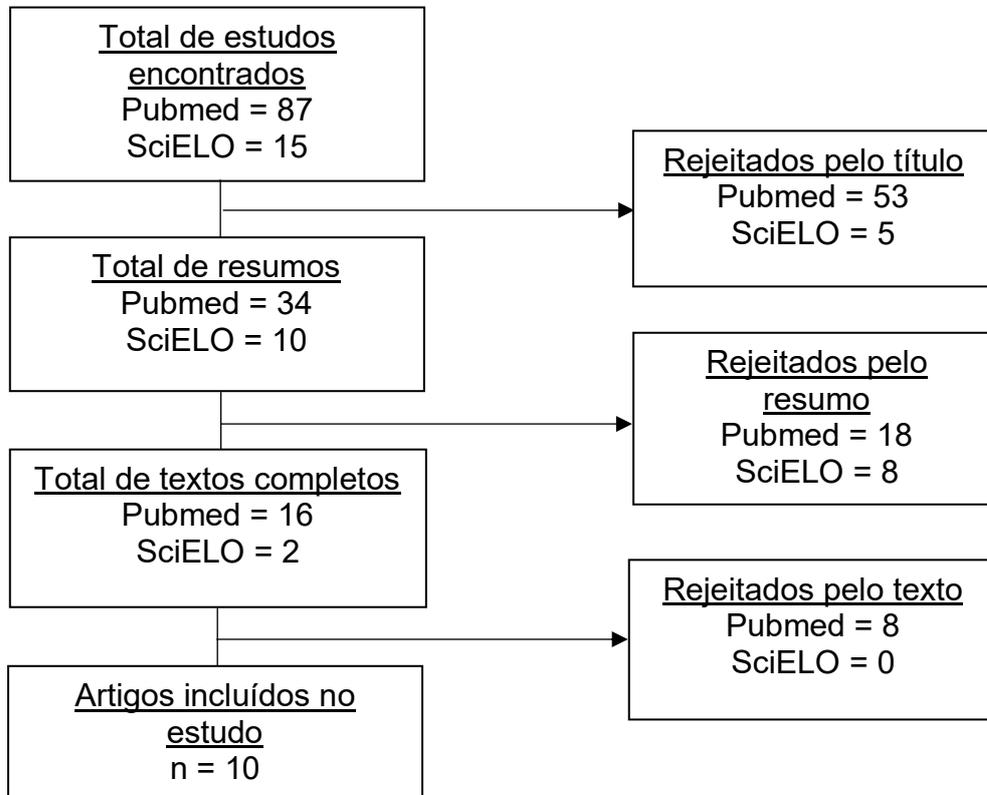


Figura 2.2. Sumário do fluxograma de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos selecionados.

Na Tabela 2.1, encontram-se as características gerais dos estudos selecionados.

Tabela 2.1. Dados gerais quanto à origem, dimensão e idade da amostra e principais dados estatísticos reportados dos estudos selecionados.

Estudo (ano)	Base de dados	Amostra	País	Idade (anos)	Dados estatísticos
Catenassi et al., 2007	SciELO	27 crianças (meninas = 11)	Brasil	4 a 6	Correlação e N
D'Hondt et al., 2011a	PubMed	954 crianças (meninas = 500)	Bélgica	5 a 12	Média, desvio padrão e N
D'Hondt et al., 2011b	PubMed	72 crianças (meninas = 24)	Bélgica	7 a 13	Média, desvio padrão e N
D'Hondt et al., 2013	PubMed	100 crianças (meninas = 48)	Bélgica	6 a 10	Correlação e N
D'Hondt et al., 2014	PubMed	754 crianças (meninas = 49,2%)	Bélgica	7 a 13	Correlação e N
Graf et al., 2004	PubMed	668 crianças (meninas = 327)	Alemanha	6,7±0,4	Correlação e N
Lopes et al., 2012	PubMed	7.175 crianças (meninas = 3559)	Portugal	6 a 14	Correlação e N
Lopes et al., 2013	PubMed	596 crianças (meninas = 281)	Portugal	9 a 12	Odds ratio e intervalo de confiança
Martins et al., 2010	PubMed	285 crianças (meninas = 142)	Portugal	6	Correlação e erro padrão
Melo & Lopes, 2013	SciELO	794 crianças (meninas = 398)	Portugal	6 a 9	Correlação e N

N: tamanho da amostra

Os resultados encontrados evidenciam uma predominância de estudos realizados na Europa (nove estudos), o que já era esperado levando-se em consideração a origem do teste, com destaque para os estudos realizados na Bélgica (quatro estudos) e em Portugal (quatro estudos). Todos os estudos compilados apresentaram em sua amostra crianças de ambos os sexos, embora alguns não tenham apresentado os resultados da associação entre o IMC e o desempenho no KTK dos sujeitos analisados, separadamente, para meninos e meninas. Percebe-se uma heterogeneidade no quantitativo amostral dos estudos e a faixa etária predominante é dos 6 aos 10 anos de idade.

Os dados apresentados em texto e em tabelas são, em sua maioria, valores de correlação entre as variáveis de estudo e o tamanho da amostra.

A Tabela 2.2 reporta os resultados da correlação e a magnitude do efeito de cada um dos estudos, separadamente, assim como o valor geral.

Dentre os estudos analisados, o resultado de Catenassi et al. (Catenassi et al., 2007) não apresentou associação significativa ($p = 0,845$). A magnitude da associação mostrada pelos estudos foi menor no estudo de Martins et al. (Martins et al., 2010) e maior em D'Hondt et al. (D'Hondt et al., 2011b). O tamanho do efeito na análise para ambos os sexos combinados foi significativo, mas sua correlação classificada como trivial ($r = 0,06$; IC 95% 0,05 a 0,06; $Z = 16,21$; $p = 0,000$). As Tabelas 2.3 e 2.4 reportam os resultados da correlação e magnitude do efeito de cada um dos estudos, separadamente, assim como os valores estatísticos no geral para meninos e meninas, respectivamente.

Nos meninos, a associação mostrada pelos estudos variou de $r = 0,17$ (IC 95% 0,05 a 0,28; $Z = 2,78$; $p = 0,005$), no estudo de Graf et al. (Graf et al., 2004), a $r = 0,72$ (IC 95% 0,63 a 0,79; $Z = 10,36$; $p = 0,000$), em D'Hondt et al. (D'Hondt et al., 2011b). A associação encontrada na análise dos 6 estudos, entre o IMC e o desempenho no teste KTK em sujeitos do sexo masculino, foi de $r = 0,29$ (IC 95% 0,27 a 0,32; $Z = 22,47$; $p = 0,000$), ou seja, uma associação fraca, porém significativa, entre o valor mais alto de IMC e a diminuição no desempenho do KTK. Nas meninas, o valor encontrado foi de $r = 0,32$ (IC 95% 0,30 a 0,34), caracterizando-se por uma associação

moderada, tendo-se obtido uma significativa magnitude dos efeitos com o valor de $Z = 24,76$ ($p = 0,000$).

Na Figura 2.3, encontra-se representada a tendência do viés das publicações através do gráfico de dispersão em funil, “funil invertido” ou “árvore de natal” (Egger & Smith, 1998). Cada ponto do gráfico representa um estudo pelo que a forma assimétrica obtida no presente estudo sugere que houve viés de publicação.

Deste modo, calculou-se o I^2 de Higgin, com base no valor do Q de Cochran, tendo a percentagem da variância atribuída à heterogeneidade atingido os 99% para a totalidade das amostras analisadas, 94% no caso dos meninos e 95% nas meninas, quando calculada separadamente por sexo.

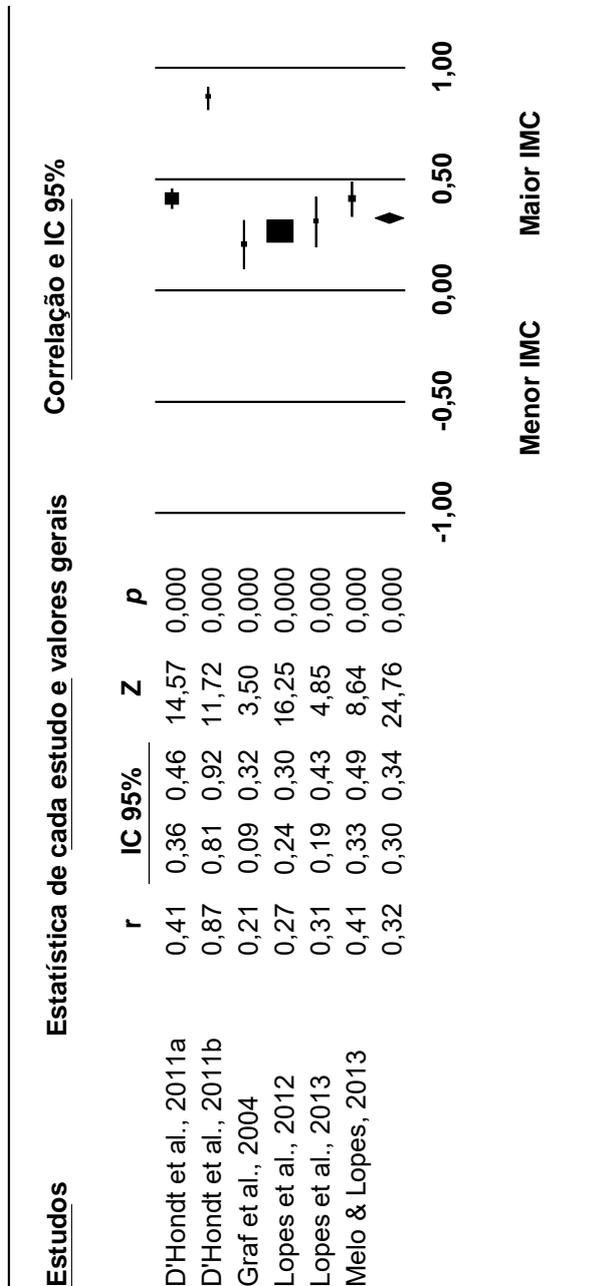
Tabela 2.2. Estudos, valores de correlação e magnitude do efeito dos seus resultados e valor representativo geral da relação entre o IMC e o baixo desempenho no KTK de escolares de ambos os sexos.

Estudos	Estatística de cada estudo e valores gerais				Correlação e IC 95%	
	r	IC 95%	Z	p	Menor IMC	Maior IMC
Catenassi et al., 2007	0,04	-0,35 0,41	0,20	0,845		
D'Hondt et al., 2011a	0,41	0,37 0,44	19,90	0,000		
D'Hondt et al., 2011b	0,80	0,73 0,84	15,36	0,000		
D'Hondt et al., 2013	0,62	0,48 0,73	7,14	0,000		
D'Hondt et al., 2014	0,27	0,23 0,32	10,86	0,000		
Graf et al., 2004	0,17	0,12 0,23	5,85	0,000		
Lopes et al., 2012	0,25	0,23 0,28	21,88	0,000		
Lopes et al., 2013	0,38	0,30 0,46	8,48	0,000		
Martins et al., 2010	0,01	0,00 0,02	2,41	0,016		
Melo & Lopes, 2013	0,34	0,27 0,40	9,78	0,000		
	0,06	0,05 0,06	16,21	0,000		

Tabela 2.3. Estudos, valores de correlação e magnitude do efeito dos seus resultados e valor representativo geral da relação entre o IMC e o baixo desempenho no KTK de escolares do sexo masculino.

Estudos	Estatísticas de cada estudo e valores gerais				Correlação e IC 95%	
	r	IC 95%	Z	p	Menor IMC	Maior IMC
D'Hondt et al., 2011a	0,42	0,35 0,46	13,56	0,000		
D'Hondt et al., 2011b	0,72	0,63 0,79	10,36	0,000		
Graf et al., 2004	0,17	0,05 0,28	2,78	0,005		
Lopes et al., 2012	0,24	0,21 0,27	14,71	0,000		
Lopes et al., 2013	0,45	0,34 0,55	7,16	0,000		
Melo & Lopes, 2013	0,26	0,16 0,35	5,18	0,000		
	0,29	0,27 0,32	22,47	0,000		

Tabela 2.4. Estudos, valores de correlação e magnitude do efeito dos seus resultados e valor representativo geral da relação entre o IMC e o baixo desempenho no KTK de escolares do sexo feminino.



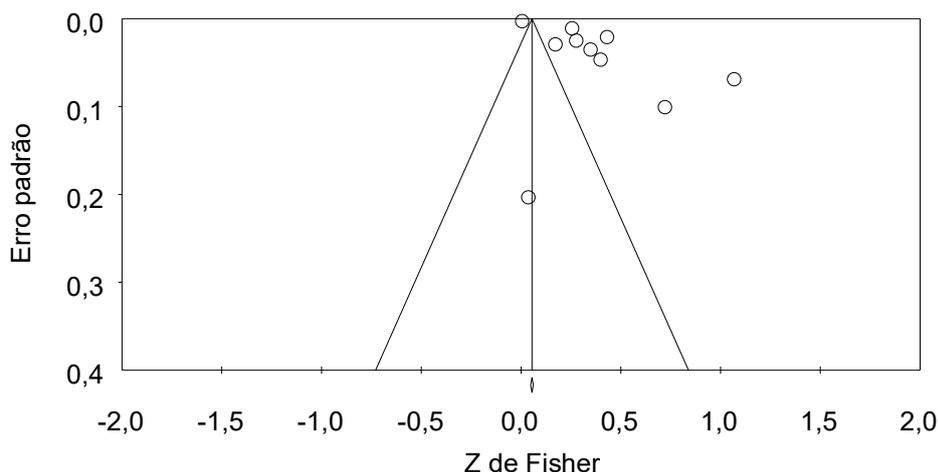


Figura 2.3. Resultado gráfico de dispersão em “funil invertido” do erro padrão pelo Z de Fisher.

2.4. Discussão

Os resultados encontrados apontam para uma associação positiva entre os maiores valores de IMC e o menor desempenho nas tarefas do KTK. Para ambos os sexos, de forma combinada, a associação apresentou um valor de $r = 0,06$ (IC 95% 0,05 a 0,06), ou seja, uma relação classificada como trivial, tendo uma magnitude de efeito significativa com valor de $Z = 16,21$ ($p = 0,000$). Separadamente, a associação para o sexo feminino foi de $r = 0,32$ (IC 95% 0,30 a 0,34), com magnitude de efeito de $Z = 24,76$ ($p = 0,000$) e no sexo masculino com $r = 0,29$ (IC 95% 0,27 a 0,32) e valor de $Z = 22,47$ ($p = 0,000$).

Os estudos selecionados apresentaram-se divergentes principalmente quanto às características da amostra (número de observados e faixa etária da amostra). Todos os estudos analisados incluíram participantes de ambos os sexos. No entanto, apenas seis dos 10 estudos interpretaram isoladamente os resultados para meninos e meninas (Graf et al., 2004; D'Hondt et al., 2011a; D'Hondt et al., 2011b; Lopes et al., 2012; Melo & Lopes, 2013; Lopes et al., 2013). Quanto ao quantitativo da amostra, três estudos avaliaram um total de 100 crianças ou menos (Catenassi et al., 2007;

D'Hondt et al., 2011b; D'Hondt et al., 2013), enquanto os demais apresentaram uma amostra superior, tendo o estudo de maior abrangência atingido o valor de 7.175 sujeitos no total (Lopes et al., 2012). A faixa etária estudada variou dos 4 aos 14 anos de idade, tendo estudos concentrado a amostra em crianças pré-púberes (Graf et al., 2004; Catenassi et al., 2007; Martins et al., 2010; Melo & Lopes, 2013; D'Hondt et al., 2013), enquanto outros abrangeram crianças e jovens (D'Hondt et al., 2011a; D'Hondt et al., 2011b; Lopes et al., 2012; Lopes et al., 2013; D'Hondt et al., 2014). Os aspectos listados são de suma importância na discussão dos resultados encontrados, uma vez que na meta-análise cada estudo exerce uma contribuição particular no resultado da correlação e na magnitude do efeito da associação global entre os escores do IMC e do KTK.

Quanto aos resultados da meta-análise para cada sexo, separadamente, percebeu-se um aumento no valor da correlação tanto para o sexo masculino, quanto para o feminino. Este resultado pode ter sido influenciado, entre outros motivos, pela exclusão do estudo de Catenassi et al. (Catenassi et al., 2007), cuja associação entre as variáveis não teve magnitude de efeito significativa ($Z = 0,20$; $p = 0,845$). Neste estudo, os autores avaliaram apenas 27 crianças brasileiras, dos 4 os 6 anos de idade, e encontraram uma correlação trivial entre as variáveis em questão com $r = 0,04$ (IC 95% $-0,35$ a $0,41$). Por outro lado, o estudo publicado por D'Hondt et al. (D'Hondt et al., 2011b) cuja amostra foi composta por 72 crianças belgas, com idades variando entre os 7 e 13 anos, obtiveram uma correlação muito forte, com magnitude de efeito significativa, e permitiu as análises para ambos os sexos, separadamente, o que contribuiu para o aumento dos valores globais reportados pela meta-análise.

Essas diferenças entre os estudos são designadas de heterogeneidade e a diversidade na característica da amostra é um aspecto bastante importante na interpretação dos resultados e pode estar associada à assimetria obtida no gráfico do “funil invertido”, caracterizando viés nos estudos selecionados. Esse gráfico tem como premissa que o tamanho da amostra é o mais forte correlato do viés de publicação (Moayyedi, 2004). Outra questão que chama a atenção, nesse contexto da possível influência da característica da amostra na magnitude do efeito do resultado obtido, diz respeito aos diferentes grupos etários estudados. Em estudo transversal, realizado com 954 crianças e jovens belgas, de ambos os sexos, D'Hondt et al. (D'Hondt et al.,

2011a) encontraram uma relação inversa entre os valores do IMC e os resultados no KTK, mas que parece mais pronunciada nas idades maiores. Uma possível explicação para essa constatação pode ser a de que o desenvolvimento motor das crianças aumenta na medida em que se tornam mais maduras. No entanto, após atingir à puberdade, esse aumento tende a ser mais lento e a estabilizar-se (Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004). Por outro lado, o ganho de peso, que também ocorre com o avançar do estado maturacional, tende a aumentar (*World Health Organization* [WHO], 2007), o que contribuiria para uma maior chance de haver associação inversamente proporcional entre o IMC e o desempenho no KTK na puberdade e na adolescência, em relação à infância.

Chivers et al. (Chivers, Larkin, Rose, Beilin & Hands, 2013), em estudo publicado com 666 crianças e adolescentes do *Western Australian Pregnancy Cohort (Raine) Study*, com idades de 10 e 14 anos, agrupados em peso normal, sobrepeso e obesidade, cujo teste de habilidade motora foi o *McCarron Assessment of Neuromuscular Development (MAND)*, não encontraram diferenças significativas nos participantes de desempenho motor global entre grupos nos sujeitos de 10 anos de idade, mas, aos 14 anos, o grupo com peso normal obteve melhores resultados do que o grupo de obesos.

Vale ressaltar, também, que nenhum dos estudos selecionados para a presente revisão contemplou em seus procedimentos metodológicos a avaliação do estado maturacional dos indivíduos da amostra. Tendo em vista a faixa etária dos sujeitos estudados e levando-se em consideração que o estado maturacional exerce efeito sobre o tamanho corporal de crianças e adolescentes (Malina et al., 2004), torna-se evidente que esta é uma questão que pode reforçar a heterogeneidade metodológica dos estudos reportados e deve ser levada em consideração em estudos futuros.

2.5. Considerações finais

O resultado global com base no modelo de efeitos fixos mostrou que a magnitude do efeito da associação entre o IMC e o desempenho no KTK foi classificada como pequena para o sexo masculino e moderada para o sexo feminino. Os estudos

apresentaram características amostrais bastante divergentes quanto ao tamanho da amostra e a faixa etária dos sujeitos, além de nenhum deles ter analisado o estado maturacional dos seus participantes. Estes fatores reunidos podem explicar parte da heterogeneidade encontrada entre os estudos. Diante do exposto, conclui-se que há uma tendência de relação positiva entre maiores valores de IMC e menores resultados de desempenho no KTK em crianças e adolescentes. No entanto, para confirmação desta tendência, recomenda-se para os próximos trabalhos que possibilitem uma interpretação isolada da relação existente entre o IMC e o KTK para ambos os sexos, em diferentes faixas etárias, além de incluírem em seus procedimentos metodológicos a avaliação do estado maturacional dos sujeitos da amostra.

2.6. Referências

Adegboye, A. R., Anderssen, S. A., Froberg, K., Sardinha, L. B., Heitmann, B. L., Steene-Johannessen J., Kolle, E., & Andersen, L. B. (2011). Recommended aerobic fitness level for metabolic health in children and adolescents: a study of diagnostic accuracy. *Br J Sports Med*, 45(9), 722-8.

Burns, Y. R., Danks, M., O'Callaghan, M. J., Gray, P. H., Cooper, D., Poulsen, L., & Watter, P. (2009). Motor coordination difficulties and physical fitness of extremely-low-birthweight children. *Dev Med Child Neurol*, 51(2), 136-42.

Cairney, J., Hay, J., Veldhuizen, S., & Faight, B. (2010). Comparison of VO₂ maximum obtained from 20m shuttle run and cycle ergometer in children with and without developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, 31(6), 1332-9.

Catenassi, F. Z., Marques, I., Bastos, C. B., Basso, L., Ronque, E. R. V., & Gerage, A. M. (2007). Relação entre índice de massa corporal e habilidade motora grossa em crianças de quatro a seis anos. *Rev Bras Med Esporte*, 13(4), 227-30.

Chivers, P., Larkin, D., Rose, E., Beilin, L., & Hands, B. (2013). Low motor performance scores among overweight children: Poor coordination or morphological constraints? *Hum Mov Sci*, 32(5), 1127-37.

Cools, W., Martelaer, K. D., Samaey, C., & Andries, C. (2009). Movement skill assessment of typically developing preschool children: a review of seven movement skill assessment tools. *J Sports Sci Med*, 8, 154-168.

D'Hondt, E., Deforche, B., Gentier, I., de Bourdeaudhuij, I., Vaeyens, R., Philippaerts, R., & Lenoir M. (2013). A longitudinal analysis of gross motor coordination in overweight and obese children versus normal-weight peers. *Int J Obes (Lond)*, 37(1), 61-7.

D'Hondt, E., Deforche, B., Vaeyens, R., Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Pion, J., Philippaerts, R., de Bourdeaudhuij, I., & Lenoir M. (2011a). Gross motor coordination in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: a cross-sectional study. *Int J Pediatr Obes*, 6(2-2), e556-64.

D'Hondt, E., Gentier, I., Deforche, B., Tanghe, A., de Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2011b). Weight Loss and Improved Gross Motor Coordination in Children as a Result of Multidisciplinary Residential Obesity Treatment. *Obesity*, 19(10), 1999-2005.

D'Hondt, E., Deforche, B., Gentier, I., Verstuyf, J., Vaeyens, R., de Bourdeaudhuij, I., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2014). A longitudinal study of gross motor coordination and weight status in children. *Obesity (Silver Spring)*, 22(6), 1505-11.

Egger, M., & Smith, G. D. (1998). Bias in location and selection of studies. *BMJ*, 316(7124), 61-6.

Gracia-Marco, L., Vicente-Rodríguez, G., Casajús, J. A., Molnar, D., Castillo, M. J., & Moreno, L. A. (2011). Effect of fitness and physical activity on bone mass in adolescents: the HELENA Study. *Eur J Appl Physiol*, 111(11), 2671-80.

Graf, C., Koch, B., Kretschmann-Kandel, E., Falkowski, G., Christ, H., Coburger, S., Lehmacher, W., Bjarnason-Wehrens, B., Platen, P., Tokarski, W., Predel, H. G., & Dordel, S. (2004). Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-project). *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28(1), 22-6.

Graham, D. J., Sirard, J. R., & Neumark-Sztainer, D. (2011). Adolescents' attitudes toward sports, exercise, and fitness predict physical activity 5 and 10years later. *Prev Med (Baltim)*, 52(2), 130-2.

Hallal, P. C., Victora, C. G., Azevedo, M. R., & Wells, J. C. (2006). Adolescent physical activity and health: a systematic review. *Sport Med*, 36(12), 1019-30.

Harris, R. J., Bradburn, M. J., Deeks, J. J., Altman, D. G., Harbord, R. M., & Sterne, J. A. C. (2008). Metan: Fixed- and random-effects meta-analysis. *Stata J*, 8, 3-28.

Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*, 41(1), 3-13.

Janssen, I., & Leblanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 7, 40.

Katzmarzyk, P. T., Malina, R. M., & Beunen, G. P. (1997). The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Ann Hum Biol*, 24(6), 493-505.

Kiphard, E. J., & Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder-Body Coordination Test for Children*. Weinheim, Germany: Beltz Test GmbH.

Krombholz, H. (2013). Motor and cognitive performance of overweight preschool children. *Percept Mot Skills*, 116(1), 40-57.

Lopes, L., Santos, R., Moreira, C., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2015). Sensitivity and specificity of different measures of adiposity to distinguish between low/high motor coordination. *J Pediatr (Rio J)*, 91(1), 44-51.

Lopes, L., Santos, R., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2013). Associations between gross Motor Coordination and Academic Achievement in elementary school children. *Hum Mov Sci*, 32(1), 9-20.

Lopes, V. P., Stodden, D. F., Bianchi, M. M., Maia, J. A., & Rodrigues, L. P. (2012). Correlation between BMI and motor coordination in children. *J Sci Med Sport*, 15(1), 38-43.

Lubans, D., Morgan, P., Cliff, D., Barnett, L., & Okely, A. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents: review of associated health benefits. *Sport Med*, 40(12), 1019-35.

Machado-Rodrigues, A. M., Figueiredo, A. J., Mota, J., Cumming, S.P., Eisenmann, J. C., Malina, R. M., & Coelho-E-Silva, M. J. (2012). Concurrent validation of estimated activity energy expenditure using a 3-day diary and accelerometry in adolescents. *Scand J Med Sci Sports*, 22(2), 259-64.

Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*, 83(8), 713-21.

Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Malta, M., Cardoso, L. O., Bastos, F. I., Magnanini, M. M. F., & Silva, C. M. F. P. (2010). Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. *Rev Saúde Pública*, 44(3), 559-65.

Martins, D., Maia, J., Seabra, A., Garganta, R., Lopes, V., Katzmarzyk, P., & Beunen, G. (2010). Correlates of changes in BMI of children from the Azores islands. *Int J Obes (Lond)*, 34(10), 1487-93.

Melo, M. M., & Lopes, V. P. (2013). Associação entre o índice de massa corporal e a coordenação motora em crianças. *Rev. Bras. Educ. Fís. Esporte*, 27(1), 7-13.

Moayyedi, P. (2004). Meta-analysis: can we mix apples and oranges? *Am J Gastroenterol*, 99(12), 2297-301.

Moseley, A. M., Herbert, R. D., Sherrington, C., & Maher, C. G. (2002). Evidence for physiotherapy practice: a survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Aust J Physiother*, 48(1), 43-9.

Mutunga, M., Gallagher, A. M., Boreham, C., Watkins, D. C., Murray, L. J., Cran, G., & Reilly, J. J. (2006). Socioeconomic differences in risk factors for obesity in adolescents in Northern Ireland. *Int J Pediatr Obes*, 1(2), 114-119.

Okely, A. D., Booth, M. L., & Patterson, J. W. (2001). Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 33(11), 1899-904.

Physical Activity Guidelines Advisory Committee report, 2008. (2009). To the Secretary of Health and Human Services Part A: executive summary. *Nutr. Rev*, 67(2), 114-20.

Rivilis, I., Hay, J., Cairney, J., Klentrou, P., Liu, J., & Faight, B. E. (2011). Physical activity and fitness in children with developmental coordination disorder: A systematic review. *Res Dev Disabil*, 32(3), 894-910.

Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Castillo, R., Martín-Matillas, M., Kwak, L., Vicente-Rodríguez, G., Noriega, J., Tercedor, P., Sjöström, M., Moreno, L. A., & AVENA Study Group. (2010). Physical activity, fitness, weight status, and cognitive performance in adolescents. *J Pediatr*, 157(6), 917-922e1-5.

Sayers, A., Mattocks, C., Deere, K., Ness, A., Riddoch, C., & Tobias, J. H. (2011). Habitual levels of vigorous, but not moderate or light, physical activity is positively related to cortical bone mass in adolescents. *J Clin Endocrinol Metab*, 96(5), E793-802.

Schilling, V. F., & Kiphard, E. J. (1976). The body coordination test (BCT). *Journal of Physical Education and Recreation*, 47(4), 37.

Smits-Engelsman, B. C. M., Henderson, S. E., & Michels, C. G. J. (1998). The assessment of children with Developmental Coordination Disorders in the Netherlands: The relationship between the Movement Assessment Battery for Children and the Körperkoordinationstest für Kinder. *Human Movement Science*, 17, 699-709.

Sterne, J. (2009). *Meta-Analysis in Stata: An updated Collection from Stata Journal*. Texas, USA: Statapress.

Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B., Hergenroeder, A. C., Must, A., Nixon, P. A., Pivarnik, J. M., Rowland, T., Trost, S., & Trudeau, F. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*, 146(6), 732-7.

Twisk, J. W. (2001). Physical activity guidelines for children and adolescents: a critical review. *Sport Med*, 31(8), 617-27.

Vasconcelos, I. Q., Stabelini Neto, A., Mascarenhas, L. P., Bozza, R., Ulbrich, A. Z., Campos, Wd., & Bertin, R. L. (2008). Fatores de risco Cardiovascular em Adolescentes com diferentes níveis de gasto Energético. *Arq Bras Cardiol*, 91(4), 227-33.

Verhagen, A. P., de Vet, H. C., de Bie, R. A., Kessels, A. G., Boers, M., Bouter, L. M., & Knipschild, P. G. (1998). The Delphi list: A criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol*, 51(12), 1235-41.

von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P.C., & Vandenbroucke, J. P. (2008). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol*, 61(4), 344-9.

World Health Organisation (WHO). (2007). *Prevalence of Excess Body Weight and Obesity in Children and Adolescents*. Geneva: WHO.

Parte

II

Considerações Metodológicas

CAPÍTULO 3

Métodos

3. Métodos

Os estudos (capítulos 4, 5, 6 e 7) que compõem a presente tese de doutoramento são transversais, assim caracterizados por não apresentarem um período de seguimento da amostra. Os dados foram coletados num único ponto no tempo e representam um corte transversal das características dos sujeitos em estudo. São eles:

- Capítulo 4: Efeitos do sexo e da maturação biológica sobre a coordenação motora e a aptidão física de crianças pré-púberes (**Estudo 2**);
- Capítulo 5: Perímetro de cintura como mediador da influência da maturação biológica no desempenho em teste de coordenação motora em crianças (**Estudo 3**);
- Capítulo 6: Coordenação motora e aptidão física de meninas em idade pré-puberal: um estudo dos efeitos da morfologia e da maturação biológica (**Estudo 4**);
- Capítulo 7: Preditores da coordenação motora em meninos e meninas pré-púberes: um estudo baseado em abordagem ecológica (**Estudo 5**).

3.1. Aspectos éticos

Estudos 2 – 4

A recolha dos dados foi realizada em quatro escolas da cidade de Arapiraca (localizada em Alagoas, Nordeste do Brasil, população de 230.000 residentes). A seleção das escolas foi aleatória, estratificada pela natureza pública ou privada. Foram selecionadas duas escolas públicas e duas escolas privadas. Para realizar a investigação nas escolas públicas, uma carta foi encaminhada à Secretaria de Educação do Município de Arapiraca e, posteriormente, uma outra à Direção Executiva de cada uma das escolas selecionadas, com o propósito de solicitar a autorização para a recolha dos dados. Quanto às escolas privadas, o contato inicial foi diretamente com a Direção Executiva de cada uma das escolas.

Em seguida, todas as crianças, e seus encarregados de educação, foram convenientemente informados sobre a proposta do estudo e procedimentos aos quais as crianças seriam submetidas. Foi assinado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com toda a informação relevante, capaz de promover o entendimento das implicações do estudo e concordância com uma participação voluntária, susceptível de ser interrompida em qualquer altura.

A investigação foi realizada de acordo com a Declaração de Helsinque de 1975 (Harriss & Atkinson, 2015) e o projeto de pesquisa foi inicialmente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), sob o protocolo CAAE 09200413.5.0000.5013.

Estudo 5

A pesquisa foi realizada de acordo com a Declaração de Helsinque de 1975 (Harriss & Atkinson, 2015) e seu projeto foi devidamente submetido e aprovado pelo Conselho Científico (CC) da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra (FCDEF-UC). Posteriormente, obteve-se a aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da mesma Instituição, sob o protocolo CE/FCDEF-UC/00092014. Em cumprimento à legislação em vigor, no que toca à recolha de dados pessoais no contexto escolar, foi feito o registo da investigação na Comissão Nacional de Proteção de Dados (processo 1014/2015) e, em seguida, feito o pedido de autorização à Direção Regional de Educação do Centro para início da pesquisa nas escolas.

Este estudo teve sua amostra recolhida em quatro escolas da região centro de Portugal Continental, nomeadamente nas cidades de Coimbra (140.000 residentes) e de Anadia (29.000 residentes). Foi entregue toda a documentação necessária à Direção Executiva das escolas e o TCLE às crianças e aos encarregados de educação. Todos os encarregados de educação foram convenientemente informados sobre a proposta do estudo e procedimentos aos quais eles e as crianças seriam submetidos. O TCLE conteve toda a informação relevante, necessária para promover

o entendimento das implicações do estudo e concordância com uma participação voluntária, susceptível de ser interrompida em qualquer altura.

3.2. Amostra

Estudos 2 – 4

A amostra foi composta por crianças, de ambos os sexos, com idades entre 8,00 e 8,99 anos, matriculadas nas escolas selecionadas. Os critérios de exclusão da amostra foram: a omissão na entrega do TCLE, ter alguma deficiência mental ou física que pudesse influenciar nos resultados dos testes e estar afastado das aulas de educação física.

Estudo 5

O TCLE foi entregue a todos os encarregados de educação e crianças matriculadas no segundo, terceiro e quarto ano de escolaridade. A amostra do estudo foi composta por crianças de ambos os sexos, com idades entre 7,00 e 9,90 anos, e seus respectivos encarregados de educação (mães). Não apresentar o TCLE, ter alguma deficiência mental ou física que pudesse influenciar nos resultados dos testes e estar afastado das aulas de educação física serviram como critérios de exclusão das crianças da amostra. Quanto às mães, não poderiam estar gestantes ou com algum tipo de comprometimento físico que fosse impedimento da sua rotina normal.

3.3. Variáveis

As variáveis dos estudos aqui abordadas dizem respeito às recolhas de dados realizadas em escolas do Brasil (**Estudos 2, 3 e 4**) e de Portugal (**Estudo 5**). São elas: idade decimal, antropometria, maturação somática, competência motora (testes físicos e KTK), nível de atividade física, participação esportiva, nível de atividade física materno, nível de escolaridade da mãe, área residencial da família e questionário de ambiente construído. Todos os procedimentos de recolha dos dados foram realizados em ambiente escolar. Esta seção tem o propósito de informar acerca da mensuração das variáveis mencionadas, da forma de aplicação dos instrumentos utilizados e das

possibilidades de interpretação de suas informações. Além disso, discutir as evidências disponíveis na literatura sobre sua validade e utilização dos protocolos selecionados para os estudos. Os procedimentos adotados para a análise dos dados estão abordados, especificamente, em cada um dos estudos, nos capítulos subsequentes da tese.

A Tabela 3.1 apresenta um resumo das informações básicas dos estudos transversais oriundos das recolhas dos dados, apresentados em capítulos no seguimento da presente tese.

Tabela 3.1. Características básicas de cada estudo transversal.

Capítulos	Estudos	País	Número amostral	Sexo	Idade (anos)	Variáveis dos estudos
IV	Estudo 2	Brasil	128	Masculino e Feminino	8,00 - 8,99	Antropometria; maturação somática; testes físicos; KTK
V	Estudo 3	Brasil	73	Masculino	8,00 - 8,99	Antropometria; maturação somática; KTK
VI	Estudo 4	Brasil	74	Feminino	8,00 - 8,99	Antropometria; maturação somática; testes físicos; KTK
VII	Estudo 5	Portugal	173	Masculino e feminino	7,00 - 9,90	Idade cronológica; antropometria; maturação somática; nível de atividade física; participação esportiva; nível de atividade física materno; nível de escolaridade da mãe; área residencial da criança; questionário de ambiente construído; KTK

KTK (*Körperkoordinationstest für Kinder*).

Antropometria

A antropometria permite a quantificação das dimensões externas do corpo humano, por um conjunto de técnicas de medidas sistematizadas, posições de medida normalizadas e recurso ao uso de instrumentos apropriados (Claessens, Beunen & Malina, 2000). As medidas obtidas são, geralmente, divididas em massa, comprimentos, diâmetros, circunferências ou perímetros, curvaturas ou arcos, pregas de tecidos moles (pregas de gordura subcutânea), conhecidas como medidas antropométricas simples. Adicionalmente à informação específica de cada medida antropométrica simples, podem ser obtidas relações na forma de índices ou razões, medidas antropométricas compostas.

Nesta seção, serão abordadas as medidas antropométricas simples que compuseram o projeto. As medidas antropométricas compostas serão abordadas, cada uma em seu respectivo estudo, nos capítulos subsequentes da tese.

As medidas antropométricas foram: estatura (EST), massa corporal (MC), altura sentado (AS), perímetro de cintura (PC) e dobras cutâneas. Os escolares vestiam apenas roupas leves e ficaram descalços, permaneceram com os membros superiores descontraídos e soltos lateralmente. O PC foi mensurado no ponto médio entre o último arco costal e a crista ilíaca, no momento de respiração mínima. As dobras cutâneas de tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaca, abdominal e geminal foram aferidas com adipômetro, a partir de uma média de três medidas tomadas em cada ponto anatômico preestabelecido, em uma ordem rotacional, no lado direito dos avaliados. Os procedimentos usados tiveram como referência as instruções trazidas por Lohman, Roche e Martorell (1988). Os instrumentos usados para as aferições das medidas estão mencionados nos estudos independentes e variam de acordo com o local da recolha dos dados (Brasil ou Portugal).

Idade decimal

A idade decimal foi calculada com base no conhecimento da data de nascimento das crianças e na data das avaliações antropométricas.

Maturação somática

Dentre os principais métodos de avaliação da maturação biológica, os mais usados são a maturação sexual (características sexuais secundárias em ambos os sexos e menarca no sexo feminino), a idade óssea (radiografia de punho é a mais comum) e a maturação somática (através da utilização de medidas antropométricas). Para Baxter-Jones, Eisenmann e Sherar (2005), dos métodos somáticos, o que expressa a estatura atual como uma percentagem da estatura adulta pode ser um método utilizado em estudos transversais, caso seja possível realizar uma previsão da estatura adulta. Muitas equações têm sido desenvolvidas para estimar a estatura adulta. Os métodos mais utilizados são os de Bayley e Pinneau (1952), Roche, Wainer e Thissen (1975) e Tanner e colaboradores (Tanner et al., 1983; Tanner, Healy, Goldstein & Cameron 2001). Todos os métodos citados requerem uma avaliação da idade óssea e, portanto, não são práticos. Nos últimos anos, no entanto, foram desenvolvidas equações preditivas que não requerem medida da idade óssea (Kamis & Roche, 1994; Beunen et al., 1997) e, portanto, têm potencial para uso em estudos pediátricos.

Na presente tese, a avaliação do estado maturacional foi feita a partir da percentagem da estatura matura predita alcançada num determinado momento. Esta metodologia prevê que um indivíduo está tão mais maduro quanto mais próximo se encontra da sua estatura adulta predita. A percentagem de estatura matura predita (%EMP), obtida em uma determinada idade, pelo método de Khamis e Roche (1994), é tida como uma metodologia não invasiva e oferece os dados em formato contínuo. O protocolo utiliza idade decimal, estatura, massa corporal e a média das estaturas dos pais biológicos. As estaturas dos pais das crianças foram auto-reportadas. O mesmo procedimento foi adotado em pesquisa realizada por Drenowatz et al. (2013). A medida, como variável contínua, está moderadamente associada à idade óssea, considerada um indicador de referência da maturação biológica (Malina, Dompier, Powell, Barron & Moore, 2007). O método de Khamis-Roche tem sido empregado como uma estimativa de estado maturacional em vários estudos (Cumming, Standage, Gillison, Dompier & Malina, 2009; Drenowatz et al., 2013).

Para avaliar o estado maturacional, pode-se considerar o valor da %EMP, em situações cuja amostra seja do mesmo sexo e faixa etária (Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004) ou, como tem sido feito normalmente, a %EMP é expressa como z-escore relativo à média e desvio padrão, por sexo e faixa etária, da amostra do *Berkeley Guidance Study*, Universidade da Califórnia (Bayer & Bayley, 1959). Os z-escores da maturação são normalmente usados para estimar o estado maturacional: normomaturado, z-escore entre -1,0 e 1,0; atrasado, z-escore < -1,0; adiantado, z-escore > 1,0 (Cumming et al., 2009; Malina, Coelho e Silva, Figueiredo, Carling & Beunen, 2012).

Procedimentos de estimativa da estatura matura predita:

1. Consultar os valores para cada variável de acordo com a idade cronológica e o sexo do indivíduo (Anexos 1 e 2);
2. Converter os dados em centímetros (cm) e quilogramas (Kg), para *inches (in)* e *pounds (lb)*, com base nos seguintes fatores de conversão:
 - 1 *in* = 2,54 cm
 - 1 *lb* = 453,59 g
3. Determinar a estatura matura predita inserindo os dados na seguinte equação:

$$\text{Estatura Matura Predita} = \beta_0 + (\text{EST}) * (\text{Stature}) + (\text{MC}) * (\text{Weight}) + (\text{MEP}) * (\text{Mid Parent Stature})$$

Em que EST = estatura (*in*), MC = massa corporal (*lb*), MEP = média de estatura parental (*in*) e β_0 , *Stature*, *Weight* e *Mid Parent Stature*, são valores de tabelas (Anexos 1 e 2).

Testes físicos

A aptidão física foi avaliada utilizando-se alguns testes da bateria EUROFIT (*Committee for the Development of Sports*, 1988), a saber: força de preensão manual, impulsão horizontal, sentar e alcançar, 10x5-m *shuttle-run* e 20m *shuttle-run*. Além destes, completaram os testes físicos o lançamento de *medicineball* 2 kg (Sobral & Coelho e Silva, 2001), abdominais em 60 segundos (Sobral & Coelho e Silva, 2001) e corrida de velocidade 25m (Sobral & Coelho e Silva, 2001).

A seleção dos testes físicos procurou abranger componentes diversificados da aptidão física relacionada à saúde de crianças, assim como, a participação de diferentes grupamentos musculares e em diferentes condições metabólicas de produção de energia. Os testes selecionados têm sido utilizados pela comunidade científica (Sobral & Coelho e Silva, 2001; Vandorpe et al., 2011; Vandendriessche et al., 2011).

Lançamento de medicineball 2 kg: O lançamento de *medicineball* 2 kg (2BL) foi realizado com ambos os membros superiores simultaneamente, entre duas linhas paralelas marcadas no chão, distantes 2 m entre si. O avaliado poderia executar uma corrida de balanço, dentro do limite demarcado pelas linhas. Foram realizadas duas tentativas e computou-se a maior marca (em centímetros).

Força de preensão manual: Para a força de preensão manual (FPM), foi utilizado o dinamômetro analógico manual, com precisão de 500 g.f (Crown, Técnica Industrial Oswaldo Filizola Ltda., São Paulo, SP, Brasil). O teste foi desempenhado pela mão preferencial. Foram permitidos dois ensaios, com registro do maior resultado (em kg.f).

Abdominais em 60 segundos: Os abdominais 60 s (ABD) são elevações do tronco, com o executante deitado em decúbito dorsal, pés ligeiramente afastados em contato com o chão, joelhos fletidos a 90°, com as mãos atrás do pescoço, dedos entrelaçados. O avaliador segurou os tornozelos para

fixar os pés do avaliado, oferecendo-lhe uma ajuda. Foi computado o número total de ciclos completos (elevação e descida do tronco) realizados em 60 segundos. Realizou-se apenas uma tentativa e anotado o número de repetições.

Impulsão horizontal: O teste de impulsão horizontal (IH) foi avaliado através de um salto em comprimento sem corrida preparatória, com impulsão a pés unidos. A posição inicial foi atrás de uma linha marcada no chão, que não poderia ter sido pisada ou ultrapassada. A distância de salto foi aquela do bordo anterior da linha até a marca de impacto da parte do corpo que tocou o solo mais próximo à linha. Foram realizadas duas tentativas e anotado o maior valor (em centímetros).

Flexibilidade (sentar e alcançar): A flexibilidade foi avaliada por pelo método de Sentar e Alcançar (SEA), proposto originalmente por Wells e Dillon (1952). O teste é realizado com auxílio de uma caixa que mede 30,5 cm x 30,5 cm x 30,5 cm, com uma escala em centímetros no seu prolongamento, em que o ponto zero encontra-se na extremidade mais próxima do avaliado. O teste foi conduzido sem calçado e o participante posicionava-se sentado e seus pés tocavam a caixa com os joelhos estendidos. Com ombros flexionados, cotovelos estendidos e mãos sobrepostas executava a flexão do tronco à frente com o objetivo de tocar o ponto máximo da escala com as mãos. Foram realizadas três tentativas sendo considerada apenas a melhor marca (em centímetros).

Corrida 25 m: No teste de corrida de velocidade 25 metros (C25), o avaliado posicionou-se de pé, atrás de uma linha marcada no chão. O avaliador deu um sinal de *Pronto!* e seguidamente apitou para a largada. O indivíduo percorreu uma distância de 25m em sua maior velocidade. A prova foi realizada uma só vez. Foi anotado o tempo de corrida (em segundos).

10x5-m shuttle-run: O 10x5-m *shuttle-run* (10SR) foi realizado em espaço demarcado por duas linhas, ou cones, distantes 5 metros entre si. O

avaliado, inicialmente, posicionou-se atrás da linha, sem pisar nem a ultrapassar. Ao sinal, correu na máxima velocidade até a marcação oposta e retornou à linha de início. A corrida foi repetida por cinco vezes sem parar (percorrendo um total de 50 metros de corrida ininterrupta). Ao final de cada distância de 5 metros, ambos os pés deveriam ultrapassar totalmente a linha demarcatória. Foi anotado o tempo (em segundos) utilizado para percorrer os 50 metros de corrida.

20m shuttle-run: Para a determinação do desempenho aeróbio, optou-se pela utilização do teste 20m *shuttle-run* (20SR), segundo o que determina Léger, Mercier, Gadoury e Lambert (1988). Esse teste tem sido amplamente utilizado em países da Europa, Canadá e Estados Unidos (Tomkinson, Léger, Olds & Cazorla, 2003). O teste consiste de corrida em um espaço plano de 20 metros demarcado, em que as crianças tiveram que correr ao ritmo de um sinal sonoro, emitido por um *cd player*. A cada sinal, os alunos deveriam atingir uma das extremidades demarcadas da quadra. O sinal tem como base a velocidade em quilômetros por hora (km/h), com início a 8,0 km/h e progressão de 0,5km/h a cada minuto, até que a criança não alcance uma das extremidades demarcadas após dois toques de sinais sonoros. Foi apontada a distância máxima (em metros) percorrida pelo sujeito. Quanto à utilização do teste 20 m *shuttle-run* como preditor da aptidão aeróbia, verificam-se valores satisfatórios de fidedignidade ($r = 0,73-0,93$, $p < 0,05$) em crianças e jovens de 6 a 16 anos de idade (Léger et al., 1988) e boa relação com a predição de consumo máximo de oxigênio, comparado ao teste máximo em esteira rolante ($r = 0,69-0,87$, $p < 0,05$) (Van Mechelen, Hlobil & Kemper, 1986).

A execução dos testes físicos respeitou a seguinte ordem: (1) impulsão horizontal, (2) força de preensão manual, (3) abdominais 60s, (4) lançamento de *medicineball* 2 kg, (5) sentar e alcançar, (6) corrida 25m, (7) 10x5-m *shuttle-run* e (8) 20m *shuttle-run*. Os primeiros sete testes foram executados individualmente e o 20m *shuttle-run* realizado em grupos de até 5 alunos por vez. O intervalo de recuperação

entre os testes foi de 5 minutos. Entre a execução do 10x5-m *shuttle-run* e do 20m *shuttle-run* foram fornecidos 15 minutos de intervalo para recuperação.

Coordenação motora

A coordenação motora tem sido alvo de diversos estudos, principalmente nas últimas décadas, não apenas pela importância do domínio psicomotor para a autonomia do ser humano, especialmente durante as fases de crescimento e maturação (Gallahue & Ozmun, 2006), mas também pela associação que os níveis de coordenação motora apresentam com variáveis relacionadas à saúde das crianças (Robinson et al., 2015; Barnett et al., 2016) e a *performance* atlética (Vandorpe et al., 2011).

Segundo Sugden e Wright (1998), vários são os instrumentos de avaliação da coordenação motora, dentre os quais, citam-se: Teste de Integração Sensorial da Califórnia do Sul, Teste de Bruininks-Oseretsky de Proficiência Motora, Teste de Habilidades de Crianças Jovens, Teste de Sensibilidade Cinestésica, Exame da Criança com Disfunção Neurológica Menor, Teste de Desenvolvimento Motor Grosso, Bateria de Avaliação de Movimento para Crianças - Teste do Movimento ABC, Teste de Coordenação Corporal para Crianças - *Körperkoordinationstest für Kinder* - KTK, entre outros. No entanto, neste estudo foi utilizado o KTK, de Kiphard e Schilling (1974).

Após sua concepção final, publicada em 1974 (Kiphard & Schilling, 1974), o teste de KTK passou a levar cerca de 10 a 15 minutos para ser administrado. O KTK é um instrumento altamente confiável e válido e, portanto, frequentemente usado para avaliar a coordenação motora grossa de crianças e jovens entre os 5 e os 14 anos de idade (Kiphard & Schilling, 1974; Smits-Engelsman, Henderson & Michels, 1998; Kiphard & Schilling, 2007; D' Hondt et al., 2011; Iivonen, Sääkslahti & Laukkanen, 2015). O KTK tem, em sua forma final, quatro tarefas: equilíbrio em marcha à retaguarda, saltos laterais, transposição lateral e saltos monopodais. A sala de teste deve ser de, mais ou menos, 4 x 5 metros, espaço suficiente para realização das quatro provas. Na Figura 3.1 estão ilustrados os materiais necessários à realização das quatro provas do KTK.



Figura 3.1. Materiais para realização das provas do KTK

Equilíbrio à retaguarda: O equilíbrio à retaguarda (ER) é uma tarefa que tem como objetivo testar a estabilidade do equilíbrio em marcha para trás sobre a trave. A tarefa a executar consiste em caminhar à retaguarda sobre três traves de madeira com espessuras diferentes. São válidas três tentativas por cada trave. Durante o deslocamento (passos) não é permitido tocar com os pés no chão. Antes das tentativas válidas, a criança faz um pré-exercício para se adaptar à trave, no qual realiza um deslocamento à frente e outro à retaguarda. Os deslocamentos realizam-se por ordem decrescente de largura das traves. São necessárias três traves de madeira, cada uma com 3 metros de comprimento, 3 cm de altura e com uma largura de 6 cm, 4,5 cm e 3 cm, respectivamente, sendo apoiadas em suportes transversais distanciados 50 cm uns dos outros. Com estes suportes, as traves ficam a 5 cm de altura do chão. Para cada trave, são contabilizadas 3 tentativas válidas, o que perfaz um total de 9 tentativas. Conta-se a quantidade de apoios sobre a trave no deslocamento à retaguarda com a seguinte indicação: o aluno está parado sobre a trave, o primeiro apoio não é tido como ponto de valorização. Só a partir do momento do segundo apoio

é que se valoriza o exercício. O professor deve contar alto a quantidade de apoios, até que um pé toque o solo, ou até que sejam atingidos 8 passos (8 pontos). Por exercício, e por trave, só podem ser atingidos 8 pontos. A máxima pontuação possível é de 72 pontos. O resultado é igual ao somatório dos apoios à retaguarda nas nove tentativas.

Salto lateral: Os saltos laterais (SL) têm como objetivo analisar a velocidade em saltos alternados. O exercício consiste em saltar lateralmente com ambos os pés, que deverão manter-se unidos, durante 15 segundos, tão rapidamente quanto possível, de um lado para o outro de um obstáculo, sem o tocar e dentro duma área delimitada. São realizados 5 saltos como pré-exercício. São permitidas duas tentativas válidas, com 10 segundos de intervalo entre elas. Se o aluno tocar o obstáculo, fizer a recepção fora da área delimitada ou o decurso da prova for interrompido, o avaliador deve mandar prosseguir. Se as falhas persistirem deve interromper a prova e realizar nova demonstração. São permitidas apenas duas tentativas de inêxito. O material necessário consiste em uma placa de madeira retangular, com 100 cm x 60 cm, com um obstáculo de dimensões 60 cm x 4 cm x 2 cm, colocado de tal forma que divida o lado mais comprido do retângulo em duas partes iguais. Conta-se o número de saltos realizados corretamente nas duas tentativas, sendo o resultado igual ao seu somatório.

Transposição lateral: Na transposição lateral (TL) se testa a lateralidade, a estruturação espaço-temporal. As plataformas de teste são colocadas no solo, em paralelo, uma ao lado da outra, com um espaço de cerca de 12,5 cm entre elas. A tarefa a cumprir consiste na transposição lateral de duas plataformas durante 20 segundos, quantas vezes for possível. São permitidas duas tentativas válidas. As indicações fundamentais são as seguintes: o sujeito coloca-se sobre uma das plataformas, por exemplo, a do seu lado direito; ao sinal de partida, pega, com as duas mãos, na plataforma que se encontra ao seu lado esquerdo e a coloca do seu lado direito; em seguida, passa o seu corpo para essa plataforma e volta a

repetir a sequência. A direção de deslocamento é escolhida pelo aluno. Se durante o exercício o aluno tocar o solo com as mãos, ou com os pés, o professor deverá dar informação para continuar. Se esta situação persistir interrompe-se a tentativa, começando novamente depois de nova instrução ao aluno. Durante a prova, o professor deverá contar os pontos em voz alta. Para realização da tarefa necessita-se de duas placas de madeira, com 25 cm x 25 cm x 1,5 cm, e em cujas esquinas encontram-se aparafusados quatro pés, com 3,7 cm de altura. Contabiliza-se o número de transposições dentro do tempo limite. O primeiro ponto é contado quando o aluno coloca a plataforma da esquerda na sua direita e o segundo quando coloca em cima desta os dois pés. O número de transposições corresponde ao número de pontos. Somam-se os pontos das duas tentativas válidas.

Salto monopédais: Os saltos monopédais (SM) testam a coordenação dos membros inferiores. O exercício consiste em saltar a um pé (primeiro o pé preferido e depois o outro) por cima de uma ou mais placas de espuma sobrepostas, colocadas transversalmente à direção do salto. A criança deve começar o salto de acordo com a altura recomendada para a idade, de acordo com Kiphard e Schilling (1974): 6 anos - 5 cm (1 placa); 7 a 8 anos - 15 cm (3 placas); 9-10 anos - 25 cm (5 placas); 11 a 14 - 35 cm (7 placas). Caso o aluno não obtenha êxito na altura inicial de prova, deverá recuar 5 cm na altura até obter êxito. Ao saltar, a criança deve ter um espaço adequado para a tomada de balanço (cerca de 1,5m), sendo este executado apenas com um pé. A recepção deverá ser feita com o mesmo pé com que iniciou o salto, não podendo o outro tocar o solo. São permitidas três tentativas em cada altura a saltar, para executar o salto. Em cada altura a avaliar é realizado um exercício prévio de duas tentativas por pé. O material é composto de 12 placas de espuma com as seguintes dimensões: 50 cm x 20 cm x 5 cm. Por pé, são atribuídos 3 pontos se o êxito for obtido na primeira tentativa; 2 pontos se o êxito for obtido na segunda tentativa; 1 ponto se o êxito for obtido na terceira tentativa e zero no insucesso. O resultado é igual ao somatório dos pontos conseguidos com o pé direito e o pé esquerdo em todas as alturas testadas, sendo atribuídos mais 3

pontos por cada placa colocada para a altura inicial da prova. A máxima pontuação possível é de 78 pontos.

Em sua versão original, o resultado de cada item é comparado com os valores normativos fornecidos pelo manual, sendo atribuído a cada item um quociente. O somatório dos quatro quocientes representa o quociente motor (QM) que pode ser apresentado em valores percentuais ou absolutos, permitindo classificar as crianças segundo o seu nível de desenvolvimento coordenativo: (1) perturbações da coordenação ($QM < 70$); (2) insuficiência coordenativa ($71 \leq QM \leq 85$); (3) coordenação normal ($86 \leq QM \leq 115$); (4) coordenação boa ($116 \leq QM \leq 130$); (5) coordenação muito boa ($131 \leq QM \leq 145$). A bateria KTK permite, portanto, dois tipos de análise dos resultados: por prova e pelo valor global do QM. Um resumo das tarefas, com suas correspondentes pontuações máximas, encontra-se na Tabela 3.2.

Tabela 3.2. Tarefas do KTK e pontuações máximas.

Prova	Pontuação máxima
Equilíbrio em marcha à retaguarda	72 pontos
Saltos monopedais	78 pontos
Saltos laterais	Somatório das duas tentativas
Transposição lateral	Somatório das duas tentativas

Participação esportiva

A participação esportiva foi definida como a prática de atividades esportivas que implicassem em registro formal em uma organização, principalmente clubes e federações, e que fossem supervisionadas por um técnico qualificado (Mota, Almeida, Santos, Ribeiro & Santos, 2009). As crianças foram perguntadas acerca da participação em modalidades esportivas nos últimos 12 meses. O mesmo procedimento foi adotado por Vandendriessche et al. (2012).

Acelerometria na população pediátrica

A energia gasta durante um dia é determinada pela influência de algumas variáveis como: a taxa metabólica basal, a influência termogênica do alimento, a energia gasta durante e na recuperação de uma atividade física de intensidade superior ao estado de repouso, o clima, a gestação (McArdle, Katch & Katch, 1996), bem como aquela necessária ao processo de crescimento (Malina, 1995).

A mensuração da atividade física em populações pediátricas (Armstrong, 1998) acarreta dificuldades, nomeadamente, no que toca à mensuração da frequência, da duração e da intensidade. Segundo Harro e Riddoch (2000), os métodos mais práticos e com validade aceitável, quando se estuda a população pediátrica, são os questionários e as entrevistas, *proxy-reports* (dirigidos aos pais/professores), diários, monitorização da frequência cardíaca e sensores de movimento.

O presente estudo optou pelo método que envolve a monitorização do movimento com auxílio da acelerometria. Os escolares foram submetidos a 5 dias de monitorização (3 dias da semana e os 2 dias de fim-de-semana). Os sujeitos foram instruídos para não retirarem o acelerômetro, exceto em situações como a natação ou banho e dormir. O acelerômetro *Actigraph GT1M* (ActiGraph™, LLC, Fort Walton Beach, FL, USA) foi previamente programado para registrar os valores em intervalos de 15 segundos (Ward, Evenson, Vaughn, Rodgers & Troiano, 2005). Foram considerados válidos os dias em que foi atingido um mínimo de 600 minutos (10 h) de dados válidos após a remoção de sequências de 20 contagens consecutivas, ou mais, de zero. Procedimento semelhante foi adotado em outros estudos realizados no mesmo contexto (Andersen et al., 2006; Machado-Rodrigues et al., 2016; Lopes, Santos, Mota, Pereira & Lopes, 2016). Os dados foram recolhidos ao computador com o auxílio do programa *Actilife Software* e, posteriormente, analisados através do MAHUffe (see www.mrc-epid.cam.ac.uk).

Nível de atividade física materno

O monitoramento do nível habitual de atividade física da mãe foi realizado utilizando-se questionário. O questionário é um método amplamente escolhido para estudos epidemiológicos com grandes populações, pois trata-se de um processo de caracterização em que não existe alteração do comportamento do indivíduo durante a investigação. No entanto, da sua utilização surgem alguns problemas, a saber: os sujeitos nem sempre recordam com precisão das atividades que realizaram e podem sobrevalorizar o tempo ou intensidade de cada uma dessas atividades (Montoye, Kemper, Saris & Washburn, 1996; Armstrong & Welsman, 1997).

O presente estudo optou pela versão curta do *International Physical Activity Questionnaire* – IPAQ, traduzida para o português e aplicada na população adulta portuguesa por Santos et al. (2010). O preenchimento do IPAQ foi auto-reportado pelas mães e com base no comportamento de atividades físicas dos últimos 7 dias. O instrumento considera a intensidade da atividade física em diferentes contextos, como: transporte, atividades ocupacionais (trabalho ou estudo), atividades domiciliares e atividades de lazer. Os dados da versão curta do IPAQ (Anexo 3) foram resumidos nas atividades físicas (caminhada, atividades moderadas e vigorosas) e na duração semanal estimada da sua prática. O IPAQ demonstrou ser confiável e válido na população adulta de 12 países, inclusive Portugal (Craig et al., 2003).

Nível de escolaridade da mãe

O Sistema Educativo Português está organizado em níveis de educação, formação e aprendizagem: a educação pré-escolar, o ensino básico, o ensino secundário e o ensino superior. Na presente investigação, o nível de escolaridade da mãe foi auto-reportado e classificado em três grupos, a seguir: baixa escolaridade, associado a um tempo de 9 anos, ou menos, de escolaridade, que corresponde no máximo ao tempo de término do ensino básico; média escolaridade, que está associada aos anos que compõem o ensino secundário (12 anos completos de escolaridade); alta escolaridade, caracterizada pela conclusão do ensino superior. O procedimento

adotado baseou-se em outros semelhantes da literatura (Mota, Santos, Pereira, Teixeira & Santos, 2011; Machado-Rodrigues et al., 2014).

Área residencial da família

De acordo com (Monteiro, 2000), o Instituto Nacional de Estatística de Portugal construiu, em 1996, uma tipologia do urbano-rural para a unidade administrativa de base, a freguesia, com classificações de urbano, semi-urbano e rural. As freguesias urbanas são aquelas que possuem densidade populacional superior a 500 habitantes/km² ou que integrem um lugar com população residente superior ou igual a 5.000 habitantes. As freguesias rurais são locais em que o número de habitantes não ultrapasse o de 100 habitantes/km² ou o seu número total seja inferior a 2.000 residentes. Esta definição foi utilizada na literatura em estudo com população portuguesa (Machado-Rodrigues et al., 2016).

Ambiente construído

O ambiente construído e percebido foi medido por um questionário. O instrumento tem o propósito de identificar as variáveis associadas à atividade física relacionadas à freguesia em que a criança reside e inclui os seguintes subdomínios: acesso ao destino; conectividade da rede de estradas; infra-estrutura para caminhadas e ciclismo; segurança do bairro; ambiente social; estética; instalações para atividades recreativas. Avaliação em contexto semelhante foi realizada em outros estudos realizados com portugueses (Mota, Almeida, Santos & Ribeiro, 2005; Mota et al., 2009).

A versão curta do questionário ALPHA (*Assessing Levels of Physical Activity and Fitness*) (Spittaels et al., 2009) foi auto-reportada pelo encarregado de educação e teve como definição de vizinhança o correspondente a uma distância de 1 km de casa (Spittaels et al., 2010). Em sua versão curta (Anexo 4), inclui dez perguntas, numa escala de dois pontos ('Sim' = 1, 'Não' = 0), com exceção para as perguntas sobre segurança ('e' e 'f'), em que 'Não' = 1 e 'Sim' = 0. O coeficiente de correlação

intraclasse do escore total total da versão curta do ALPHA foi de 0,73. Para os itens específicos, as taxas de concordância variaram de 85 a 95% (Spittaels et al., 2010).

3.4. Controle da qualidade dos dados

Determinação do erro técnico de medida e do coeficiente de fiabilidade

A determinação do erro técnico de medida foi feita recorrendo à fórmula proposta por Malina, Hamill e Lemeshow (1973):

$$r = (\sum z^2 / 2N)^{0.5}$$

Em que z^2 é o quadrado da diferença entre as medidas consecutivas para cada sujeito e N é o número de sujeitos.

A fiabilidade pode ser avaliada recorrendo à análise de réplicas das medidas obtidas num curto espaço de tempo, sendo expressa em função da proporção estabelecida entre a variância do erro e a variância inter-individual (Mueller & Martorell, 1988). Assim, medidas repetidas foram realizadas com uma semana de intervalo, em 19 indivíduos escolhidos aleatoriamente entre os elementos que constituem a amostra dos estudos. O coeficiente de fiabilidade varia entre 0 e 1, sendo estimado pela seguinte fórmula:

$$R = 1 - (r^2/s^2)$$

Na fórmula, s^2 é a variância inter-individual e r é o erro técnico de medida. Quanto maior for a fiabilidade dos procedimentos de medição, menor porção de variância intra-individual estará presente na variância inter-individual. A variância inter-individual (s^2) é determinada pela seguinte fórmula:

$$s^2 = (n_1 \cdot s_1^2 + n_2 \cdot s_2^2) / (n_1 + n_2)$$

Em que n_1 e n_2 são as dimensões amostrais, s_1 e s_2 o desvio padrão nos momentos 1 e 2. Na Tabela 3.3 encontram-se os valores obtidos para o erro técnico de medida e o coeficiente de fiabilidade referentes às variáveis antropométricas.

Tabela 3.3. Determinação do erro técnico de medida (Erro) e do coeficiente de fiabilidade (n = 19).

Variável	Erro	Coeficiente de fiabilidade
Massa corporal, kg	0,6	0,99
Estatuta, cm	0,6	0,98
Altura sentado, cm	0,5	0,96
Perímetro de cintura, cm	1,6	0,93
Prega gordura subcutânea subescapular, mm	1,0	0,98
Prega gordura subcutânea tricipital, mm	1,4	0,94
Prega gordura subcutânea geminal, mm	1,6	0,94

Determinação do coeficiente de correlação intraclassa para as provas da bateria de coordenação motora

A qualidade dos dados referentes aos desempenhos nos testes físicos e nas provas do KTK foi averiguada através do cálculo do coeficiente de correlação intraclassa (CCI). O CCI é a medida de concordância mais utilizada para variáveis contínuas (Lu & Shara, 2007). A correlação de Pearson caracteriza-se por medir a intensidade da associação interclassa (entre variáveis de classes diferentes, entre construtos diferentes). Por outro lado, o CCI mede essa intensidade dentro de uma mesma classe, diferentes medidas de um mesmo construto, que podem ser medidas repetidas de um mesmo sujeito ou medidas de várias pessoas dentro de um mesmo grupo. Desta forma, o CCI é aplicado em dados estruturados em grupos, com o seu cálculo feito a partir da divisão do valor da variação entre os indivíduos pela variação total. O CCI é uma medida de concordância corrigida pela concordância esperada ao acaso (Bland & Altman, 1990). Os valores de CCI oscilam entre 0 e 1 e podem ser interpretados da seguinte forma: $CCI < 0,4$ é pobre; $0,4 \leq CCI < 0,75$ é satisfatório a bom; $CCI \geq 0,75$ é excelente (Fleiss, 1981). O cálculo do CCI foi realizado através do

IBM SPSS 22.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL). A Tabela 3.4 apresenta as variáveis e seus respectivos valores de CCI.

Tabela 3.4. Determinação do coeficiente de correlação intraclasse (n = 19).

Variável	CCI
Lançamento <i>medicineball</i> 2 kg	0,79
Preensão manual	0,87
Abdominais 60-s	0,84
Salto horizontal	0,78
Sentar e alcançar	0,92
Corrida de velocidade 25 m	0,78
10x5-m <i>shuttle run</i>	0,76
20-m <i>shuttle run</i>	0,67
Equilíbrio à retaguarda	0,81
Saltos laterais	0,80
Transposição lateral	0,84
Saltos monopedais	0,92

3.5. Análise dos dados

De acordo com os objetivos de cada estudo, foram realizadas diferentes análises estatísticas, que estão resumidas na Tabela 3.5. Em todos os estudos foram determinadas as estatísticas descritivas dos dados analisados e testada a normalidade das distribuições com o teste de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis que não configuraram os pressupostos da distribuição normal foram alvo de transformação logarítmica para as análises inferenciais, no entanto, optou-se por apresentar os valores originais nas tabelas dos resultados. Os dados foram analisados usando o IBM SPSS 22.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL). O nível de significância foi estabelecido em 5% para as análises realizadas nos estudos.

Tabela 3.5. Análises estatísticas dos estudos 2, 3, 4 e 5.

Análises	Estudos			
	2	3	4	5
Estatísticas descritivas	X	X	X	X
Teste de Kolmogorov-Smirnov	X	X	X	X
z-escore	X	X		X
Teste <i>t-Student</i>	X			
Teste de Sobel		X		
Correlação de Pearson	X		X	
Correlação parcial		X		
Correlações canônicas			X	
Análise multivariada de variância (MANOVA)	X			X
Análise multivariada de covariância (MANCOVA)	X			
Análise univariada de variância (ANOVA)	X			X
Análise univariada de covariância (ANCOVA)	X			
Magnitude do efeito	X			X
Regressão linear simples		X		
Regressão linear múltipla		X		
Análise de mediação		X		
Regressão logística binária				X

3.6. Referências

Andersen, L. B., Harro, M., Sardinha, L. B., Froberg, K., Ekelund, U., Brage, S., & Anderssen, S. A. (2006). Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet*, 368(9532), 299-304.

Armstrong, N. (1998). Young people`s physical activity patterns has assessed by heart rate monitoring. *Journal of Sport Sciences*, 16, S9-S16.

Armstrong, N., & Welsman, J. (1997). *Young people and physical activity*. Oxford: Oxford University Press.

Barnett, L. M., Lai, S. K., Veldman, S. L. C., Hardy, L. L., Cliff, D. P., Morgan, P. J., Zask, A., Lubans, D. R., Shultz, S. P., Ridgers, N. D., Rush, E., Brown, H. L., & Okely, A. D. (2016). Correlates of Gross Motor Competence in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, 46(11), 1663-1688.

Baxter-Jones, A. D. G., Eisenmann, J. C., & Sherar, L. B. (2005). Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatric Exercise Science*, 17, 18-30.

Bayer, L. M., & Bayley, N. (1959). *Growth diagnosis: Selected methods for interpreting and predicting development from one year to maturity*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Bayley, N., & Pinneau, S. R. (1952). Tables for predicting adult height from skeletal age: revised from and for use with the Greulich-Pyle hand standards. *J. Pediatr*, 40, 423-441.

Beunen, G. P., Malina, R. M., Lefevre, J., Claessens, A. L., Renson R., & Simons, J. (1997). Prediction of adult stature and noninvasive assessment of biological maturation. *Med. Sci. Sports Exerc*, 29, 225-230.

Bland, J. M., & Altman, D. G. (1990). A note on the use of the intraclass correlation coefficient in the evaluation of agreement between two methods of measurement. *Comput Biol Med*, 20(5), 337-340.

Claessens, A., Beunen, G., & Malina, R. M. (2000). Anthropometry, physique, body composition and maturity. In: Armstrong, N., & Van Mechelen, W. (Eds). *Pediatric Exercise Science and Medicine*. Oxford: Oxford University Press.

Committee for the Development of Sports. (1988). *EUROFIT: Handbook for the European test of physical fitness*. Rome, Italy: Council of Europe.

Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. F., & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*, 35(8), 1381-95.

Cumming, S. P., Standage, M., Gillison, F. B., Dompier, T. P., & Malina, R. M. (2009). Biological maturity status, body size, and exercise behavior in British youth: A pilot study. *Journal of Sports Sciences*, 27, 677-686.

D'Hondt, E., Deforche, B., Vaeyens, R., Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Pion, J., Philippaerts, R., De Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2011). Gross motor coordination in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: a cross-sectional study. *Int J Pediatr Obes*, 6(2-2), e556-64.

Drenowatz, C., Wartha, O., Klenk, J., Brandstetter, S., Wabitsch, M., & Steinacker, J. (2013). Differences in health behavior, physical fitness, and cardiovascular risk in early, average, and late mature children. *Pediatr Exerc Sci*, 25(1), 69-83.

Fleiss, J. (1981). *Statistical methods for rates and proportions*. New York: John Wiley & Sons.

Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2006). *Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults*. Boston: McGraw Hill.

Harriss, D. J., & Atkinson, G. (2015). Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2016 Update. *Int J Sports Med*, 36(14), 1121-4

Harro, M., & Ridoch, C. (2000). Physical activity. In: Armstrong, N., & Van Mechelen, W. (Eds). *Pediatric Exercise Science and Medicine*. Oxford: Oxford University Press, 2000.

Iivonen, S., Sääkslahti, A. K., & Laukkanen, A. (2015). A review of studies using the Körperkoordinationstest für Kinder (KTK). *European Journal of Adapted Physical Activity*, 8(2), 18-36.

Khamis, H., & Roche, A. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics*, 94(4), 504-507.

Kiphard, E. J., & Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder [Body Coordination Test for Children]. Manual*. Weinheim, Germany: Beltz Test GmbH.

Kiphard, E. J., & Schilling, F. (2007). *Körperkoordinationstest für Kinder. Überarbeitete und ergänzte Auflage [Body Coordination Test for Children. Revised and supplemented edition]*. Göttingen, Germany: Beltz Test GmbH.

Léger, L., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20-meter shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci*, 6, 93-101.

Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Lopes, L., Santos, R., Mota, J., Pereira, B., & Lopes, V. (2016). Objectively measured sedentary time and academic achievement in schoolchildren. *J Sports Sci*, 26, 1-7.

Lu, L., & Shara, N. (2007). *Reliability analysis: calculate and compare intra-class correlation coefficients (ICC) in SAS*. NESUG.

Machado-Rodrigues, A. M., Coelho E Silva, M. J., Ribeiro, L. P., Fernandes, R., Mota, J., & Malina, R. M. (2016). Waist Circumference and Objectively Measured Sedentary Behavior in Rural School Adolescents. *J Sch Health*, 86(1), 54-60.

Machado-Rodrigues, A. M., Santana, A., Gama, A., Mourão, I., Nogueira, H., Rosado, V., & Padez, C. (2014). Parental perceptions of neighborhood environments, BMI, and active behaviors in girls aged 7-9 years. *Am J Hum Biol*, 26(5), 670-5.

Malina, R. M. (1995). Anthropometry. In: Maud, P. J., & Foster, C. (Eds.). *Physiological Assessment of Human Fitness*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity* (2nd Edition). Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Malina, R. M., Coelho e Silva, M. J., Figueiredo, M. J., Carling, C., & Beunen, G. P. (2012). Interrelationships among invasive and noninvasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 30, 1705–1717.

Malina, R. M., Dompier, T. P., Powell, J. W., Barron, M. J., & Moore, M. T. (2007). Validation of a Noninvasive Maturity Estimate Relative to Skeletal Age in Youth Football Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(5), 362-368.

Malina, R. M., Hamill, P. V., & Lemeshow, S. (1973). *Selected measurements of children 6-11 years. United States. Vital and Health Statistics, Series 11: 123*, USDHHS. Washington, DC: US. Government Printing Office.

McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V.L. (1996). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance* (4th Edition). Philadelphia: Lea & Febiger.

Monteiro, J. L. (2000). Caracterização dos Espaços Urbanos na Região de Lisboa e Vale do Tejo: o Contributo da Análise Discriminante. *Revista de Estudos Regionais - Instituto Nacional de Estatística*, 2º semestre.

Montoye, H. J., Kemper, H. C. G., Saris, W. H. M., & Washburn, R. A. (1996). *Measuring physical activity and energy expenditure*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Mota, J., Almeida, M., Santos, P., & Ribeiro, J. C. (2005). Perceived Neighborhood Environments and physical activity in adolescents. *Prev Med*, 41(5-6), 834-6.

Mota, J., Almeida, M., Santos, R., Ribeiro, J. C., & Santos, M. P. (2009). Association of perceived environmental characteristics and participation in organized and non-organized physical activities of adolescents. *Pediatr Exerc Sci*, 21(2), 233-9.

Mota, J., Santos, R., Pereira, M., Teixeira, L., & Santos, M. P. (2011). Perceived neighbourhood environmental characteristics and physical activity according to socioeconomic status in adolescent girls. *Ann Hum Biol*, 38(1), 1-6.

Mueller, W., & Martorell, R. (1988). Reliability and Accuracy of Measurement. In: Lohman, T., Roche, A., & Martorell, R. (Eds.). *Anthropometric Standardisation Reference Manual*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P., & D'Hondt, E. (2015). Motor Competence and its Effect on Positive Developmental Trajectories of Health. *Sports Med* 45(9), 1273-1284.

Roche, A. F., Wainer, H., & Thissen, D. (1975). The RWT method for the prediction of adult stature. *Pediatrics*, 56, 1026-1033.

Santos, R., Soares-Miranda, L., Vale, S., Moreira, C., Marques, A. I., & Mota, J. (2010). Sitting time and body mass index, in a Portuguese sample of men: results from the

Azorean Physical Activity and Health Study (APAHS). *Int J Environ Res Public Health*, 7(4), 1500-7.

Smits-Engelsman, B. C. M., Henderson, S. E., & Michels, C. G. J. (1998). The assessment of children with developmental coordination disorders in the Netherlands: the relationship between the Movement Assessment Battery for Children and the Körperkoordinationstest für Kinder. *Hum Mov Sci*, 17, 699 - 709.

Sobral, F., & Coelho e Silva, M. J. (2001). *Açores 1999: Estatísticas e normas de crescimento e aptidão física*. Coimbra: Universidade de Coimbra.

Spittaels, H., Foster, C., Oppert, J. M., Rutter, H., Oja, P., Sjöström, M., & De Bourdeaudhuij, I. (2009). Assessment of environmental correlates of physical activity: development of a European questionnaire. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 6, 39.

Spittaels, H., Verloigne, M., Gidlow, C., Gloanec, J., Titze, S., Foster, C., Oppert, J. M., Rutter, H., Oja, P., Sjöström, M., & De Bourdeaudhuij, I. (2010). Measuring physical activity-related environmental factors: reliability and predictive validity of the European environmental questionnaire ALPHA. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 7(1), 48.

Sugden, D. A., & Wright, H. C. (1998). *Motor coordination disorders in children*. London: Sage.

Tanner, J. M., Healy, M. J. R., Goldstein, H., & Cameron, N. (2001). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW3 method)* (3rd ed.). London: Saunders.

Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., Cameron, N., Marshall, W. A., Healy, M. J. R., & Goldstein, H. (1983). *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height*. New York: Academic.

Tomkinson, G. R., Leger, L. A., Olds, T. S., & Cazorla, G. (2003). Secular trends in the performance of children and adolescents (1980-2000): an analysis of 55 studies of the 20m shuttle run test in 11 countries. *Sports Med*, 33, 285-300.

Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. (1986). Validation of two running tests as estimates of maximal aerobic power in children. *Eur J Appl Physiol*, 55(5), 503-506.

Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B. F. R., Vaeyens, R., Malina, R. M., Lefevre, J., Lenoir, M., & Philippaerts, R. M. (2012). Variation in sport participation, fitness and motor coordination with socioeconomic status among Flemish children. *Pediatric Exercise Science*, 24, 113-128.

Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B., Coelho-e-Silva, M. J., Vaeyens, R., Lenoir, M., Lefevre, J., & Philippaerts, R. M. (2011). Multivariate association among morphology, fitness, and motor coordination characteristics in boys age 7 to 11. *Pediatr Exerc Sci*, 23(4), 504-520.

Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Vaeyens, R., Pion, J., Lefevre, J., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2011). Factors discriminating gymnasts by competitive level. *Int J Sports Med*, 32(8), 591-7.

Ward, D. S., Evenson, K. R., Vaughn, A., Rodgers, A. B., & Troiano, R. P. (2005). Accelerometer use in physical activity: best practices and research recommendations. *Med Sci Sports Exerc*, 37 (suppl 11), S582-88.

Wells, K. F., & Dillon, E. K. (1952). The sit and reach: a test of back and leg flexibility. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 23, 115-118.

Parte

III

Estudos Transversais

CAPÍTULO 4

Estudo 2

(Versão da revista apresentada no Anexo 6)

Efeitos do Sexo e da Maturação Biológica sobre a Coordenação Motora e a Aptidão Física de Crianças Pré-púberes

Publicado na Revista Perceptual and Motor Skills (2016)

RESUMO

Foram testados os efeitos do sexo e da maturação biológica associados à aptidão física e à coordenação motora de crianças de 8-9 anos (n = 128; 67 meninas). Estatura, massa corporal, composição corporal de dois componentes, percentagem da estatura matura predita (como um índice de maturação biológica), testes físicos e coordenação motora (*Körperkoordinationstest für Kinder*) foram avaliados. Os meninos encontram-se em um estado maturacional menos avançado em relação às meninas, possuem maior massa livre de gordura, melhor desempenho em seis testes físicos e obtiveram uma pontuação superior nos saltos monopodais. Depois do controle da maturação somática, as diferenças entre os sexos persistiram nos dois domínios multivariados: testes físicos e de coordenação motora.

Palavras-chave: Infância, desenvolvimento motor, bateria KTK, coordenação.

Referência: Luz LG, Cumming SP, Duarte JP, Valente-Dos-Santos J, Almeida MJ, Machado-Rodrigues A, Padez C, Carmo BC, Santos R, Seabra A, Coelho-E-Silva MJ. (2016) Independent and Combined Effects of Sex and Biological Maturation on Motor Coordination and Performance in Prepubertal Children. *Percept Mot Skills* 122(2):610-35.

DOI: 10.1177/0031512516637733

4.1. Introdução

Os benefícios da atividade física regular e da aptidão física em crianças e em adolescentes têm sido amplamente documentados na literatura (Strong et al., 2005; *Physical Activity Guidelines Advisory Committee*, 2008). Mais especificamente, a prática regular da atividade física tem sido consistentemente associada à saúde cardiovascular, metabólica, esquelética e mental, além de estar relacionada, também, a um peso corporal adequado (Janssen & Leblanc, 2010). A competência motora, assim como os processos de crescimento e de maturação biológica, associa-se com o envolvimento em atividades físicas durante a infância e a adolescência (Robinson et al., 2015; Smart et al., 2012). Consequentemente, as relações entre estes domínios são de interesse dos estudiosos da promoção da atividade física para a saúde da população de crianças e jovens (Cumming, Sherar, Esliger, Riddoch & Malina, 2014; Lopes, Stodden, Bianchi, Maia & Rodrigues, 2012).

Competência motora é um termo global recomendado recentemente para abranger várias terminologias utilizadas anteriormente na literatura (isto é, proficiência motora, desempenho motor, habilidade motora e coordenação motora) para descrever o resultado do movimento humano (Robinson et al., 2015). A competência motora geralmente é desenvolvida com a idade, a maturação biológica e a experiência em práticas motoras. Por outro lado, crianças da mesma idade cronológica e/ou estado de maturação podem demonstrar variação significativa no desempenho de testes que avaliem a competência motora. Nos últimos anos, são muitos os estudos que sugerem uma associação positiva entre a competência motora e os fatores e determinantes relacionados ao comportamento e à saúde de crianças e adolescentes (Burns et al., 2009; Cairney, Hay, Veldhuizen & Faught, 2010; Krombholz, 2013; Luz et al., 2015; Martins et al., 2010; Robinson et al., 2015). Atividade física e participação desportiva têm uma relação recíproca com a competência motora na infância e na adolescência (Graham, Sirard & Neumark-Sztainer, 2011; Okely, Booth & Patterson, 2001; Rivilis et al., 2011; Robinson et al., 2015). Tendo em vista os aspectos citados anteriormente, o desenvolvimento e o aperfeiçoamento das habilidades motoras em jovens devem ser considerados como aspectos importantes nos currículos educacionais e nas políticas públicas de saúde.

Entre as idades de 3 e 6 anos, as diferenças entre os sexos na competência motora são mínimas (Kakebeeke, Locatelli, Rousson, Caflisch & Jenni, 2012). No entanto, em meados da infância até o final desta fase, e ao longo da adolescência, os meninos superam as meninas nas habilidades que requerem velocidade, força e potência, o que contribui para diferenças notáveis na competência motora entre os sexos. Embora muitas destas diferenças possam ser atribuídas às características biológicas associadas ao sexo no desenvolvimento puberal (por exemplo, maiores ganhos na massa livre de gordura absoluta e relativa nos meninos), as diferenças que emergem durante a infância tardia, e continuam até a adolescência, provavelmente refletem os comportamentos divergentes em função do gênero oriundos da socialização e/ou do fornecimento de oportunidades oferecidas aos indivíduos de ambos os sexos (ou seja, maior encorajamento e oportunidade às práticas de atividades físicas aos meninos).

É importante considerar a variabilidade inter-individual na maturação biológica e controlar esta variável em pesquisas realizadas na população pediátrica, especialmente em estudos que envolvam as características funcionais e de desempenho de jovens atletas (Baxter-Jones, Eisenmann & Sherar, 2005). A maturação biológica pode ser vista sob duas perspectivas: *timing* e tempo. *Timing* está relacionado ao momento em que ocorre um dado evento maturacional; por exemplo, a idade da menarca, o aparecimento das características sexuais secundárias, o período de estirão do crescimento, entre outros. Tempo refere-se ao ritmo com que este evento se manifesta, ou seja, o quão lentas ou rápidas essas alterações se manifestam. Os indicadores mais comuns de estado maturacional são a idade óssea e o desenvolvimento de características sexuais secundárias. Características sexuais secundárias - desenvolvimento dos seios e dos pelos pubianos em meninas, ou genitália e pelos pubianos nos meninos - são amplamente utilizadas na literatura (Baxter-Jones et al., 2005), mas às vezes incorretamente. Para Rasmussen et al. (2015), a utilização das características sexuais para avaliação do estado maturacional, especialmente através do auto-relato, pode implicar em potenciais erros de classificação. Primeiro, os estágios são categorias discretas e o processo de maturação é contínuo, ou seja, um jovem pode estar na transição entre dois estágios e o método não dispõe de etapas intermediárias. Segundo, a duração de uma fase e

a idade na transição de uma para outra são difíceis de estimar; para isso, observações longitudinais em intervalos relativamente curtos de tempo são desejáveis. Por último, o método não se aplica à população pré-puberal (Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004).

Um outro indicador de estado maturacional, que também tem sido comumente adotado é a idade no pico de velocidade de crescimento (PVC). No entanto, este método somático requer dados longitudinais para obtenção das estimativas da idade no PVC para os indivíduos. Por outro lado, o método que realiza uma estimativa da maturação através da percentagem da estatura matura predita (%EMP) tem sido recomendado (Baxter-Jones et al., 2005), se os dados relativos à estatura dos pais biológicos estiverem disponíveis. A %EMP em uma determinada idade apresentou concordância moderada com a idade óssea em participantes jovens, do sexo masculino, no futebol americano (Malina, Dompier, Powell, Barron & Moore, 2007) e no futebol (Malina, Coelho e Silva, Figueiredo, Carling & Beunen, 2012). Além disso, o método permite classificar os indivíduos como avançado, normomaturado ou atrasado.

A maturação biológica, mais do que a idade cronológica, parece ser uma variável importante para explicar a variabilidade inter-individual na prática de atividade física (Cumming, Standage, Gillison & Malina, 2008; Sherar, Esliger, Baxter-Jones & Tremblay, 2007). Ainda não se sabe qual é o grau de contribuição da maturação biológica sobre as diferenças na competência motora, mas acredita-se que este possa variar em função das fases da infância (ou seja, infância precoce ou tardia, adolescência). Por exemplo, embora o estado maturacional esteja associado à melhoria da competência motora na primeira infância, ainda não se sabe por qual motivo os meninos, que normalmente amadurecem mais tarde do que as meninas, apresentam um melhor desempenho em relação a estas na infância tardia. Além disso, o estado maturacional avançado pode exercer efeitos diferentes sobre a competência motora de meninos e meninas durante a adolescência, que podem estar associados às diferenças entre os sexos quanto ao desenvolvimento puberal. Enquanto o estado avançado da maturação, em meninos, é geralmente associado à maior competência funcional e motora, nas meninas está associado a um menor desempenho físico, particularmente em habilidades que requerem força e resistência (Malina et al., 2004). Estudos que relatam o efeito da maturação biológica sobre o

comportamento motor são ainda limitados (Sherar, Cumming, Eisenmann, Baxter-Jones & Malina, 2010) e são, predominantemente, focados nos anos que abrangem a adolescência (Malina et al., 2004). O presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos isolados e combinados do sexo e da maturação biológica sobre a competência motora de crianças pré-púberes em uma única faixa etária, avaliada por intermédio de uma bateria de testes de aptidão física, além de quatro provas de coordenação motora.

4.2. Métodos

Amostra

A amostra do presente estudo foi composta por crianças da cidade de Arapiraca (Alagoas, Brasil) e os participantes foram recrutados para examinar a hipótese do presente estudo. Os indivíduos que compuseram a amostra tinham de 8,00 a 8,99 anos de idade. A pequena amplitude na faixa etária dos sujeitos teve o propósito de reduzir o efeito da idade cronológica como fonte de variabilidade inter-individual e a escolha pelos oito anos está relacionada ao estado pré-menarca nas meninas (Malina, 2014). A amostra final do estudo teve 128 crianças (67 meninas, 61 meninos).

Procedimento

Trata-se de um estudo transversal, realizado em quatro escolas (duas escolas públicas e duas privadas). O estudo foi conduzido em conformidade com a Declaração de Helsinque de 1975. O comitê de ética da Universidade Federal de Alagoas (Brasil) aprovou o estudo (CAAE 09200413.5.0000.5013). Antes da recolha de dados, os pais, ou responsáveis legais, assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (taxa de resposta de 90%). Os participantes foram informados acerca dos objetivos do estudo, da participação dos seus educandos e que poderiam retirar-se do estudo a qualquer momento. Os dados foram recolhidos nas escolas durante os dias de semana. Um total de três sessões foram necessárias para cada classe. Todas as visitas foram realizadas em um único mês. A primeira visita foi utilizada para recolha dos dados pessoais e da antropometria. No segundo dia foram realizados os testes

físicos e na sessão final foi feita a avaliação da coordenação motora (*Körperkoordinationstest für Kinder* - KTK). Todos os grupos seguiram a mesma ordem de testes, exceto o KTK que foi organizado baseado em uma rotação em circuito sem contato visual entre os participantes.

Antropometria

As medidas foram realizadas por avaliador experiente, de acordo com protocolo padronizado (Lohman, Roche & Martorell, 1988). A estatura (0,1 cm) foi medida com estadiômetro portátil (Sanny Caprice, São Paulo, Brasil). A massa corporal (0,1 kg) foi medida por uma balança digital (Techline, Paulo, Brasil). As dobras cutâneas (1 mm) foram medidas com adipômetro da marca Lange (Beta Technology, Santa Cruz, Califórnia, EUA), a saber: tríceps, bíceps, subescapular, suprailíaca, abdominal e geminal. A estimativa da percentagem de massa gorda foi derivada da soma das dobras cutâneas de tríceps e subescapular (Slaughter et al., 1988). Em seguida, foram estimadas a massa gorda (0,1 kg) e a massa livre de gordura (0,1 kg). Medições repetidas foram obtidas em 19 estudantes da amostra e foram determinados os erros técnicos das medidas: estatura, 0,6 cm; massa corporal, 0,6 kg; dobras cutâneas, 1,0-1,6 mm.

Maturação biológica

O método Khamis-Roche (Khamis & Roche, 1994) foi utilizado para estimar a estatura matura predita (EMP). Este protocolo foi desenvolvido em crianças do grupo *Fels Longitudinal Study conducted in South Central Ohio*, dos Estados Unidos da América. O protocolo utiliza a idade decimal, a estatura e a massa corporal do participante, além da média das estaturas dos pais biológicos. A estatura dos pais foi auto-reportada. A estatura atual foi expressa como uma percentagem da estatura matura predita (%EMP). É assumido que, entre crianças da mesma idade cronológica, aquelas com valores mais próximos da estatura matura predita (EMP) são mais avançadas em maturação biológica (Malina et al., 2004). O método de Khamis-Roche tem sido empregado para esta finalidade em vários estudos (Cumming, Standage, Gillison, Dompier & Malina, 2009; Malina, Cumming, Morano, Barron & Miller, 2005) e foi

validado em atletas jovens de futebol americano com um indicador de idade óssea (Malina et al., 2007). Para avaliação do estado maturacional, a %EMP foi expressa como z-escore a partir da média e do desvio-padrão, por sexo e idade, da amostra do *Berkeley Guidance Study*, da Universidade da Califórnia (Bayer & Bayley, 1959). As pontuações do z-escore da %EMP são frequentemente utilizadas para estimar o estado maturacional. Separadamente, para meninos e meninas, foram organizados dois grupos em função do estado maturacional: avançados ($P > 50\%$) e atrasados ($P < 50\%$). Esta abordagem foi anteriormente utilizada em jovens atletas de futebol da Bélgica, com idades entre 11-14 anos (Deprez et al., 2014).

Aptidão física

A aptidão física foi avaliada por meio de testes físicos da bateria EUROFIT (*Committee for the Development of Sports*, 1988), a saber: força de prensão manual, impulsão horizontal, sentar e alcançar, 10x5-m *shuttle-run* e 20m *shuttle-run*. Além destes, foram incluídos os testes físicos de lançamento de *medicineball* 2 kg, abdominais em 60 segundos e corrida de velocidade 25m. A descrição detalhada dos protocolos e procedimentos dos testes está disponível na literatura (*Committee for the Development of Sports*, 1988). Os testes selecionados têm sido utilizados pela comunidade científica em estudos com crianças sob o mesmo contexto de avaliação dos níveis de aptidão física (Vandendriessche et al., 2011).

Coordenação motora

A coordenação motora foi avaliada através do *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK) (Kiphard & Schilling, 1974). A bateria é frequentemente utilizada em crianças de escolas primárias na Bélgica (D'Hondt et al., 2011, Vandendriessche et al., 2012), Alemanha (Krombholz, 2006) e Portugal (Lopes, Santos, Pereira & Lopes, 2013; Lopes et al., 2012). O KTK possui quatro provas: equilíbrio em marcha à retaguarda (ER), saltos laterais (SL), transposição lateral (TL) e saltos monopodais (SM) (Camacho-Araya, Woodburn & Boschini, 1990). As propriedades psicométricas do KTK (Kiphard & Schilling, 1974) mostraram razoável fiabilidade teste-reteste (os coeficientes variaram entre 0,80 e 0,96).

Análise estatística

Foi realizada a estatística descritiva dos dados para o total da amostra (amplitude, médias, erros-padrão, desvios-padrão e intervalos de confiança a 95%). O teste de Kolmogorov-Smirnov foi usado para avaliar a normalidade da distribuição dos dados e transformações logarítmicas foram efetuadas para normalizar as distribuições das variáveis em três testes de aptidão física (força de preensão manual, 10x5-m *shuttle-run* e 20m *shuttle-run*) e duas provas do KTK (saltos laterais e transposição lateral).

A comparação entre os sexos foi verificada com base na determinação das diferenças entre as médias (teste *t*-Student) e respectivas magnitudes de efeito. Posteriormente, as correlações de Pearson examinaram as associações entre a maturação somática (%EMP e z-escore da %EMP) e os testes motores (testes de aptidão física e provas do KTK) para a amostra total e, também, separadamente, para meninos e meninas. Os coeficientes de correlação foram interpretados como segue (Hopkins, Marshall, Batterham & Hanin, 2009): trivial ($r < 0,1$), pequeno ($0,1 < r < 0,3$), moderado ($0,3 < r < 0,5$), grande ($0,5 < r < 0,7$), muito grande ($0,7 < r < 0,9$), e quase perfeito ($r > 0,9$).

As estatísticas descritivas das variáveis antropométricas, de aptidão física e de coordenação motora (médias, desvios-padrão, diferenças entre as médias) foram calculadas isoladamente para cada sexo. Além disso, meninos e meninas foram divididos por grupos em relação ao estado maturacional, obtidos a partir do z-escore da %EMP. Em seguida, separadamente para meninos e meninas, os grupos maturacionais foram comparados através do teste *t*-Student e as diferenças entre as médias tiveram a magnitude do efeito calculada através dos valores de *d* de Cohen, interpretada como segue: $< 0,20$ (trivial), $0,20$ a $0,59$ (pequena), $0,60$ a $1,19$ (moderada), $1,20$ a $1,99$ (grande), $2,0$ a $3,9$ (muito grande) e $> 4,0$ (extremamente grande) (Hopkins et al., 2009). Além disso, os efeitos independentes e combinados do sexo e do estado maturacional sobre os testes de aptidão física e provas do KTK, separadamente, foram examinados pela análise de variância multivariada (MANOVA). Finalmente, foi realizada uma análise multivariada de covariância (MANCOVA) (z-escore da %EMP como covariável) para testar o efeito do sexo sobre as provas

motoras de aptidão física e de coordenação motora. Quando MANOVA ou MANCOVA detectaram efeito significativo, análise de variância (ANOVA) e análise de covariância (ANCOVA) foram utilizadas para analisar o efeito em cada variável dependente. Os dados foram analisados usando o IBM SPSS 22.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL). O nível de significância foi estabelecido em 5% para as análises realizadas.

4.3. Resultados

As características descritivas da amostra são apresentadas nas Tabelas 4.1 e 4.2. As meninas mostraram valores mais elevados do que os meninos para a %EMP. Por outro lado, os meninos superaram as meninas na estimativa da massa livre de gordura e nos desempenhos dos testes de lançamento de *medicineball* 2 kg, força de preensão manual, abdominais em 60 segundos, impulsão horizontal, corrida de velocidade 25m, 10x5-m *shuttle-run* e saltos monopedais.

Conforme apresentado na Tabela 4.3, as correlações entre a maturação somática, dada pela %EMP, e os itens de desempenho motor foram moderadas para as meninas no lançamento de *medicineball* 2 kg, na força de preensão manual e no equilíbrio à retaguarda. Entre os meninos, três testes de aptidão física também obtiveram correlação moderada com a maturação somática: lançamento de *medicineball* 2 kg, força de preensão manual e 20m *shuttle-run*. Quando a maturação somática foi calculada pelos valores de pontuação do z-escore da %EMP, foram observadas correlações significativas no lançamento de *medicineball* 2 kg, força de preensão manual, 20m *shuttle-run* e equilíbrio à retaguarda para as meninas e na força de preensão manual, nos abdominais em 60 segundos, na impulsão horizontal, no 20m *shuttle-run*, no sentar e alcançar e no equilíbrio à retaguarda para os meninos.

Tabela 4.1. Estatísticas descritivas (amplitude, média, erro padrão da média, limites de confiança a 95% e desvio-padrão) e teste de normalidade para o total da amostra de crianças com idades entre 8,00 e 8,99 anos (n=128; meninos: n=61; meninas: n=67).

Xi: Variáveis	Amplitude		Média			Desvio-padrão	Kolmogorov-Smirnov		
	Mínimo	Máximo	Valor	EP	Limites de confiança 95%		Valor (g=128)	p	
					Limite inferior				Limite superior
X1: Idade cronológica (anos)	8,0	8,9	8,5	0,0	8,4	8,5	0,3	0,087	<0,05
X2: Estatura matura predita (cm)	147,7	189,1	169,6	0,8	168,0	171,2	9,1	0,066	0,200
X3: Percentagem da EMP (%)	72,1	87,5	77,5	0,3	76,9	78,2	3,5	0,082	<0,05
X4: z-escore da %EMP (#)	-3,2	5,5	0,3	0,1	0,0	0,5	1,5	0,054	0,200
X5: Estatura do pai (cm)	152,5	189,0	171,3	0,7	169,9	172,6	7,9	0,175	<0,001
X6: Estatura da mãe (cm)	149,5	179,3	165,1	0,5	164,2	166,0	5,4	0,052	0,200
X7: Média de estatura dos pais (cm)	142,5	176,0	158,9	0,6	157,8	160,1	6,7	0,091	<0,05
X8: Estatura (cm)	119,0	146,2	131,3	0,5	130,3	132,4	5,8	0,040	0,200
X9: Massa corporal (kg)	18,1	61,7	31,5	0,7	30,2	32,8	7,4	0,084	<0,05
X10: Massa gorda (%)	8,5	65,0	27,1	0,8	25,6	28,6	8,6	0,107	<0,05
X11: Massa gorda (kg)	1,5	40,1	9,1	0,5	8,1	10,0	5,3	0,131	<0,001
X12: Massa livre de gordura (kg)	15,7	30,3	22,5	0,3	21,9	23,0	3,2	0,051	0,200
X13: Lançamento de <i>medicineball</i> 2kg (cm)	113	327	190	3	184	196	35	0,067	0,200
X14: Força de prensão manual (kg.f)	2,5	25,0	13,5	0,3	12,8	14,1	3,8	0,116	<0,001
X15: Abdominais em 60 segundos (#)	0	36	16,6	0,8	15,0	18,3	9,4	0,078	0,055
X16: Impulsão horizontal (cm)	32	198	92	2	88	97	25	0,066	0,200
X17: Corrida de velocidade 25m (s)	4,60	8,31	6,11	0,07	5,97	6,24	0,78	0,071	0,198
X18: 10x5-m <i>shuttle-run</i> (s)	20,81	33,97	26,43	0,23	25,98	26,89	2,60	0,094	<0,05
X19: 20m <i>shuttle-run</i> (m)	60	880	281	13	256	307	148	0,116	<0,001
X20: Sentar e alcançar (cm)	6,5	42,0	25,6	0,5	24,5	26,6	5,9	0,050	0,200
X21: Equilíbrio à retaguarda (#)	3	68	38,2	1,2	35,9	40,6	13,5	0,065	0,200
X22: Saltos laterais (#)	6	57	31,3	0,8	29,7	33,0	9,4	0,081	<0,05
X23: Transposição lateral (#)	16	80	32,0	0,7	30,7	33,3	7,6	0,136	<0,001
X24: Saltos monopodais (#)	0	60	33,0	1,1	30,8	35,2	12,4	0,078	0,053

EP (erro padrão); EMP (estatura matura predita); %EMP (percentagem da estatura matura predita); # (sem unidade de medida).

Tabela 4.2. Estatísticas descritivas (média ± desvio-padrão) por sexo, diferença entre as médias (incluindo o erro padrão, os limites de confiança a 95% e o tamanho do efeito) e teste *t*-Student.

Variáveis dependentes	Estatísticas descritivas		Diferença entre médias			Tamanho do efeito		Teste <i>t</i> -Student	
	Meninos (n=61)	Meninas (n=67)	Média	EP	LC 95% (LI; LS)	d	(Classificação)	t (g =126)	p
Idade cronológica (anos)	8,5±0,3	8,4±0,3	0,1	0,1	(-0,0; 0,2)	0,21	(pequena)	1,205	0,231
Estatutura madura predita (cm)	176,8±5,8	163,1±6,2	13,7	1,1	(11,7; 15,9)	2,31	(muito grande)	13,051	<0,001
Porcentagem da EMP (%)	74,7±1,6	80,2±2,5	-5,5	0,4	(-6,3; -4,8)	-2,62	(muito grande)	-14,820	<0,001
Estatutura (cm)	132,0±5,5	130,7±6,0	1,3	1,0	(-0,7; 3,3)	0,23	(pequena)	1,291	0,199
Massa corporal (kg)	32,6±8,0	30,5±6,8	2,1	1,3	(-0,5; 4,6)	0,28	(pequena)	1,577	0,117
Massa gorda (%)	25,8±10,5	28,3±6,2	-2,5	1,5	(-5,5; 0,5)	-0,29	(pequena)	-1,660	0,099
Massa gorda (kg)	9,1±6,5	9,0±4,0	0,1	0,9	(-1,7; 2,0)	0,03	(trivial)	0,166	0,868
Massa livre de gordura (kg)	23,4±2,8	21,5±3,2	1,9	0,5	(0,8; 3,0)	0,63	(moderada)	3,555	<0,05
Lançamento de <i>medicineball</i> 2kg (cm)	204±35	177±29	27	6	(16; 38)	0,84	(moderada)	4,745	<0,001
Força de preensão manual (kg.f)*	14,7±4,3	12,3±2,8	2,4	0,6	(1,1; 3,7)	0,67	(moderada)	3,758	<0,001
Abdominais em 60 segundos (#)	18,5±9,5	14,9±8,9	3,6	1,6	(0,3; 6,8)	0,39	(pequena)	2,187	<0,05
Impulsão horizontal (cm)	102±21	83±24	19	4	(11; 27)	0,82	(moderada)	4,657	<0,001
Corrida de velocidade 25m (s)	5,89±0,74	6,31±0,76	-0,42	0,13	(-0,68; -0,15)	-0,55	(pequena)	-3,132	<0,05
10x5-m <i>shuttle-run</i> (s)*	25,42±2,43	27,35±2,43	-1,93	0,43	(-2,78; -1,08)	-0,79	(moderada)	-4,489	<0,001
20m <i>shuttle-run</i> (m)*	295±169	269±125	26	26	(-26; 77)	0,17	(trivial)	0,976	0,331
Sentar e alcançar (cm)	24,9±5,7	26,1±6,0	-1,2	1,0	(-3,3; 0,8)	-0,21	(pequena)	-1,161	0,248
Equilíbrio à retaguarda (#)	37,0±14,7	39,3±12,4	-2,3	2,4	(-7,0; 2,5)	-0,17	(trivial)	-0,935	0,351
Saltos laterais (#)*	32,3±9,4	30,4±9,4	1,9	1,7	(-1,4; 5,2)	0,20	(pequena)	1,139	0,257
Transposição lateral (#)*	32,1±6,8	31,9±8,3	0,2	1,3	(-2,5; 2,8)	0,02	(trivial)	0,117	0,907
Saltos monopodais (#)	35,8±11,9	30,4±12,4	5,4	2,2	(1,1; 9,6)	0,44	(pequena)	2,498	<0,05

* Teste *t*-Student realizado com transformação logarítmica da variável; EP (erro padrão); LC 95% (limites de confiança a 95%); LI (limite inferior); LS (limite superior); d (d de Cohen); EMP (estatura madura predita); # (sem unidade de medida).

Tabela 4.3. Coeficientes de correlação entre maturação somática (X1: calculada pela %EMP; X2: calculada pelo z-escore da %EMP a partir dos valores do *Berkeley Guidance Study*) e antropometria, testes físicos e coordenação motora para o total da amostra e, separadamente, para meninas e meninos.

Grupo	Y _i : Variáveis	X1: %EMP				X2: z-escore %EMP			
		r	LC 95%		p	r	LC 95%		p
			LI	LS			LI	LS	
Total (n=128)	Estatura	0,260	0,091	0,429	<0,05	0,354	0,191	0,517	<0,001
	Log (massa corporal)	0,377	0,215	0,539	<0,001	0,673	0,544	0,802	<0,001
	Log (%MG)	0,513	0,363	0,663	<0,001	0,475	0,321	0,629	<0,001
	Log (MG)	0,484	0,331	0,637	<0,001	0,589	0,448	0,730	<0,001
	MLG	0,207	0,036	0,378	<0,05	0,535	0,387	0,683	<0,001
	Lançamento de <i>medicineball</i> 2kg	-0,070	-0,244	0,104	0,430	0,332	0,167	0,497	<0,001
	Log (força de preensão manual)	0,052	-0,123	0,226	0,562	0,380	0,218	0,542	<0,001
	Abdominais em 60 segundos	-0,294	-0,461	-0,127	<0,05	-0,151	-0,324	0,022	0,089
	Impulsão horizontal	-0,359	-0,522	-0,196	<0,001	-0,104	-0,277	0,070	0,245
	Corrida de velocidade 25m	-0,157	-0,329	0,016	0,077	0,048	-0,126	0,223	0,587
	Log (10x5-m <i>shuttle-run</i>)	-0,357	-0,520	-0,194	<0,001	0,030	-0,144	0,205	0,735
	Log (20m <i>shuttle-run</i>)	-0,233	-0,403	-0,063	<0,05	-0,290	-0,457	-0,123	<0,05
	Sentar e alcançar	0,038	-0,137	0,212	0,671	0,014	-0,160	0,189	0,871
	Equilíbrio à retaguarda	-0,064	-0,239	0,110	0,470	-0,347	-0,511	-0,183	<0,001
	Log(saltos laterais)	-0,168	-0,340	0,004	0,058	-0,163	-0,336	0,009	0,066
	Log (transposição lateral)	-0,113	-0,286	0,061	0,204	-0,142	-0,315	0,031	0,111
Saltos monopodais	-0,267	-0,435	-0,099	<0,05	-0,146	-0,319	0,027	0,100	
Meninas (n=67)	Estatura	0,570	0,370	0,770	<0,001	0,379	0,154	0,604	<0,05
	Log (massa corporal)	0,909	0,808	1,010	<0,001	0,755	0,596	0,914	<0,001
	Log (%MG)	0,693	0,518	0,868	<0,001	0,653	0,469	0,837	<0,001
	Log (MG)	0,838	0,705	0,971	<0,001	0,737	0,573	0,901	<0,001
	MLG	0,881	0,766	0,996	<0,001	0,708	0,536	0,880	<0,001
	Lançamento de <i>medicineball</i> 2kg	0,480	0,267	0,693	<0,001	0,365	0,139	0,591	<0,05
	Log (força de preensão manual)	0,511	0,302	0,720	<0,001	0,431	0,212	0,650	<0,001
	Abdominais em 60 segundos	-0,214	-0,451	0,024	0,082	-0,170	-0,410	0,069	0,168
	Impulsão horizontal	-0,108	-0,350	0,134	0,384	-0,173	-0,413	0,066	0,161
	Corrida de velocidade 25m	0,164	-0,076	0,404	0,185	0,085	-0,157	0,327	0,494
	Log (10x5-m <i>shuttle-run</i>)	-0,019	-0,262	0,224	0,879	-0,113	-0,355	0,128	0,361
	Log (20m <i>shuttle-run</i>)	-0,297	-0,529	-0,065	<0,05	-0,282	-0,515	-0,049	<0,05
	Sentar e alcançar	-0,160	-0,400	0,080	0,196	-0,175	-0,414	0,064	0,156
	Equilíbrio à retaguarda	-0,310	-0,541	-0,079	<0,05	-0,283	-0,516	-0,050	<0,05
	Log(saltos laterais)	-0,096	-0,338	0,146	0,438	-0,168	-0,408	0,072	0,174
	Log (transposição lateral)	-0,241	-0,477	-0,005	<0,05	-0,165	-0,404	0,075	0,183
Saltos monopodais	-0,209	-0,446	0,029	0,090	-0,227	-0,464	0,010	0,065	
Meninos (n=61)	Estatura	0,634	0,437	0,831	<0,001	0,281	0,036	0,526	<0,05
	Log (massa corporal)	0,729	0,554	0,904	<0,001	0,565	0,354	0,776	<0,001
	Log (%MG)	0,591	0,385	0,797	<0,001	0,568	0,358	0,778	<0,001
	Log (MG)	0,660	0,468	0,852	<0,001	0,583	0,376	0,790	<0,001
	MLG	0,604	0,401	0,807	<0,001	0,190	-0,060	0,441	0,141
	Lançamento de <i>medicineball</i> 2kg	0,408	0,175	0,641	<0,05	0,168	-0,084	0,419	0,196
	Log (força de preensão manual)	0,413	0,181	0,645	<0,05	0,295	0,051	0,539	<0,05
	Abdominais em 60 segundos	-0,297	-0,541	-0,053	<0,05	-0,255	-0,502	-0,008	<0,05
	Impulsão horizontal	-0,073	-0,328	0,181	0,575	-0,286	-0,531	-0,041	<0,05
	Corrida de velocidade 25m	-0,009	-0,264	0,247	0,948	-0,154	-0,407	0,098	0,235
	Log (10x5-m <i>shuttle-run</i>)	-0,215	-0,464	0,034	0,096	-0,015	-0,270	0,240	0,910
	Log (20m <i>shuttle-run</i>)	-0,466	-0,692	-0,240	<0,001	-0,343	-0,583	-0,103	<0,05
	Sentar e alcançar	0,076	-0,179	0,330	0,561	0,339	0,099	0,579	<0,05
	Equilíbrio à retaguarda	-0,108	-0,362	0,145	0,406	-0,411	-0,644	-0,178	<0,05
	Log(saltos laterais)	-0,220	-0,469	0,029	0,088	-0,238	-0,486	0,010	0,065
	Log (transposição lateral)	0,000	-0,255	0,255	1,000	-0,134	-0,387	0,119	0,304
Saltos monopodais	-0,080	-0,334	0,175	0,542	-0,185	-0,436	0,066	0,153	

LC 95% (limites de confiança a 95%); LI (limite inferior); LS (limite superior); %MG (percentagem de massa gorda); MG (massa gorda); MLG (massa livre de gordura).

Valores médios e desvios-padrão das variáveis antropométricas, testes físicos e KTK foram apresentados na Tabela 4.4, separadamente para meninas com diferentes estados maturacionais (z-escore baixo: $P < 50\%$, z-escore alto: $P > 50\%$), que também inclui diferenças entre ambos os grupos. Os grupos diferiram significativamente quanto à massa corporal, estimativa da massa gorda, estimativa da massa livre de gordura, lançamento de *medicineball* 2 kg e força de preensão manual. Não houve diferença significativa entre os grupos no que diz respeito às provas do KTK.

A mesma análise foi realizada para o sexo masculino e está ilustrada na Tabela 4.5. As diferenças entre os grupos foram significativas para a massa corporal, a estimativa da massa gorda e o teste de impulsão horizontal. Já no KTK, os mais atrasados no estado maturacional foram superiores nas provas de equilíbrio à retaguarda, transposição lateral e saltos monopodais.

A Tabela 4.6 resume os resultados da MANOVA para os oito testes de aptidão física e mostrou efeito significativo do sexo e do estado maturacional. Além disso, a partir das ANOVAs, fica ratificado o melhor desempenho dos meninos nas provas de lançamento de *medicineball* 2 kg, força de preensão manual, abdominais em 60 segundos, impulsão horizontal, corrida de velocidade 25m, 10x5-m *shuttle-run* e nos saltos monopodais do KTK. Os resultados da MANCOVA são apresentados na Tabela 6. A MANCOVA confirmou o efeito do sexo para as provas de aptidão física e para o KTK. Entre os oito testes físicos, manteve-se a superioridade dos meninos frente às meninas nas provas de lançamento de *medicineball* 2 kg, abdominais em 60 segundos, impulsão horizontal, corrida de velocidade 25m e 10x5-m *shuttle-run*. E, finalmente, no KTK, os escores continuaram maiores para os meninos nos saltos monopodais.

Tabela 4.4. Médias e desvios-padrão de dois grupos de meninas com diferentes valores de z-escore da percentagem da estatura matura predita (baixo z-escore: P<50%; alto z-escore: P>50%), com inclusão da diferença entre as médias, tamanho do efeito e teste t-Student.

Yi: Variáveis independentes	X: Grupos		Diferença entre médias (LC 95%)	Tamanho do efeito		teste t-Student
	Baixo z-escore (n=33)	Alto z-escore (n=34)		d	(Classificação)	
				t	p	
Y1: Idade cronológica (anos)	8,6±0,3	8,3±0,3	0,3 (0,1; 0,4)	0,97	(moderada)	3,950 <0,001
Y2: Estatura (cm)	128,9±5,4	132,5±6,1	-3,6 (-6,4; -7,5)	-0,62	(moderada)	-2,528 <0,05
Y3: Massa corporal (kg)	26,4±4,4	34,5±6,3	-8,1 (-10,8; -5,5)	-1,49	(grande)	-6,098 <0,001
Y4: Massa gorda (%)	25,0±4,5	31,5±6,0	-6,5 (-9,1; -3,9)	-1,22	(grande)	-5,004 <0,001
Y5: Massa gorda (kg)	6,7±2,2	11,2±4,2	-4,5 (-6,1; -2,8)	-1,30	(grande)	-5,339 <0,001
Y6: Massa livre de gordura (kg)	19,7±2,5	23,4±2,8	-3,6 (-5,0; -2,4)	-1,40	(grande)	-5,744 <0,001
Y7: Lançamento de <i>medicineball</i> 2kg (cm)	169±24	185±32	-17 (7; -30)	-0,58	(pequena)	-2,393 <0,05
Y8: Força de prensão manual (kg.f)	11,2±2,4	13,4±2,8	-2,2 (-3,4; -0,9)	-0,82	(moderada)	-3,365 <0,05
Y9: Abdominais em 60 segundos (#)	15,5±7,3	14,4±10,4	0,9 (-3,4; 5,4)	0,11	(trivial)	0,461 0,646
Y10: Impulsão horizontal (cm)	88±27	79±21	9 (-3; 21)	0,38	(pequena)	1,560 0,124
Y11: Corrida de velocidade 25m (s)	6,42±0,62	6,20±0,87	0,22 (-0,15; 0,59)	0,29	(pequena)	1,171 0,246
Y12: 10x5-m <i>shuttle-run</i> (s)	27,23±2,64	27,47±2,24	-0,24 (-1,43; 0,96)	-0,10	(trivial)	-0,394 0,695
Y13: 20m <i>shuttle-run</i> (s)	287±100	252±144	34 (-27; 95)	0,28	(pequena)	1,127 0,264
Y14: Sentar e alcançar (cm)	26,8±6,3	25,5±5,7	1,3 (-1,6; 4,3)	0,22	(pequena)	0,897 0,373
Y15: Equilíbrio à retaguarda (#)	41,9±12,6	36,8±11,7	5,1 (-0,8; 11,1)	0,42	(pequena)	1,718 0,090
Y16: Saltos laterais (#)	31,7±10,9	29,2±7,7	2,5 (-2,1; 7,1)	0,26	(pequena)	1,082 0,283
Y17: Transposição lateral (#)	32,9±9,9	31,0±6,3	1,9 (-2,2; 6,0)	0,23	(pequena)	0,946 0,348
Y18: Saltos monopodais (#)	32,7±12,6	28,2±12,0	4,5 (-1,5; 10,5)	0,37	(trivial)	1,501 0,138

LC 95% (limites de confiança a 95%); # (sem unidade de medida).

Table 4.5. Médias e desvios-padrão de dois grupos de meninos com diferentes valores de z-escore da percentagem da estatura matura predita (baixo z-escore: P<50%; alto z-escore: P>50%), com inclusão da diferença entre as médias, tamanho do efeito e teste t-Student.

Y _i : Variáveis independentes	X: Grupos		Diferença entre médias (LC 95%)	Tamanho do efeito		teste t-Student	
	Baixo z-escore (n=30)	Alto z-escore (n=31)		d	(Classificação)	t	p
Y ₁ : Idade cronológica (anos)	8,6±0,3	8,4±0,3	0,2 (0,1; 0,4)	0,83	(moderada)	3,222	<0,05
Y ₂ : Estatura (cm)	131,2±6,1	132,9±4,7	-1,7 (-4,5; 1,1)	-0,31	(pequena)	-1,201	0,235
Y ₃ : Massa corporal (kg)	29,5±5,3	35,6±9,1	-6,1 (-9,9; -2,2)	-0,81	(moderada)	-3,152	<0,05
Y ₄ : Massa gorda (%)	21,9±7,4	29,6±11,7	-7,7 (-12,7; -2,6)	-0,79	(moderada)	-3,048	<0,05
Y ₅ : Massa gorda (kg)	6,8±3,4	11,5±7,9	-4,7 (-7,8; -1,5)	-0,77	(moderada)	-2,985	<0,05
Y ₆ : Massa livre de gordura (kg)	22,8±2,8	24,1±2,8	-1,3 (-2,8; 0,1)	-0,49	(pequena)	-1,895	0,063
Y ₇ : Lançamento de <i>medicineball</i> 2kg (cm)	197±30	210±38	-12 (-30; 5)	-0,37	(pequena)	-1,419	0,161
Y ₈ : Força de prensão manual (kg.f)	14,5±5,0	15,0±3,6	-0,5 (-2,8; 1,7)	-0,13	(trivial)	-0,492	0,624
Y ₉ : Abdominais em 60 segundos (#)	19,7±8,3	17,4±10,6	2,3 (-2,6; 7,2)	0,24	(pequena)	0,934	0,354
Y ₁₀ : Impulsão horizontal (cm)	110±19	95±21	15 (5; 25)	0,76	(moderada)	2,938	<0,05
Y ₁₁ : Corrida de velocidade 25m (s)	5,84±0,62	5,94±0,85	-0,10 (-0,49; 0,3)	-0,14	(trivial)	-0,539	0,592
Y ₁₂ : 10x5-m <i>shuttle-run</i> (s)	25,31±1,98	25,53±2,82	-0,22 (-1,48; 1,0)	-0,09	(trivial)	-0,361	0,719
Y ₁₃ : 20m <i>shuttle-run</i> (s)	306±123	284±206	22 (-65; 109)	0,13	(trivial)	0,507	0,614
Y ₁₄ : Sentar e alcançar (cm)	23,9±5,9	25,9±5,6	-2,0 (-4,9; 1,0)	-0,34	(pequena)	-1,335	0,187
Y ₁₅ : Equilíbrio à retaguarda (#)	42,8±14,4	31,5±12,8	11,3 (4,3; 18,3)	0,84	(moderada)	3,246	<0,05
Y ₁₆ : Saltos laterais (#)	34,5±9,1	30,2±9,3	4,3 (-0,4; 9,0)	0,47	(pequena)	1,815	0,075
Y ₁₇ : Transposição lateral (#)	34,0±7,1	30,3±6,2	3,7 (0,4; 7,1)	0,57	(pequena)	2,205	<0,05
Y ₁₈ : Saltos monopedaais (#)	39,3±9,8	32,5±12,9	6,8 (0,9; 12,7)	0,60	(moderada)	2,305	<0,05

LC 95% (limites de confiança a 95%); # (sem unidade de medida).

Tabela 4.6. Análise multivariada de variância (MANOVA) e de covariância (MANCOVA) com o estado maturacional a partir do z-escore da %EMP como covariável) para examinar o efeito do sexo, do estado maturacional e da interação de ambos, sobre os resultados dos testes físicos e de coordenação motora.

Yi: Variáveis dependentes	Teste	Xi: Sexo				Xc: Estado maturacional ^a				Interação (X1 . X2)			
		λ de Wilks	F	p	ES-r	λ de Wilks	F	p	ES-r	λ de Wilks	F	p	ES-r
Y: Aptidão física	MANOVA	0,701	6,250	<0,05	0,40	0,822	3,165	<0,05	0,23	0,960	0,604	0,773	0,03
Y1: Lançamento de <i>medicineball</i> 2kg	ANOVA		23,454	<0,05	0,25		6,851	<0,05	0,23		0,132	0,717	0,08
Y2: Log (Força de preensão manual)	ANOVA		8,525	<0,05	0,19		6,645	<0,05	0,23		0,717	0,399	0,03
Y3: Abdominais em 60 segundos	ANOVA		4,779	<0,05	0,40		1,011	0,317	0,09		0,150	0,700	0,07
Y4: Impulsão horizontal	ANOVA		23,149	<0,05	0,27		9,428	<0,05	0,27		0,529	0,468	0,11
Y5: Corrida de velocidade 25m	ANOVA		9,898	<0,05	0,38		0,180	0,672	0,04		1,440	0,232	0,01
Y6: Log (10x5-m <i>shuttle-run</i>)	ANOVA		21,254	<0,05	0,03		0,249	0,619	0,04		0,013	0,908	0,02
Y7: Log (20m <i>shuttle-run</i>)	ANOVA		0,100	0,752	0,11		4,675	<0,05	0,19		0,033	0,857	0,14
Y8: Sentar e alcançar	ANOVA		1,411	0,237	0,09		0,094	0,760	0,03		2,479	0,118	0,12
Z: Coordenação motora	MANOVA	0,907	3,118	<0,05	0,11	0,878	4,186	<0,05	0,31	0,981	0,575	0,681	0,08
Z1: Equilíbrio à retaguarda	ANOVA		0,914	0,341	0,11		12,985	<0,05	0,15		1,850	0,176	0,08
Z2: Log (Saltos laterais)	ANOVA		1,531	0,218	0,03		2,689	0,104	0,19		0,837	0,362	0,08
Z3: Log (Transposição lateral)	ANOVA		0,085	0,772	0,22		4,676	<0,05	0,23		0,765	0,383	0,05
Z4: Saltos monopodais	ANOVA		6,556	<0,05	0,26		7,160	<0,05	0,23		0,287	0,593	0,05
Y': Aptidão física	MANCOVA	0,719	5,761	<0,05	0,34								
Y'1: Lançamento de <i>medicineball</i> 2kg	ANCOVA		16,168	<0,05	0,17								
Y'2: Log (Força de preensão manual)	ANCOVA		3,840	0,052	0,24								
Y'3: Abdominais em 60 segundos	ANCOVA		7,427	<0,05	0,42								
Y'4: Impulsão horizontal	ANCOVA		27,143	<0,05	0,27								
Y'5: Corrida de velocidade 25m	ANCOVA		9,454	<0,05	0,39								
Y'6: Log (10x5-m <i>shuttle-run</i>)	ANCOVA		21,948	<0,05	0,10								
Y'7: Log (20m <i>shuttle-run</i>)	ANCOVA		1,368	0,244	0,11								
Y'8: Sentar e alcançar	ANCOVA		1,516	0,221	0,11								
Z': Coordenação motora	MANCOVA	0,911	2,963	<0,05	<0,01								
Z'1: Equilíbrio à retaguarda	ANCOVA		0,000	0,999	0,15								
Z'2: Log (Saltos laterais)	ANCOVA		3,000	0,086	0,06								
Z'3: Log (Transposição lateral)	ANCOVA		0,458	0,500	0,26								
Z'4: Saltos monopodais	ANCOVA		9,249	<0,05									

^a (estado maturacional a partir do z-escore da %EMP obtido a partir dos valores de média e desvio-padrão do *Berkeley Guidance Study*).

4.4. Discussão

Os resultados da presente investigação demonstraram uma superioridade dos meninos em relação às meninas na maior parte dos testes físicos, exceto nas provas de 20m *shuttle-run* e sentar e alcançar, que não apresentaram diferenças entre os sexos. Já no KTK, os meninos obtiveram melhores resultados somente nos saltos monopedais. Após o controle do estado maturacional, a partir dos valores de z-escore da %EMP, os resultados nos testes de aptidão física e nas provas do KTK permaneceram similares, o que parece indicar a falta de efeito da maturação somática sobre as diferenças entre os sexos. O presente estudo não considerou o efeito da idade cronológica porque teve como um dos critérios de inclusão o intervalo etário de 8,00 a 8,99 anos. Por último, os dados apontam, em ambos os sexos, para uma associação inversa entre a maturação biológica e o desempenho em testes físicos e de coordenação motora, nomeadamente nas provas em que a massa corporal necessita ser deslocada.

Fjørtoft, Pedersen, Sigmundsson e Vereijken (2011) recomendaram que uma bateria de testes físicos destinados a avaliar a competência motora e a aptidão física de crianças e jovens deveria incluir uma combinação de atividades motoras, com exigência da resistência, da força, da flexibilidade, da agilidade e do equilíbrio. Por este motivo, os testes selecionados no presente estudo tiveram como objetivo abranger uma gama diversificada de atributos motores e funcionais que são considerados indicativos de saúde física e funcional em crianças. Com base no exposto na literatura (Colella, Morano, Robazza & Bortoli, 2009; Drenowatz et al., 2013; Katzmarzyk, Malina & Beunen, 1997; Marta, Marinho, Barbosa, Izquierdo & Marques, 2012), os meninos superam as meninas em testes como: força estática, velocidade, força explosiva e agilidade. Diferenças entre os sexos na competência motora, e na maturação biológica, têm importantes implicações no engajamento das atividades físicas. Além disso, as percepções de competência física e desportiva têm sido documentadas como importantes preditores de envolvimento tanto na prática de atividades físicas, quanto na prática desportiva; as crianças que apresentam alta percepção de competência motora são mais ativas e mais susceptíveis a participar de atividades desportivas. Neste contexto, tendo em vista que os meninos tendem a ter

um melhor desempenho em testes de competência motora do que as meninas, talvez não seja surpreendente que um dos achados mais consistentes na literatura pediátrica seja que os meninos são geralmente mais fisicamente ativos e menos sedentários do que as meninas da mesma idade cronológica (Malina et al., 2004). Por outro lado, sabe-se que as diferenças entre meninos e meninas quanto ao nível de atividade física e o comportamento sedentário sofrem influências do estilo de educação, expectativas sociais e outros fatores culturais, que, por sua vez, podem refletir diferenças do estado maturacional (Malina et al., 2004). Isto é, as meninas, em comparação aos meninos da mesma idade cronológica, tendem a ser menos ativas e mais sedentárias em consequência do seu estado maturacional mais avançado (Machado Rodrigues et al., 2010; Sherar et al., 2007; Thompson, Baxter-Jones, Mirwald & Bailey, 2003).

Vários estudos têm investigado as relações entre a maturação biológica, a aptidão física e o desempenho físico em crianças (Beunen et al., 1997; Drenowatz et al., 2013; Katzmarzyk et al., 1997). Num estudo com meninas, Beunen et al. (1997) relataram uma associação inversa entre idade óssea e desempenho em vários testes de aptidão física relacionados à saúde, dentre eles a puxada na barra, a elevação de membros inferiores e os abdominais. Similarmente, Katzmarzyk et al. (1997) mostraram que a idade óssea esteve mais associada às atividades de força dinâmica (corrida de velocidade de 35 jardas, impulsão horizontal e lançamento de *softball*) do que às de força estática (força de preensão manual e puxada com dinamômetro), em meninos e meninas com idades entre 7 e 12 anos. Drenowatz et al. (2013), com o estado maturacional avaliado por meio da %EMP, em uma amostra alemã de meninos e meninas ($7,6 \pm 0,4$ anos), também evidenciaram que as crianças com a maturação avançada apresentaram menores escores em testes de aptidão física, além de maior risco cardiovascular e maior tempo destinado a assistir TV, em comparação aos seus pares. Os resultados expostos anteriormente são semelhantes aos do presente estudo; a maturação biológica avançada apresentou associação inversa com o desempenho em uma série de testes da competência motora das crianças brasileiras da amostra.

As evidências da literatura sugerem que as diferenças inter-individuais no estado de maturação podem afetar positivamente ou negativamente o desempenho

em testes de competência motora (Beunen et al., 1997, Drenowatz et al., 2013, Katzmarzyk et al., 1997). Ainda, a natureza da associação pode variar em função da idade e do sexo do indivíduo, além das características da tarefa. Katzmarzyk et al. (1997) sugerem que enquanto a maturação do sistema neuromuscular pode contribuir positivamente para o desenvolvimento de habilidades motoras, as mudanças relacionadas à maturidade, no que dizem respeito ao tamanho corporal e à composição corporal, podem afetar negativamente o desempenho, particularmente em atividades cuja massa corporal tenha que ser deslocada. Neste contexto, parece que o sexo feminino leva desvantagem por ser mais propenso a um maior ganho absoluto e relativo de massa gorda no desenvolvimento puberal (Beunen et al., 1997; Drenowatz et al., 2013). Dito isto, crianças com o estado maturacional avançado e elevados níveis de aptidão física mostraram estar engajadas em uma participação esportiva (Jones, Hitchen & Stratton, 2000).

Os estudos com enfoque na coordenação motora e na sua associação com os processos de crescimento e de maturação biológica são em menor número (Freitas et al., 2015). As correlações entre a idade óssea e os resultados de testes de coordenação motora oscilaram de baixa a moderada em crianças de escolas primárias (Seils, 1951), enquanto que não foi verificada relação significativa entre a tarefa motora fina e a idade óssea em crianças de 5 a 9 anos (Kerr, 1975). Quanto às diferenças entre os sexos na coordenação motora grossa, um estudo com crianças alemãs (média de idade de 6,7 anos) mostrou que os meninos obtiveram melhores resultados do que as meninas no desempenho geral do KTK (Graf et al., 2004). Lopes et al. (2012) avaliaram 7.175 crianças portuguesas com a bateria KTK, com idades entre 6 e 14 anos, e relataram que os meninos apresentaram desempenho superior às meninas em todas as idades. No entanto, em outro estudo recente com 2.470 crianças belgas de 26 escolas primárias, com idades entre 6 e 12 anos, Vandorpe et al. (2011) evidenciaram que as pontuações brutas de duas provas do KTK foram significativamente diferentes entre os sexos. As meninas obtiveram melhores pontuações do que os meninos no equilíbrio à retguarda, enquanto os meninos tiveram melhor desempenho no teste de saltos monopedais.

É importante notar que o efeito da maturação biológica sobre as diferenças entre os sexos relacionadas à competência motora não tem sido sistematicamente abordado na literatura. Conseqüentemente, é importante considerar e interpretar com cautela estas diferenças em testes de competência motora. No presente estudo, as diferenças entre os sexos nas provas do KTK não foram significativas após o controle da maturação somática, com exceção dos saltos monopodais (os meninos apresentaram os melhores valores sem e com o controle do estado maturacional); Vandendriessche et al. (2011), em estudo que utilizou o método somático para avaliar o estado maturacional, constataram que a maturação biológica não afeta fortemente a coordenação motora grossa durante os anos pré-puberais (7-11 anos). Entretanto, Freitas et al. (2015), em um estudo realizado com crianças portuguesas, mostraram um efeito limitado da maturação esquelética isoladamente, ou em interação com o tamanho corporal, no desenvolvimento da coordenação motora de crianças entre os 7 e os 10 anos de idade; ainda, a maioria das relações foram negativas, o que sugere uma associação entre o estado mais atrasado da maturação com os melhores resultados nos testes de coordenação motora. Esta evidência está de acordo com o encontrado no presente estudo.

Em suma, os achados do presente estudo sugerem que as diferenças entre os sexos na maturação biológica pouco podem contribuir nos diferentes desempenhos em testes físicos e de coordenação motora em crianças com idades entre 8 e 9 anos. Durante a primeira década de vida, em particular nos anos de educação primária, as diferenças entre meninos e meninas podem ser uma consequência de fatores morfológicos, biológicos e culturais (Armstrong, Lambert & Lambert, 2011; Krombholz, 2006; Malina et al., 2004). A literatura enfatiza a importância da coordenação motora nos anos pré-puberais e sua relação com a aptidão física e a atividade física durante a adolescência e na fase adulta (Robinson et al., 2015, Stodden et al., 2008). Acredita-se que a interpretação adequada dos desempenhos individuais e de cada grupo seja crucial para a adesão e manutenção do esporte e do exercício em crianças e jovens. Algumas limitações devem ser abordadas para pesquisas futuras. Primeiro, o desenho transversal evita qualquer declaração sobre a causalidade, mas deve ser investigado e confirmado por estudos prospectivos. Segundo, as medidas de estatura, massa corporal e dobras cutâneas não foram feitas em um horário padronizado em todas as

crianças (isto é, durante o dia e não no mesmo turno). Por fim, este estudo não incluiu medidas de atividade física ou participação esportiva. Pesquisas realizadas com crianças não-atletas mostraram que os indivíduos precisavam de um repertório de habilidades motoras grossas e finas para se adaptarem às demandas dos contextos escolares, ocupacionais e outros contextos sociais (Bouffard, Watkinson, Thompson, Causgrove Dunn & Romanow, 1996; Losse et al., 1991; Skinner & Piek, 2001). Os resultados do presente estudo podem contribuir para o planejamento de atividades que levam em conta o sucesso e a motivação das meninas e meninos pré-adolescentes e, assim, promover a atividade física e a aptidão física subsequentes.

4.5. Referências

Armstrong, M. E., Lambert, E. V., & Lambert, M. I. (2011). Physical fitness of South African primary school children, 6 to 13 years of age: Discovery vitality health of the nation study. *Perceptual and Motor Skills*, 113(3), 999-1016.

Baxter-Jones, A. D. G., Eisenmann, J. C., & Sherar, L. B. (2005). Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatric Exercise Science*, 17, 18-30.

Bayer, L. M., & Bayley, N. (1959). *Growth diagnosis: Selected methods for interpreting and predicting development from one year to maturity*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Beunen, G. P., Malina, R. M., Lefevre, J., Claessens, A. L., Renson, R., Kanden Eynde, B., Vanreusel, B., & Simons, J. (1997). Skeletal maturation, somatic growth and physical fitness in girls 6-16 years of age. *International Journal of Sports Medicine*, 18(6), 413-419.

Bouffard, M., Watkinson, E. J., Thompson, L. P., Causgrove Dunn, J. L., & Romanow, S. K. E. (1996). A test of the activity deficit hypothesis with children with movement difficulties. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 13, 61-73.

Burns, Y. R., Danks, M., O'Callaghan, M. J., Gray, P. H., Cooper, D., Poulsen, L., & Watter, P. (2009). Motor coordination difficulties and physical fitness of extremely-low-birthweight children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 51, 136-142.

Cairney, J., Hay, J., Veldhuizen, S., & Faight, B. (2010). Comparison of VO₂ maximum obtained from 20m shuttle run and cycle ergometer in children with and without developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 31, 1332-1339.

Camacho-Araya, T., Woodburn, S. S., & Boschini, C. (1990). Reliability of the Prueba de Coordinación Corporal para Niños (body coordination test for children). *Perceptual and Motor Skills*, 70(3 Pt 1), 832-834.

Colella, D., Morano, M., Robazza, C., & Bortoli, L. (2009). Body image, perceived physical ability, and motor performance in nonoverweight and overweight Italian children. *Perceptual and Motor Skills*, 108(1), 209-218.

Committee for the Development of Sports. (1988). *EUROFIT: Handbook for the European test of physical fitness*. Rome, Italy: Council of Europe.

Cumming, S. P., Sherar, L. B., Esliger, D. W., Riddoch, C. J., & Malina, R. M. (2014). Concurrent and prospective associations among biological maturation, and physical activity at 11 and 13 years of age. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24(1), e20-e28.

Cumming, S. P., Standage, M., Gillison, F. B., Dompier, T. P., & Malina, R. M. (2009). Biological maturity status, body size, and exercise behavior in British youth: A pilot study. *Journal of Sports Sciences*, 27, 677-686.

Cumming, S. P., Standage, M., Gillison, F., & Malina, R. M. (2008). Sex differences in exercise behavior during adolescence: Is biological maturation a confounding factor? *Journal of Adolescent Health*, 42, 480-485.

Deprez, D., Valente-dos-Santos, J., Coelho e Silva, M., Lenoir, M., Philippaerts, R. M., & Vaeyens, R. (2014). Modeling developmental changes in the yo-yo intermitente recovery test level 1 in elite pubertal soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9, 1006-1012.

D'Hondt, E., Gentier, I., Deforche, B., Tanghe, A., De Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2011). Weight loss and improved gross motor coordination in children as a result of multidisciplinary residential obesity treatment. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 19(10), 1999-2005.

Drenowatz, C., Wartha, O., Klenk, J., Brandstetter, S., Wabitsch, M., & Steinacker, J. (2013). Differences in health behavior, physical fitness, and cardiovascular risk in early, average, and late mature children. *Pediatric Exercise Science, 25*(1), 69-83.

Fjørtoft, I., Pedersen, A. V., Sigmundsson, H., & Vereijken, B. (2011). Measuring physical fitness in children who are 5 to 12 years old with a test battery that is functional and easy to administer. *Physical Therapy, 91*, 1087-1095.

Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A., Lefevre, J., Gouveia, E. R., Thomis, M., Antunes, A. M., Claessens, A. L., Beunen, G., & Malina, R. M. (2015). Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7-10 years. *Journal of Sports Sciences, 33*(9), 924-934.

Graf, C., Koch, B., Kretschmann-Kandel, E., Falkowski, G., Christ, H., Coburger, S., Lehmacher, W., Bjarnason-Wehrens, B., Platen, P., Tokarski, W., Predel, H. G., & Dordel, S. (2004). Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-project). *Int J Obes Relat Metab Disord, 28*(1), 22-6.

Graham, D. J., Sirard, J. R., & Neumark-Sztainer, D. (2011). Adolescents' attitudes toward sports, exercise, and fitness predict physical activity 5 and 10 years later. *Preventive Medicine, 52*, 130-132.

Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 41*(1), 3-13.

Janssen, I., & Leblanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 7*, 40.

Jones, M. A., Hitchen, P. J., & Stratton, G. (2000). The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in girls and boys aged 10 to 16 years. *Annals of Human Biology, 27*(1), 57-65.

- Takebeke, T. H., Locatelli, I., Rousson, V., Caflisch, J., & Jenni, O. G. (2012). Improvement in gross motor performance between 3 and 5 years of age. *Perceptual and Motor Skills*, 114(3), 795-806.
- Katzmarzyk, P. T., Malina, R. M., & Beunen, G. P. (1997). The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Annals of Human Biology*, 24(6), 493-505.
- Kerr, R. (1975). Movement control and maturation in elementary-grade children. *Perceptual and Motor Skills*, 41, 151-154.
- Khamis, H. J., & Roche, A. F. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics*, 94, 504-507.
- Kiphard, E. J., & Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder [Body coordination test for children]*. Weinheim, Germany: Beltz Test GmbH.
- Krombholz, H. (2006). Physical performance in relation to age, sex, birth order, social class, and sports activities of preschool children. *Perceptual and Motor Skills*, 102(2), 477-484.
- Krombholz, H. (2013). Motor and cognitive performance of overweight preschool children. *Perceptual and Motor Skills*, 116, 40-57.
- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lopes, L., Santos, R., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2013). Associations between gross motor coordination and academic achievement in elementary school children. *Human Movement Science*, 32, 9-20.

Lopes, V. P., Stodden, D. F., Bianchi, M. M., Maia, J. A. R., & Rodrigues, L. P. (2012). Correlation between BMI and motor coordination in children. *Journal of Science and Medicine in Sport, 15*, 38-43.

Losse, A., Henderson, S. E., Elliman, D., Hall, D., Knight, E., & Jongmans, M. J. (1991). Clumsiness in children: Do they grow out of it? A 10-year follow-up study. *Developmental Medicine and Child Neurology, 33*, 55-68.

Luz, L. G. O., Seabra, A. F. T., Santos, R., Padez, C., Ferreira, J. P., & Coelho-e-Silva, M. J. (2015). Association between BMI and motor coordination among children (KTK): A meta-analysis. *Brazilian Journal of Sports Medicine, 21*(3), 230-235.

Machado Rodrigues, A. M., Coelho e Silva, M. J., Mota, J., Cumming, S. P., Sherar, L. B., Neville, H., & Malina, R. M. (2010). Confounding effect of biologic maturation on sex differences in physical activity and sedentary behavior in adolescents. *Pediatric Exercise Science, 22*(3), 442-453.

Malina, R. M. (2014). Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 85*(2), 157-173.

Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Malina, R. M., Coelho e Silva, M. J., Figueiredo, M. J., Carling, C., & Beunen, G. P. (2012). Interrelationships among invasive and noninvasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *Journal of Sports Sciences, 30*, 1705-1717.

Malina, R. M., Cumming, S. P., Morano, P. J., Barron, M., & Miller, S. J. (2005). Maturity status of youth football players: A noninvasive estimate. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 37*, 1044-1052.

Malina, R. M., Dompier, T. P., Powell, J. W., Barron, M. J., & Moore, M. T. (2007). Validation of a noninvasive maturity estimate relative to skeletal age in youth football players. *Clinical Journal of Sports Medicine*, 17, 362-368.

Marta, C. C., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marques, M. C. (2012). Physical fitness differences between prepubescent boys and girls. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1756-1766.

Martins, D., Maia, J., Seabra, A., Garganta, R., Lopes, V., Katzmarzyk, P., & Beunen, G. (2010). Correlates of changes in BMI of children from the Azores islands. *International Journal of Obesity*, 34, 1487-1493.

Okely, A. D., Booth, M. L., & Patterson, J. W. (2001). Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1899-1904.

Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2008). *Physical activity guidelines advisory committee report* (Vol. 67, p. 683). Washington, DC: Author.

Rasmussen, A. R., Wohlfahrt-Veje, C., Tefre de Renzy-Martin, K., Hagen, C. P., Tinggaard, J., Mouritsen, A., Mieritz, M. G., & Main, K. M. (2015). Validity of self-assessment of pubertal maturation. *Pediatrics*, 135(1), 86-93.

Rivlis, I., Hay, J., Cairney, J., Klentrou, P., Liu, J., & Faught, B. E. (2011). Physical activity and fitness in children with developmental coordination disorder: A systematic review. *Research in Developmental Disabilities*, 32(3), 894-910.

Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P., & D'Hondt, E. (2015). Motor competence and its effect on positive developmental trajectories of health. *Sports Medicine*, 45(9), 1273-1284.

Seils, L. G. (1951). The relationship between measures of physical growth and gross motor performance of primary-grade school children. *Research Quarterly*, 22, 244-260.

Sherar, L. B., Cumming, S. P., Eisenmann, J. C., Baxter-Jones, A. D. G., & Malina, R. M. (2010). Adolescent biological maturity and physical activity: Biology meets behavior. *Pediatric Exercise Science, 22*, 332-349.

Sherar, L. B., Esliger, D. W., Baxter-Jones, A. D. G., & Tremblay, M. S. (2007). Age and gender differences in youth physical activity: Does physical maturity matter? *Medicine and Science in Sports and Exercise, 39*, 830-835.

Skinner, R. A., & Piek, J. P. (2001). Psychosocial implications of poor motor coordination in children and adolescents. *Human Movement Science, 20*, 73-94.

Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology; an International Record of Research, 60*, 709-723.

Smart, J. E., Cumming, S. P., Sherar, L. B., Standage, M., Neville, H., & Malina, R. M. (2012). Maturity associated variance in physical activity and health-related quality of life in adolescent females: A mediated effects model. *Journal of Physical Activity & Health, 9*(1), 86-95.

Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Robertson, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest, 60*, 290-306.

Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J. R., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B., Hergenroeder, A. C., Must, A., Nixon, P. A., Pivarnik, J. M., Rowland, T., Trost, S., & Trudeau, F. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal of Pediatrics, 146*, 732-737.

Thompson, A. M., Baxter-Jones, A. D. G., Mirwald, R. L., & Bailey, D. A. (2003). Comparison of physical activity in male and female children: Does maturation matter? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 1684-1690.

Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B., Coelho-e-Silva, M. J., Vaeyens, R., Lenoir, M., Lefevre, J., & Philippaerts, R. M. (2011). Multivariate association among morphology, fitness, and motor coordination characteristics in boys age 7 to 11. *Pediatric Exercise Science*, 23(4), 504-520.

Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B. F. R., Vaeyens, R., Malina, R. M., Lefevre, J., Lenoir, M., & Philippaerts, R. M. (2012). Variation in sport participation, fitness and motor coordination with socioeconomic status among Flemish children. *Pediatric Exercise Science*, 24, 113-128.

Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Lefevre, J., Pion, J., Vaeyens, R., Matthys, S., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2011). The korperkoordinationstest fur kinder: Reference values and suitability for 6-12-year-old children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(3), 378-388.

CAPÍTULO 5

Estudo 3

(Versão da revista apresentada no Anexo 7)

Perímetro de Cintura como Mediador da Influência da Maturação Biológica no Desempenho em Teste de Coordenação Motora em Crianças

Publicado na Revista Paulista de Pediatria (2016)

RESUMO

Objetivo: O presente estudo teve como objetivos: 1) analisar a associação do estado maturacional com o desempenho nas provas de coordenação motora em crianças e 2) examinar se a relação entre o estado maturacional e o desempenho no *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK) é mediada por alguma medida antropométrica.

Métodos: A amostra de conveniência foi composta por 73 crianças do sexo masculino com oito anos. A antropometria considerou a estatura, massa corporal, altura sentado, o perímetro de cintura, índice de massa corporal, as estimativas de massa gorda e massa livre de gordura. A maturação biológica foi avaliada pelo percentual da estatura madura predita. A coordenação motora foi testada pela bateria KTK. Foi feita a correlação parcial entre as medidas antropométricas, z-escore da maturação e as provas de coordenação motora, com controle para idade cronológica. Por último, a análise de mediação causal foi feita.

Resultados: Estatura, massa corporal, perímetro de cintura e massa gorda apresentaram correlação inversa de magnitude pequena a moderada com as provas de coordenação motora. A maturação biológica associou-se significativamente à prova de equilíbrio em marcha à retaguarda ($r = -0,34$). Foi identificada mediação total do perímetro de cintura na relação do estado maturacional com o equilíbrio em marcha à retaguarda (77%).

Conclusões: Foi possível identificar a associação entre o estado maturacional e o desempenho em uma prova de bateria de coordenação motora em crianças do sexo masculino e, ainda, afirmar que há mediação do perímetro de cintura. Recomenda-se que estudos sejam feitos com indivíduos de outras idades e do sexo feminino.

Palavras-chave: maturação biológica; aptidão física; antropometria; crianças.

Referência: Luz, L.G., Seabra, A., Padez, C., Duarte, J.P., Rebelo-Gonçalves, R., Valente-Dos-Santos, J., Luz, T.D., Carmo, B.C. and Coelho-E-Silva, MJ. (2016) Perímetro de cintura como mediador da influência da maturação biológica no desempenho de coordenação motora em crianças. *Rev Paul Pediatr* 34(3), 352-8.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rppede.2016.02.004>

5.1. Introdução

A coordenação motora de crianças parece estar associada à aptidão física relacionada à saúde (Cairney, Hay, Veldhuizen & Faught, 2010), à atividade física (Rivillis, Hay, Cairney, Klentrou, Liu & Faught, 2011), à morfologia corporal (Krombholz, 2013), às características sociodemográficas (Mutunga et al., 2006) e, conseqüentemente, à saúde global dessa população. Mais, o desenvolvimento motor nas idades pré-pubertárias parece influenciar decisivamente a motivação (Okely, Booth & Patterson, 2001) e até o envolvimento em práticas motoras na adolescência, como jogos e esportes (Graham, Sirard & Neumark-Sztainer, 2011).

O *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK) tem sido usado como teste para avaliar a coordenação motora em crianças e adolescentes (Luz et al., 2015; Lopes, Santos, Moreira, Pereira & Lopes, 2015). Contudo, a literatura é carente de estudos dedicados à descrição dos múltiplos fatores que podem apresentar relação com o desenvolvimento motor das crianças, dentre eles o estado maturacional dos sujeitos. Os estudos feitos com a bateria KTK tiveram como objetivo, basicamente, associar as características antropométricas das crianças e jovens, principalmente o índice de massa corporal (IMC), com o desempenho no teste (Luz et al., 2015; Lopes, Santos, Moreira, Pereira & Lopes, 2015). No entanto, em recente estudo de revisão sistemática com meta-análise sobre o tema, nenhum estudo selecionado levou em consideração a relação do estado maturacional dos indivíduos com os valores de IMC, muito menos com o desempenho nas provas de coordenação motora (Luz et al., 2015).

O estado maturacional tem sido relacionado com a prática de atividades físicas (Bacil, Mazzardo Júnior, Rech, Legnani & de Campos, 2015) e com a aptidão física de sujeitos jovens (Katzmarzyk, Malina & Beunen, 1997). Contudo, as medidas mais populares de maturação biológica resultam dos estágios de maturação sexual, que são exclusivos dos anos pubertários e não correspondem a uma escala contínua, suscetível de ser utilizada num desenho correlacional (Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004). Katzmarzyk et al. (1997) recorreram ao método da maturação esquelética e os resultados evidenciaram a complexidade das inter-relações entre o tamanho corporal,

a maturação biológica e a aptidão física. Ainda, os autores afirmaram que os efeitos da maturação biológica em crianças são expressos principalmente por meio do tamanho corporal e que o estado maturacional foi o que mais influenciou no desempenho físico das crianças.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivos: 1) analisar a associação do estado maturacional com o desempenho nas provas do KTK em crianças pré-púberes e 2) examinar se a relação entre o estado maturacional e o desempenho no KTK é mediada por alguma medida antropométrica dos indivíduos.

5.2. Métodos

Trata-se de um estudo descritivo, em que os dados foram coletados num único ponto no tempo e representam um corte transversal das características dos indivíduos em estudo. As quatro escolas de Arapiraca/Alagoas, Brasil, foram selecionadas por meio da amostragem não probabilística por acessibilidade, tendo como critério de escolha apenas a estratificação quanto à sua natureza pública (duas escolas) e privada (duas escolas). Os termos de consentimento foram entregues a todas as crianças do sexo masculino que apresentaram a faixa etária de interesse do estudo, assim como aos seus respectivos responsáveis. A amostra foi composta por 73 escolares do sexo masculino, entre 8,00 e 8,99 anos, o que representa 90% do número de crianças elegíveis. A omissão na entrega do termo de consentimento, a ausência no dia da coleta dos dados ou alguma incapacidade física para a bateria de testes foram critérios de exclusão. O estudo foi planejado e conduzido na observância de normas internacionais de experimentação com humanos (Declaração de Helsinque de 1975) e foi devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas, registrado sob o parecer CAAE 09200413.5.0000.5013.

As medidas antropométricas mensuradas foram: estatura (EST), massa corporal (MC), altura sentado (AS), perímetro de cintura (PC) e dobras cutâneas, todas feitas na escola, no mesmo turno do dia. A EST (0,1 cm) e a AS (0,1 cm) foram mensuradas com estadiômetro portátil (Sanny Caprice, São Paulo, Brasil). A MC (0,1 kg) foi mensurada com balança digital (Techline, São Paulo, Brasil). Os escolares

vestiam apenas roupas leves e ficaram descalços, permaneceram com os membros superiores descontraídos e soltos lateralmente. O PC (0,1 cm) foi mensurado no ponto médio entre o último arco costal e a crista íliaca, no momento de respiração mínima, com uma trena antropométrica em aço (Sanny Medical Starrett, São Paulo, Brasil). As dobras cutâneas (1 mm) subescapular, tricipital e geminal foram aferidas com adipômetro da marca Lange (Beta Technology, Santa Cruz, California, USA), a partir de uma média de três medidas coletadas em cada ponto anatômico preestabelecido, em uma ordem rotacional, no lado direito dos avaliados. Os procedimentos utilizados tiveram como referência as instruções trazidas por Lohman, Roche e Martorell (1988). Foram calculados o índice de massa corporal (IMC) e o percentual de gordura (Slaughter et al., 1988), usado para fragmentação da MC em massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG). O erro técnico de medida e o coeficiente de fiabilidade das variáveis antropométricas foram obtidos por teste-reteste, com intervalo de uma semana, em um grupo de 19 crianças. Os valores foram, respectivamente: estatura (0,6 cm; 0,98), massa corporal (0,6 kg; 0,99), perímetro de cintura (1,6 cm; 0,93), altura sentado (0,5 cm; 0,96) e dobras cutâneas (1,0-1,6 mm; 0,94 - 0,98).

A avaliação do estado maturacional foi feita a partir do percentual da estatura matura alcançada num determinado momento. A percentagem de estatura matura predita (%EMP) obtida em uma determinada idade pelo método de Khamis e Roche (1994) é tida como uma metodologia não invasiva e oferece os dados em formato contínuo. A medida, como variável contínua, está moderadamente associada à idade óssea, considerada um indicador de referência da maturação biológica (Malina, Dompier, Powell, Barron & Moore, 2007; Bacil et al., 2015). Para avaliar o estado maturacional, a %EMP foi expressa como z-escore relativo à média e desvio padrão por sexo e faixa etária da amostra do *Berkeley Guidance Study*, Universidade da California (Bayer & Bayley, 1959). Os z-escores da maturação são normalmente usados para estimar o estado maturacional: normomaturado, z-escore entre -1,0 e 1,0; atrasado, z-escore menor que -1,0; adiantado, z-escore maior que 1,0 (Cumming, Standage, Gillison, Dompier & Malina, 2009; Malina, Coelho e Silva, Figueiredo, Carling & Beunen, 2012). No presente estudo, as estaturas dos pais foram auto-reportadas e o z-escore da maturação foi a variável usada para representar o estado maturacional dos indivíduos.

A coordenação motora foi avaliada com o Teste de Coordenação Corporal para Crianças (*Körperkoordinationstest für Kinder* - KTK) (Kiphard & Schilling, 1974). A escolha baseou-se nos aspectos positivos destacados por Cools, Martelaer, Samaey e Andries (2009). As características psicométricas do KTK (Kiphard & Schilling, 1974) apontam para um coeficiente de fiabilidade teste-reteste para cada prova, separadamente, variando entre 0,80 e 0,96. Sua aplicação requer um espaço com uma área de 4 x 5 metros. O KTK tem, em sua forma final, quatro provas: equilíbrio em marcha à retaguarda (ER), saltos laterais (SL), transposição lateral (TL) e saltos monopédais (SM). Os indivíduos fizeram o teste sem familiarização com as provas do instrumento. No presente estudo foi considerado o desempenho isolado em cada prova do KTK. Dessa forma, não se recorreu aos valores padronizados pelos autores originais (Kiphard & Schilling, 1974), nem foi calculado o quociente motor, uma vez que, no estudo original, pretendia-se obter uma avaliação categórica de crianças e jovens com déficit motor. O mesmo procedimento foi adotado em outro estudo (Valdivia et al., 2008). Tal decisão baseou-se em: 1) não existir qualquer estudo que tenha mostrado a validade transcultural da pontuação sugerida pelos autores originais dos resultados de cada prova em crianças brasileiras; 2) não haver informação sólida acerca da validade dos valores de corte do quociente motor em crianças brasileiras; 3) não se conhecer o significado clínico e pedagógico da classificação proposta pelos autores alemães; 4) no fato da amostra do presente estudo ser formada apenas por indivíduos do mesmo sexo e da mesma faixa etária e, finalmente, 5) no fato do interesse central do estudo ser o de examinar a associação das variáveis antropométricas e do estado maturacional com o desempenho nas provas do KTK.

As avaliações ocorreram nas instalações das escolas. As avaliações em cada escola duraram quatro semanas. Em cada semana, foi avaliado um quantitativo médio de 10 indivíduos. Em atenção aos momentos avaliativos, primeiramente, foram mensuradas as medidas antropométricas e, em outra semana, foi aplicado o KTK, individualmente e com as crianças calçadas. A sequência das provas do KTK foi uniformemente aplicada aos indivíduos na seguinte ordem: equilíbrio em marcha à retaguarda, saltos laterais, transposição lateral e saltos monopédais.

Foram determinadas as estatísticas descritivas de tendência central e dispersão e, adicionalmente, testada a normalidade das distribuições com a prova de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis que não configuraram os pressupostos da distribuição normal foram alvo de transformação logarítmica para as análises inferenciais, no entanto, optou-se por apresentar os valores originais nas tabelas dos resultados. Em seguida, fez-se o teste de correlação parcial, controlado pela idade cronológica, entre as variáveis antropométricas (estatura, massa corporal, IMC, altura sentado, perímetro de cintura, massa gorda e massa livre de gordura), o z-escore da maturação e os resultados em cada prova do KTK. Os coeficientes de correlação foram interpretados de acordo com Hopkins, Marshall, Batterham e Hanin (2009). Após as correlações, com o propósito de examinar o quanto da associação entre o estado maturacional e o desempenho no KTK foi mediada pelas características antropométricas, modelos de regressão linear foram ajustados com base nos procedimentos descritos por Baron e Kenny (1986). A primeira equação tem o mediador (antropometria) e a variável independente (z-escore da maturação biológica). A segunda equação usa a variável dependente (escore do KTK) e a variável independente (z-escore da maturação biológica). A terceira equação analisou a variável dependente (escore do KTK) juntamente com a variável independente (z-escore da maturação biológica) e o mediador (antropometria). Os seguintes critérios foram usados para estabelecer uma mediação: 1) a variável independente deve ser significativamente relacionada com o mediador; 2) a variável independente deve ser significativamente relacionada com a variável dependente; 3) o mediador deve ser significativamente relacionado com a variável dependente; e 4) a associação entre a variável independente e a variável dependente deve ser atenuada quando o mediador é incluído no modelo de regressão. Por fim, testou-se a mediação com as etapas descritas por Sobel (1982): em primeiro lugar, estima-se a atenuação ou efeito indireto (isto é, o efeito da variável independente sobre o mediador, equação 1, multiplicado pelo efeito do mediador sobre a variável dependente, equação 3); e segundo, divide-se o efeito indireto pelo efeito calculado na equação 2. Foi adotada significância de $p < 0,05$ nas análises realizadas. Usou-se o software IBM SPSS 22.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL).

5.3. Resultados

Os resultados descritivos são apresentados na Tabela 5.1. Em relação à maturação biológica, os escolares encontram-se num percentual médio da estatura matura predita de 74,7%, com pequena magnitude de desvio-padrão ($\pm 1,6$). O mesmo não se observa nas provas do KTK. O teste de transposição lateral é o que apresenta menor variação nos valores do desvio-padrão.

Na Tabela 5.2, são apresentados os coeficientes de correlação parcial entre as variáveis antropométricas, o estado maturacional (z-escore da maturação) e o desempenho em cada prova do KTK, controlados para o efeito espúrio da idade cronológica. O estado maturacional não se correlacionou significativamente com a maioria das provas do KTK, nomeadamente, saltos laterais, transposição lateral e saltos monopedais. Em contrapartida, observa-se correlação significativa inversa e de magnitude moderada com o equilíbrio em marcha à retaguarda ($r = -0,34$). Estatura, massa corporal, IMC, perímetro de cintura e massa gorda associaram-se inversamente de forma significativa com o z-escore da maturação e com a prova de equilíbrio em marcha à retaguarda do KTK, variaram entre as magnitudes fraca e moderada.

De todas as variáveis antropométricas que mostraram associação significativa com a prova de equilíbrio em marcha à retaguarda do KTK, o perímetro de cintura foi a única que se apresentou como mediadora da relação entre o estado maturacional e o desempenho na prova (Figura 5.1). Os resultados evidenciam que o efeito do estado maturacional sobre o desempenho na prova de equilíbrio em marcha à retaguarda do KTK teve mediação total do perímetro de cintura (77%; $Z = -2,523$; $p < 0,05$).

Tabela 5.1. Características gerais do total da amostra (n = 73).

Variáveis	Amplitude		Valor	Média (IC 95%)	Desvio-padrão
	Mínimo	Máximo			
Idade cronológica (anos)	8,00	8,99	8,52	(8,45 a 8,59)	0,30
Estatura matura predita (cm)	161,6	188,7	175,4	(173,9 a 176,9)	6,4
Estatura matura predita (%)	72,2	78,6	74,7	(74,4 a 75,1)	1,6
Estatura (cm)	119,2	146,2	131,1	(129,8 a 132,5)	5,8
Massa corporal (kg)	18,1	61,7	31,4	(29,6 a 33,3)	7,9
Índice de massa corporal (kg.m ⁻²)	12,0	30,8	18,1	(17,3 a 18,9)	3,4
Altura sentado (cm)	41,8	79,0	68,3	(67,3 a 69,4)	4,5
Perímetro de cintura (cm)	48,0	92,8	61,6	(59,7 a 63,4)	7,9
Massa gorda (kg)	1,5	40,1	8,4	(7,0 a 9,9)	6,2
Massa livre de gordura (kg)	16,6	30,3	23,0	(22,3 a 23,6)	2,9
Equilíbrio à retaguarda (#)	3	68	37,8	(34,4 a 41,2)	14,4
Saltos laterais (#)	11	57	33,2	(31,0 a 35,5)	9,7
Transposição lateral (#)	18	60	32,4	(30,8 a 34,0)	6,8
Saltos monopodais (#)	9	65	36,6	(33,8 a 39,4)	12,1

#: não há unidade de medida.

Tabela 5.2. Coeficientes de correlação parcial entre as variáveis antropométricas e o desempenho nas provas do teste de coordenação motora (KTK), controlando pela idade cronológica.

Variáveis antropométricas	Z-escore da maturação	KTK			
		Equilíbrio à retaguarda	Saltos laterais	Transposição lateral	Saltos monopodais
Estatura	0,52*	-0,25*	-0,42*	-0,26*	-0,24*
Massa corporal	0,68*	-0,36*	-0,41*	-0,27*	-0,30*
Índice de massa corporal	0,60*	-0,35*	-0,30*	-0,22	-0,29*
Altura sentado	0,42*	-0,16	-0,18	-0,24*	-0,23
Perímetro de cintura	0,67*	-0,44*	-0,43*	-0,27*	-0,36*
Massa gorda	0,68*	-0,37*	-0,37*	-0,27*	-0,33*
Massa livre de gordura	0,40*	-0,13	-0,34*	-0,27*	-0,14
Z-escore da maturação	-	-0,34*	-0,17	-0,10	-0,15

* $p < 0,05$

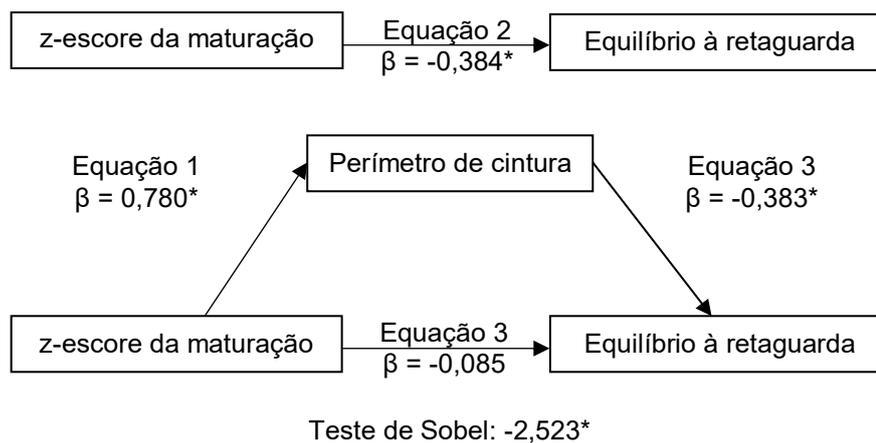


Figura 5.1. Modelo de mediação do perímetro de cintura sobre a relação entre estado maturacional e o desempenho na prova equilíbrio à retaguarda do teste de coordenação motora (KTK), controlando pela idade cronológica. $*p < 0,05$.

5.4. Discussão

O presente estudo encontrou associação inversa entre o estado maturacional e a prova de equilíbrio em marcha à retaguarda do KTK, cujo coeficiente de correlação apresentou-se de magnitude moderada. O perímetro de cintura foi a única variável antropométrica que apresentou mediação na relação entre o estado maturacional e o desempenho no KTK, notadamente na prova de equilíbrio em marcha à retaguarda.

O estado maturacional tem sido levado em consideração em estudos envolvendo a população pediátrica. Atualmente, a relação da maturação biológica com o nível de atividade física (Bacil et al., 2015) e o desempenho motor (Katzmarzyk et al., 1997) são aspectos reportados na literatura. No entanto, vale ressaltar que, normalmente, os estudos tratam como desempenho motor a *performance* em testes de aptidão física relacionada à saúde e não, necessariamente, em testes de coordenação motora. São poucos os estudos com crianças que tenham considerado o estado maturacional juntamente com o desempenho em testes de coordenação motora ou habilidade motora (Kerr, 1975; Freitas et al., 2015). Recentemente, Freitas et al. (2015) analisaram a contribuição da maturação esquelética no desempenho das provas do KTK em crianças de 7-10 anos. Os autores afirmaram que, na maioria dos

casos, os coeficientes de correlação são negativos, sugerindo que o estado maturacional mais atrasado está associado com melhores resultados nas provas do teste. Ainda, concluíram que a maturação biológica isoladamente, ou mesmo combinada ao tamanho corporal, apresenta pequena influência sobre os resultados do KTK.

Deus et al. (2010), em estudo longitudinal, acompanharam o desempenho de crianças de 6-10 anos no KTK e os resultados evidenciaram que as competências coordenativas das provas do KTK apresentaram trajetórias distintas. A prova de equilíbrio em marcha à retaguarda foi a única que apresentou uma trajetória linear, o que não ocorreu nas outras provas, e demonstrou em seus resultados que, quanto maior for o valor de partida, menores são os ganhos anuais ($r = -0,55$). Além disso, os achados de Deus et al. (2010) também revelaram que o IMC é um fator essencial para o bom desempenho desta prova. De fato, essa prova exige o deslocamento do centro de gravidade de uma forma equilibrada, o que pode penalizar as crianças com maior adiposidade corporal, principalmente localizada na região do tronco. D'Hondt et al. (2011) também afirmaram haver uma relação inversa entre a adiposidade corporal e o desempenho nas provas do KTK, que parece mais pronunciada naqueles com idade mais avançada. Uma possível explicação para tais achados da literatura pode ser a de que o desenvolvimento motor das crianças aumenta à medida em que se tornam mais maduras. No entanto, quanto mais avançado tende a ser o estado maturacional do indivíduo, esse aumento tende a ser mais lento e estabilizar-se (Malina et al., 2004). Por outro lado, o ganho de peso, que também se encontra relacionado ao estado maturacional, tende a aumentar, o que contribuiria para uma maior chance de haver associação inversamente proporcional entre a adiposidade corporal e o desempenho no KTK, em crianças de estado maturacional mais avançado.

Em estudo recentemente feito com crianças de ambos os sexos, Lopes et al (2015) afirmaram que, além do IMC, o perímetro de cintura, a relação cintura-estatura e o percentual de gordura corporal também apresentaram associação com o desempenho no KTK. Contudo, o percentual de gordura ($\beta = 2,395$; IC 95%: 1,234-4,646; $p = 0,010$) apresentou maior sensibilidade para predizer baixa coordenação motora em meninas. Já no sexo masculino, o valor aumentado do perímetro de cintura

($\beta = 3,296$; IC 95%: 1,784-6,090; $p < 0,001$) foi o que mais se destacou na associação com baixa *performance* no KTK. Tais evidências vão ao encontro dos resultados do presente estudo, na medida em que foi encontrada relação inversa entre o estado maturacional e o desempenho na prova de equilíbrio em marcha à retaguarda do KTK mediada pela adiposidade central, caracterizada pelos valores do perímetro de cintura.

Diante do exposto, os achados do presente estudo levantam indícios de que o estado maturacional, embora em pequena proporção, apresenta relação com o desempenho do KTK em crianças pré-púberes do sexo masculino, notadamente pela relação inversa e de magnitude moderada que obteve com a prova de equilíbrio em marcha à retaguarda. Contudo, não se pode concluir o mesmo para as outras provas do KTK. Estes achados corroboram com a literatura e levantam indícios de que o desenvolvimento coordenativo das crianças não se encontra relacionado apenas à influência da maturação biológica, mas também às influências comportamentais, ambientais e à interação delas (Iivonen & Sääkslahti, 2014; Laukkanen, Pesola, Havu, Sääkslahti & Finni, 2014; Freitas et al., 2015).

O presente estudo é um dos poucos que levam em consideração o estado maturacional de crianças na relação com o desempenho em teste de coordenação motora. Contudo, algumas limitações devem ser reconhecidas. Tendo em conta que foi usado um desenho transversal de coleta de dados e que a composição da amostra foi feita de maneira não-aleatória por apenas indivíduos do sexo masculino, de uma única região do estado de Alagoas, sem cálculo do tamanho amostral, não se recomenda a generalização dos resultados para outras crianças que não satisfaçam as características da amostra do estudo. Outros dois aspectos a serem mencionados dizem respeito ao fato de não ter sido mensurada variável de nível de atividade física das crianças para fins de controle e o fato das estaturas parentais não terem sido medidas diretamente para o cálculo da %EMP. No entanto, os resultados encontrados contribuem para o conhecimento acerca do desempenho coordenativo de crianças. Ainda, denotam a possibilidade de haver interferência da maturação biológica na relação que o tamanho corporal apresenta com os resultados dos testes de coordenação motora, em especial na bateria KTK.

Em conclusão, levando-se em consideração que o desenvolvimento coordenativo é de suma importância na infância, por sua característica de preditor de atividade física nas fases subsequentes da vida (Graham et al., 2011), fica evidente que os resultados reforçam não apenas a necessidade de atenção ao conhecimento do estado maturacional dos indivíduos, mas, principalmente, enaltecem o conceito de que o crescimento, a maturação e o desenvolvimento motor são fenômenos bioculturais (Malina et al., 2004). Recomenda-se que futuros estudos sejam feitos com indivíduos de outras idades, que a amostra tenha mais participantes e que o efeito da maturação seja testado em desempenho de outros métodos de avaliação da coordenação motora na população pediátrica.

5.5. Referências

Bacil, E. D., Mazzardo Júnior, O., Rech, C. R., Legnani, R. F., & de Campos, W. (2015). Physical activity and biological maturation: a systematic review. *Rev Paul Pediatr*, 33, 114-21.

Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator/mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations. *J Pers Soc Psychol*, 51, 1173-82.

Bayer, L. M., & Bayley, N. (1959). *Growth diagnosis: selected methods for interpreting and predicting development from one year to maturity*. Chicago: University of Chicago Press.

Cairney, J., Hay, J., Veldhuizen, S., & Faught, B. (2010). Comparison of VO₂ maximum obtained from 20 m shuttle run and cycle ergometer in children with and without developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, 31, 1332-9.

Cools, W., Martelaer, K. D., Samaey, C., & Andries, C. (2009). Movement skill assessment of typically developing preschool children: a review of seven movement skill assessment tools. *J Sports Sci Med*, 8, 154-68.

Cumming, S. P., Standage, M., Gillison, F. B., Dompier, T. P., & Malina, R. M. (2009). Biological maturity status, body size, and exercise behaviour in British youth: a pilot study. *J Sports Sci*, 27(7), 677-86.

Deus, R. K., Bustamante, A., Lopes, V. P., Seabra, A. T., Silva, R. M., & Maia, J. (2010). Modelação longitudinal dos níveis de coordenação motora de crianças dos seis aos 10 anos de idade da Região Autónoma dos Açores, Portugal. *Rev Bras Educ Fis Esporte*, 24, 259-73.

D'Hondt, E., Deforche, B., Vaeyens, R., Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Pion, J., Philippaerts, R., de Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2011). Gross motor coordination

in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: a cross-sectional study. *Int J Pediatr Obes*, 6, 556-64.

Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A., Lefevre, J., Gouveia, É. R., Thomis, M., Antunes, A. M., Claessens, A. L., Beunen, G., & Malina, R. M. (2015). Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7-10 years. *J Sports Sci*, 33, 924-34.

Graham, D. J., Sirard, J. R., & Neumark-Sztainer, D. (2011). Adolescents' attitudes toward sports, exercise, and fitness predict physical activity 5 and 10 years later. *Prev Med*, 52, 130-2.

Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*, 41, 3-13.

Iivonen, S., & Sääkslahti, A. K. (2014). Preschool children's fundamental motor skills: a review of significant determinants. *Early Child Development Care*, 184, 1107-26.

Katzmarzyk, P. T., Malina, R. M., & Beunen, G. P. (1997). The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Ann Hum Biol*, 24, 493-505.

Kerr, R. (1975). Movement control and maturation in elementary-grade children. *Percept Mot Skills*, 41, 151-4.

Khamis, H. J., & Roche, A. F. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics*, 94, 504-7.

Kiphard, E. J., & Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder [Body Coordination Test for Children]*. Manual. Weinheim: Beltz Test GmbH.

Krombholz, H. (2013). Motor and cognitive performance of overweight preschool children. *Percept Mot Skills*, 116, 40-57.

Laukkanen, A., Pesola, A., Havu, M., Sääkslahti, A., & Finni, T. (2014). Relationship between habitual physical activity and gross motor skills is multifaceted in 5- to 8-year-old children. *Scand J Med Sci Sports*, 24, e102-10.

Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign: Human Kinetics Books.

Lopes, L., Santos, R., Moreira, C., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2015). Sensitivity and specificity of different measures of adiposity to distinguish between low/high motor coordination. *J Pediatr (Rio J)*, 91, 44-51.

Luz, L. G., Seabra, A. F., Santos, R., Padez, C., Ferreira, J. P., & Coelho-e-Silva, M. J. (2015). Associação entre IMC e teste de coordenação corporal para crianças (KTK). Uma meta-análise. *Rev Bras Med Esporte*, 21, 230-5.

Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. 2^a ed. Champaign: Human Kinetics.

Malina, R. M., Coelho E Silva, M. J, Figueiredo, A. J, Carling, C., & Beunen, G. P. (2012). Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *J Sports Sci*, 30, 1705-17.

Malina, R. M., Dompier, T. P, Powell, J. W., Barron, M. J., & Moore, M. T. (2007). Validation of a noninvasive maturity estimate relative to skeletal age in youth football players. *Clin J Sport Med*, 17, 362-8.

Mutunga, M., Gallagher, A. M., Boreham, C., Watkins, D. C., Murray, L. J., Cran, G., & Reilly, J. J. (2006). Socioeconomic differences in risk factors for obesity in adolescents in Northern Ireland. *Int J Pediatr Obes*, 1, 114-9.

Okely, A. D., Booth, M. L., & Patterson, J. W. (2001). Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 33, 1899-904.

Rivilis, I., Hay, J., Cairney, J., Klentrou, P., Liu, J., & Faught, B. E. (2011). Physical activity and fitness in children with developmental coordination disorder: a systematic review. *Res Dev Disabil*, 32, 894-910.

Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R.J., van Loan, M. D., & Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*, 60, 709-23.

Sobel, M. (1982). Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models. In: Leinhardt S, editor. *Sociological methodology*. Washington: American Sociological Association.

Valdivia, A. B., Cartagena, L. C., Sarria, N. E., Távora, I. S., Seabra, A. F., Silva, R. M, & Maia, J. A. R. (2008). Coordinación motora: influencia de la edad, sexo, estatus socioeconómico y niveles de adiposidad en niños peruanos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 10, 25-34.

CAPÍTULO 6

Estudo 4

Coordenação Motora e Aptidão Física de Meninas em Idade Pré-Puberal: um Estudo dos Efeitos da Morfologia e da Maturação Biológica

Submetido ao Journal of Sports Science and Medicine (2016)

RESUMO

Introdução: A coordenação motora e a aptidão física são domínios multidimensionais que não podem ser reduzidos a uma única variável. **Objetivo:** O estudo teve como objetivo avaliar as inter-relações multivariadas entre a morfologia corporal, a aptidão física e a coordenação motora em crianças. **Métodos:** A amostra foi composta por 74 meninas, todas da mesma faixa etária (8,00-8,99 anos). As variáveis mensuradas incluíram medidas de tamanho corporal, estimativa de massa gorda, 8 testes de aptidão física e o *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK). O estado maturacional foi estimado pela percentagem da estatura matura predita. A análise estatística realizada foi a correlação canônica. **Resultados:** Foram observados pares significativos de funções lineares entre indicadores de morfologia e aptidão física ($r_c = 0,778$, Lambda de Wilks = 0,175) e entre aptidão física e o KTK ($r_c = 0,765$, Lambda de Wilks = 0,289). Meninas com menor massa corporal, menor relação perímetro de cintura-estatura e menor percentual de gordura obtiveram melhores pontuações nos abdominais em 60 segundos, na impulsão horizontal e no 20m *shuttle-run*, mas piores desempenhos na força de preensão manual e no lançamento de *medicineball* 2 kg. Os resultados revelaram que melhores pontuações nos testes de aptidão física foram associadas com melhores desempenhos no KTK. **Conclusão:** Em meninas, parece haver uma relação inversa entre o tamanho corporal e a estimativa da massa gorda com a aptidão física, especificamente nos testes físicos em que a massa corporal precisou ser deslocada. Ainda, melhores resultados em testes físicos estiveram associados a melhor desempenho em teste de coordenação motora.

Palavras-chave: crescimento, maturação somática, *Körperkoordinationstest für Kinder*, correlações canônicas, competência motora.

6.1. Introdução

O desempenho físico de crianças e jovens pode ser caracterizado na literatura por uma variedade de termos - competência motora, desempenho motor, habilidade motora, coordenação motora, proficiência motora, entre outros; enquanto a aptidão física é comumente apontada como um indicador do estado de prontidão para o desempenho físico (Robinson et al., 2015; Malina, Cumming & Coelho e Silva, 2016a). A coordenação motora e a aptidão física são conceitos complexos e multidimensionais cujas avaliações não podem ser resumidas ao desempenho de um único teste. Diversas baterias de testes têm sido empregadas na avaliação das habilidades motoras em crianças (Cools, Martelaer, Samaey & Andries, 2009). Neste contexto, o *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK) tem sido amplamente utilizado com crianças de escolas primárias em muitos países (Krombholz, 2006; Catenassi et al., 2007; D'Hondt et al., 2011; Lopes, Stodden, Bianchi, Maia & Rodrigues, 2012; Laukkanen, Pesola, Havu, Sääkslahti & Finni, 2014; D'Hondt et al., 2014; Bardid, Rudd, Lenoir, Polman & Barnett, 2015; Lopes, Santos, Moreira, Pereira & Lopes, 2015; Luz et al., 2016a; 2016b).

A avaliação da aptidão física de crianças também pode ser feita por um conjunto de testes físicos, que são frequentemente compilados em baterias de acordo com a finalidade da avaliação, normalmente divididas em aptidão física relacionada à saúde e aptidão física relacionada ao desempenho (Malina, 2014a). Fjørtoft, Pedersen, Sigmundsson e Vereijken (2011) recomendam que uma bateria de testes de aptidão física, com o objetivo de avaliar a competência motora relacionada à saúde de crianças e jovens, deve incluir uma combinação de tarefas com exigência da resistência, da força, da flexibilidade, da agilidade e do equilíbrio. Várias baterias de testes são utilizadas em todo o mundo para avaliar a aptidão física relacionada à saúde daquela população, são elas: o *European test of physical fitness* [EUROFIT] (Committee for the Development of Sports, 1988), o *Australian Fitness Education Award battery* [AFEA] (Australian Council for Health Physical Education and Recreation, 1996), o *Canadian Physical Activity, Fitness & Lifestyle Approach* [CPAFLA] (Canadian Society for Exercise Physiology, 2003) e o *FITNESSGRAM* (Cooper Institute for Aerobics Research, 2004).

Parece haver um consenso na literatura de que a coordenação motora e a aptidão física interagem com o crescimento físico e a maturação biológica em crianças e jovens, mas poucos estudos avaliaram as associações multivariadas entre estes domínios em população pediátrica. Uma exceção é a análise multivariada entre a morfologia corporal, a maturação somática, a aptidão física e a coordenação motora em meninos de 7, 9 e 11 anos de idade, realizada por Vandendriessche et al. (2011). Os autores relataram que o desempenho em testes físicos, como os testes de corrida de velocidade em 50 metros e a impulsão horizontal, melhoraram em função da idade cronológica. Ainda, os meninos considerados atrasados no estado maturacional mostraram vantagens nos testes de força, potência e velocidade comparados aos seus pares normomatosos e avançados. Aparentemente, a literatura carece de estudos com a mesma abordagem para as meninas. O objetivo deste estudo foi examinar as relações multivariadas entre a morfologia corporal, a aptidão física e a coordenação motora em meninas de 8 anos de idade.

6.2. Métodos

O presente estudo foi transversal e teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas (Brasil), sob o protocolo CAAE 09200413.5.0000.5013. O estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsinque de 1975 para estudos com seres humanos. Quatro escolas primárias foram selecionadas de forma aleatória, estratificada pela natureza pública ou privada (2 públicas e 2 privadas), todas localizadas em Arapiraca (uma cidade do estado de Alagoas, com aproximadamente 230.000 residentes). Antes da recolha dos dados, os encarregados de educação preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (taxa de resposta de 90%). Os participantes foram informados sobre os objetivos e as características do estudo. Os dados foram coletados em três sessões; no primeiro dia, foram recolhidos os dados pessoais e as variáveis antropométricas. A aptidão física e a coordenação motora foram mensuradas, respectivamente, durante a segunda e terceira sessões.

Amostra

A amostra foi composta por 74 meninas de 8,00 a 8,99 anos de idade. A escolha pela composição da amostra por participantes do mesmo grupo etário teve o propósito de reduzir o efeito da idade cronológica sobre a inter-relação das variáveis de estudo, nomeadamente a morfologia corporal, a aptidão física e a coordenação motora. Além disso, com esta faixa etária, a amostra caracteriza-se como pré-puberal (Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004).

Antropometria

A estatura (EST) e a altura sentado (AS) foram medidas através de um estadiômetro portátil (Sanny Caprice, São Paulo, Brasil), cuja precisão foi de 0,1 cm. A massa corporal (MC) foi obtida (0,1 kg) por intermédio de uma balança digital (Techline, São Paulo, Brasil). O perímetro de cintura (PC) foi mensurado (0,1 cm) no ponto médio entre o último arco costal e a crista ilíaca (*World Health Organization*, 2008), no momento de respiração mínima, com auxílio de uma fita métrica não elástica. As dobras cutâneas subescapular, tricipital e geminal foram aferidas (1 mm) com adipômetro da marca Lange (Beta Technology, Ann Arbor, MI, EUA). Os procedimentos usados tiveram como referência as instruções trazidas por Lohman, Roche e Martorell (1988). A qualidade dos dados foi testada a partir de medidas repetidas, realizadas pelo mesmo observador, em 19 estudantes. Os erros técnicos de medida foram os seguintes: estatura, 0,6 cm; altura sentado, 0,5 cm; massa corporal, 0,6 kg; perímetro de cintura, 1,6 cm; dobras cutâneas, 1,0-1,6 mm. Os coeficientes de fiabilidade apresentaram os valores a seguir: estatura, 0,98; altura sentado, 0,96; massa corporal, 0,99; perímetro de cintura, 0,93; dobras cutâneas, de 0,94 a 0,98.

Medidas antropométricas compostas

O índice de massa corporal (IMC, massa [kg] / estatura [m²]), a relação perímetro de cintura-estatura (RCE) e a relação altura sentado-estatura (RSE) foram calculados. O

percentual de gordura (%G) foi estimado pela equação de Slaughter et al. (1988), específica para o sexo feminino, a partir das dobras cutâneas tricótipal e geminal.

Maturação biológica

A percentagem da estatura matura predita (%EMP) foi o método usado como indicador do estado maturacional (Roche, Tyleshevski & Rogers, 1983). A estatura adulta (jovem adulto) foi predita a partir da idade decimal, da estatura e da massa corporal da criança, além da estatura média dos pais biológicos (Khamis & Roche, 1994). As equações específicas para cada faixa etária e sexo foram desenvolvidas em crianças americanas do *Fels Longitudinal Study* (Roche, 1992). As estaturas dos pais foram auto-relatadas (Drenowatz et al., 2013). A %EMP atingida em uma determinada idade cronológica tem sido previamente utilizada como indicador de estado maturacional em estudos sobre a atividade física (Eaton & Yu, 1989) e a aptidão física (Drenowatz et al., 2013) de crianças.

Testes de aptidão física

Foram realizados oito testes de aptidão física, dos quais, cinco relacionados ao protocolo do EUROFIT (*Committee for the Development of Sports*, 1998), a saber: força estática (força de preensão manual, FPM), força dinâmica de membros inferiores (impulsão horizontal, IH), flexibilidade (sentar e alcançar, SEA), agilidade (10x5-m *shuttle-run*, 10SR) e desempenho aeróbio (20m *shuttle-run*, 20SR). Completaram a bateria de testes físicos: força dinâmica de tronco (abdominais em 60 segundos, ABD), força dinâmica de membros superiores (lançamento de *medicineball* 2 kg, 2BL) e velocidade (corrida de velocidade de 25m, C25). A bateria foi selecionada com base na experiência anterior do grupo de pesquisa com crianças de escolas primárias (Vandendriessche et al., 2011). Os coeficientes de correlação intraclasses foram os seguintes: 0,79 (2BL); 0,87 (FPM); 0,84 (ABD); 0,78 (IH); 0,92 (SEA); 0,78 (C25); 0,76 (10SR); 0,67 (20SR). Os testes foram administrados na seguinte sequência: 2BL, FPM, IH, ABD, SEA, C25, 10SR e 20SR.

Coordenação motora

A coordenação motora foi avaliada pelo *Körperkoordinationstest für Kinder* - KTK (Kiphard & Schilling, 1974), que inclui quatro provas: equilíbrio à retaguarda (ER), saltos laterais (SL), transposição lateral (TL) e saltos monopodais (SM). O instrumento foi validado para crianças e jovens, entre os 5 e os 14 anos de idade, com os coeficientes fiabilidade teste-reteste para as quatro provas do KTK entre 0,80 e 0,96 (Kiphard & Schilling, 1974). Maiores detalhes acerca dos procedimentos referentes às provas encontram-se descritos na literatura (D'Hondt et al., 2011, Lopes et al., 2015, Luz et al., 2015).

No presente estudo, a bateria KTK foi administrada de forma que a pessoa avaliada não tivesse contato visual com as provas do instrumento antes da avaliação. Coeficientes de correlação intraclasse foram calculados a partir de medidas repetidas em 19 sujeitos, são eles: 0,81 (ER), 0,80 (SL), 0,84 (TL); 0,92 (SM). Os resultados das quatro provas do KTK são comumente convertidos em pontuações de acordo com tabelas organizadas por sexo e faixa etária baseadas na amostra alemã de origem do estudo. Os autores (Kiphard & Schilling, 1974) também propuseram uma combinação dos escores transformados em um escore global, como uma única medida de coordenação motora, conhecida como quociente motor. O cálculo do quociente motor pode não ser uma abordagem adequada dada a natureza multivariada da coordenação motora (Iivonen, Sääkslahti & Laukkanen, 2015). Para a presente análise, cada prova foi tratada como parte do domínio multidimensional denominado como coordenação motora.

Análise estatística

Estatística descritiva (média, desvio-padrão, mínimo, máximo, intervalo de confiança a 95%) foi calculada para todas as variáveis. A normalidade das distribuições das variáveis foi testada com a estatística de Kolmogorov-Smirnov. Transformações logarítmicas foram realizadas, quando necessário, para normalizar as distribuições e ajustar as variáveis para as análises subsequentes (IMC, quatro testes de aptidão: IH, FPM, 10SR, 20SR, uma prova do KTK: TL). As correlações bivariadas de Pearson

foram feitas para avaliar as associações entre idade cronológica, %EMP e cada item dos testes antropométricos, de aptidão física e de coordenação motora. A magnitude dos coeficientes de correlação foi interpretada de acordo com Hopkins, Marshall, Batterham e Hanin (2009), a seguir: trivial ($r < 0,1$), pequena ($0,1 < r < 0,3$), moderada ($0,3 < r < 0,5$), grande ($0,5 < r < 0,7$), muito grande ($0,7 < r < 0,9$) e quase perfeita ($r > 0,9$).

A análise de correlação canônica foi utilizada para avaliar as relações entre as variáveis morfológicas (estatura, massa corporal, relação perímetro de cintura-estatura, relação altura sentado-estatura e % de gordura), de aptidão física (8 testes) e de coordenação motora (4 provas). Cada conjunto de variáveis foi colapsado em uma variável canônica (combinação linear de variáveis derivadas para maximizar a relação entre domínios: $X = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$; $Y = a_1Y_1 + a_2Y_2 + \dots + a_nY_n$). O coeficiente canônico ($r_c = r_{x, y}$) mede a magnitude da associação entre as duas variáveis canônicas; seu valor ao quadrado (r_c^2) fornece uma estimativa da variância compartilhada entre os dois conjuntos de variáveis. O Lambda de Wilks foi usado e quando seu valor foi significativo, apenas o primeiro par de variáveis canônicas foi interpretado. O sinal das correlações foi invertido para os testes físicos C25 e 10SR, pois escores menores correspondem ao melhor desempenho. O protocolo analítico é explicado em mais detalhes em Vandendriessche et al. (2011). Utilizou-se o IBM SPSS 22.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL) para todas as análises e a significância estatística adotada foi de $p < 0,05$.

6.3. Resultados

As estatísticas descritivas e as correlações de Pearson (idade cronológica e %EMP com morfologia, aptidão física e coordenação motora) estão apresentadas na Tabela 6.1. Os coeficientes de correlação para idade cronológica (8,00-8,99 anos) variam de trivial a pequeno, enquanto que para %EMP compreendem valores maiores. Neste aspecto, o coeficiente é quase perfeito para a associação da %EMP com a massa corporal ($r = 0,92$; IC 95%: 0,88 a 0,95) e é muito grande com a massa livre de gordura ($r = 0,86$; IC 95%: 0,79 a 0,91), com o perímetro de cintura ($r = 0,84$; IC 95%: 0,76 a 0,90), com a massa gorda ($r = 0,84$; IC 95%: 0,76 a 0,90) e com o IMC ($r = 0,81$; IC

95%: 0,71 a 0,88). As correlações entre o estado maturacional e os testes físicos são moderadas para três variáveis: 2BL ($r = 0,48$; IC 95%: 0,28 a 0,64), FPM ($r = 0,47$; IC 95%: 0,27 a 0,63) e 20SR ($r = -0,32$; IC 95%: -0,51 a -0,10); enquanto a magnitude das correlações entre a %EMP e as provas do KTK são pequenas.

Tabela 6.1. Estatísticas descritivas das variáveis antropométricas, de aptidão física e de coordenação motora e suas respectivas correlações de Pearson com idade cronológica e estado maturacional (n=74).

Variáveis (abreviação)	Unidades		Média		Desvio-padrão	Correlações: Xi, Yi; Xi, Zi; Xi, Wi,		
	Valor	(IC 95%)	X1: Idade cronológica	X3: %EMP				
				Coefficiente (IC 95%)		Coefficiente (IC 95%)	Coefficiente (IC 95%)	
X1: Idade cronológica	years	8,45	(8,39; 8,52)	0,29				
X2: Estatura matura predita (EMP)	cm	162,3	(160,9; 163,7)	6,0				
X3: Percentagem da EMP (%EMP)	%	80,5	(79,9; 81,1)	2,5				
Y1: Estatura (EST)	cm	130,7	(129,3; 132,0)	5,8	0,19 (-0,04; 0,40)			0,60 (0,43; 0,73)
Y2: Massa corporal (MC)	kg	30,4	(28,9; 32,0)	6,6	0,10 (-0,13; 0,32)			0,92 (0,88; 0,95)
Y3: Índice de massa corporal (IMC)	kg.m ⁻²	17,7	(17,0; 18,5)	3,3	-0,01 (-0,24; 0,22)			0,81 (0,71; 0,88)
Y4: Perímetro de cintura (PC)	cm	59,5	(57,9; 61,2)	7,3	0,05 (-0,18; 0,26)			0,84 (0,76; 0,90)
Y5: Relação PC-EST (RCE)	%	45,6	(44,4; 46,8)	5,2	-0,03 (-0,26; 0,20)			0,68 (0,54; 0,79)
Y6: Altura sentado (AS)	cm	68,7	(68,0; 69,4)	3,2	0,14 (-0,09; 0,36)			0,71 (0,58; 0,81)
Y7: Relação AS-EST (RSE)	%	52,6	(52,2; 52,9)	1,4	-0,08 (-0,30; 0,15)			0,27 (0,04; 0,47)
Y8: Percentual de gordura (%G)	%	28,1	(26,7; 29,5)	6,1	-0,07 (-0,29; 0,16)			0,67 (0,52; 0,78)
Y9: Massa gorda (MG)	kg	8,9	(8,0; 9,8)	3,9	0,01 (-0,22; 0,24)			0,84 (0,76; 0,90)
Y10: Massa livre de gordura (MLG)	kg	21,6	(20,8; 22,3)	3,2	0,14 (-0,09; 0,36)			0,86 (0,79; 0,91)
Z1: Lançamento de <i>medicineball</i> 2kg (2BL)	cm	175	(168; 182)	29	0,06 (-0,17; 0,29)			0,48 (0,28; 0,64)
Z2: Força de prensão manual (FPM)	Kg.f	12,1	(11,3; 12,8)	3,2	0,09 (-0,14; 0,31)			0,47 (0,27; 0,63)
Z3: Abdominais 60s (ABD)	#	14,9	(12,8; 17,0)	8,9	-0,02 (-0,25; 0,21)			-0,22 (-0,43; 0,01)
Z4: Impulsão horizontal (IH)	cm	82	(76; 87)	24	0,12 (-0,11; 0,34)			-0,11 (-0,33; 0,12)
Z5: Sentar e alcançar (SEA)	cm	26,1	(24,8; 27,5)	5,8	0,10 (-0,13; 0,32)			-0,15 (-0,37; 0,08)
Z6: Corrida 25m (C25)	s	6,40	(6,22; 6,59)	0,80	0,08 (-0,15; 0,30)			0,16 (-0,07; 0,38)
Z7: 10x5-m <i>shuttle-run</i> (10SR)	s	27,54	(26,96; 28,12)	2,51	0,08 (-0,15; 0,30)			-0,05 (-0,28; 0,18)
Z8: 20m <i>shuttle-run</i> (20SR)	m	268	(239; 298)	126	0,08 (-0,15; 0,30)			-0,32 (-0,51; -0,10)
W1: Equilíbrio à retaguarda (ER)	#	38,6	(35,7; 41,5)	12,5	-0,01 (-0,24; 0,22)			-0,28 (-0,48; -0,06)
W2: Saltos laterais (SL)	#	29,9	(27,8; 32,1)	9,4	0,20 (-0,03; 0,41)			-0,16 (-0,38; 0,07)
W3: Transposição lateral (TL)	#	31,4	(29,6; 33,4)	8,2	-0,04 (-0,27; 0,19)			-0,22 (-0,43; 0,01)
W4: Saltos monopodais (SM)	#	29,8	(26,9; 32,8)	12,6	0,12 (-0,11; 0,34)			-0,18 (-0,39; 0,05)

IC 95% (interval de confiança 95%); # (Sem unidade de medida); Os sinais dos coeficientes de correlação foram trocados para C25 e 10SR porque menor tempo significa melhor desempenho.

Os resultados das análises de correlações canônicas são apresentados na Tabela 6.2. Um par de funções lineares significativas baseadas em correlações canônicas (Lambda de Wilks = 0,175, $p < 0,01$, $r_c = 0,778$, $r_c^2 = 0,606$) foi encontrado entre a morfologia corporal e a aptidão física. O primeiro par de funções lineares apresenta um *eigenvalue* de 1,54 e explica 49,7% e 17,4% de variância na morfologia e na aptidão física, respectivamente. As contribuições de cada variável isolada nas respectivas funções lineares estão ilustradas na Figura 6.1. A relevância dos contribuintes para a solução extraída é dada pelas correlações entre cada variável isolada e a correlação canônica, baseado em um valor crítico maior do que 0,40. As variáveis morfológicas significativas foram a RCE (-0,98), a MG (-0,72), a RSE (-0,77) e a EST (-0,56), enquanto três testes de aptidão física contribuíram substancialmente: 2BL (-0,71), FPM (-0,67) e 20SR (+0,42).

Não há correlações canônicas significativas para a morfologia e as quatro provas do KTK (Tabela 6.2, Lambda de Wilks = 0,719, $p = 0,313$), mas um par significativo de correlações canônicas é encontrado para aptidão física e coordenação motora (Lambda de Wilks = 0,289, $p < 0,01$, *eigenvalue* = 1,41, $r_c = 0,765$, $r_c^2 = 0,585$). A função linear explica 29,5% da variância no domínio da aptidão física e 49,5% da variância no domínio da coordenação motora.

Tabela 6.2. Resultados das correlações canônicas entre os domínios morfológico e aptidão física, morfológico e coordenação motora e aptidão física e coordenação motora em meninas de 8 anos de idade.

	Domínios multivariados		
	Yi: Morfologia	Yi: Morfologia	Zi: Aptidão física
	x	x	x
	Zi: Aptidão física	Wi: Coordenação	Wi: Coordenação
r_c	0,778	0,387	0,765
r_c^2	0,606	0,150	0,585
Eigenvalue	1,538	0,176	1,409
Lambda de Wilks	0,175	0,719	0,289
p	<0,01	0,318	<0,01
	% variância em X	49,7%	
	% variância em Y	17,4%	29,5%
	% variância em Z		45,4%
Y ₁ : Estatura (EST)	-0,56		
Y ₂ : Massa corporal (MC)	-0,31		
Y ₇ : Relação AS-EST (RSE)	-0,77		
Y ₅ : Relação PC-EST (RCE)	-0,98		
Y ₅ : Percentual de gordura (%G)	-0,72		
Z1: Lançamento de <i>medicineball</i> 2kg (2BL)	-0,71		-0,32
Z2: Força de preensão manual (FPM)	-0,67		-0,31
Z3: Abdominais 60s (ABD)	+0,33		-0,62
Z4: Impulsão horizontal (IH)	+0,29		-0,54
Z5: Corrida 25m (C25)	-0,11		-0,45
Z6: 10x5-m <i>shuttle-run</i> (10SR)	-0,14		-0,66
Z7: 20m <i>shuttle-run</i> (20SR)	+0,42		-0,76
Z8: Sentar e alcançar (SEA)	+0,19		-0,51
W1: Equilíbrio à retaguarda (ER)			-0,45
W2: Saltos laterais (SL)			-0,78
W3: Transposição lateral (TL)			-0,24
W4: Saltos monopedais (SM)			-0,97

AS (altura sentado); PC (perímetro de cintura); Os sinais dos coeficientes de correlação foram trocados para C25 e 10SR porque menor tempo significa melhor desempenho.

As variáveis que contribuem para a correlação significativa encontrada incluem o 20SR (-0,76), 10SR (-0,66), ABD (-0,62), IH (-0,54), SEA (-0,51) e C25 (-0,45) no domínio da aptidão física e SM (-0,97), SL (-0,78) e ER (-0,45) entre as variáveis do domínio da coordenação motora (Figura 6.2).

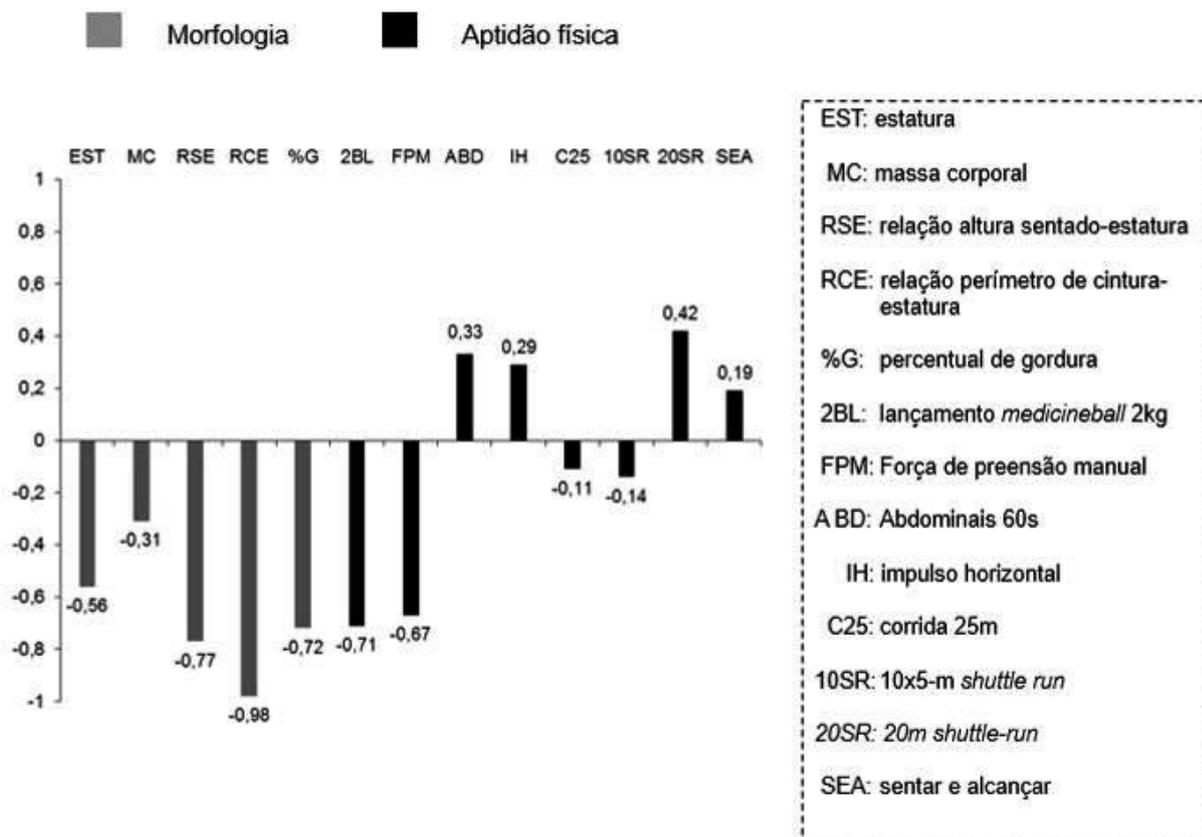


Figura 6.1. Valores de contribuição de cada variável morfológica e de aptidão física isoladamente nas respectivas funções lineares. Os sinais referentes aos valores dos testes C25 e 10SR foram invertidos porque nestas provas menor tempo significa melhor desempenho.

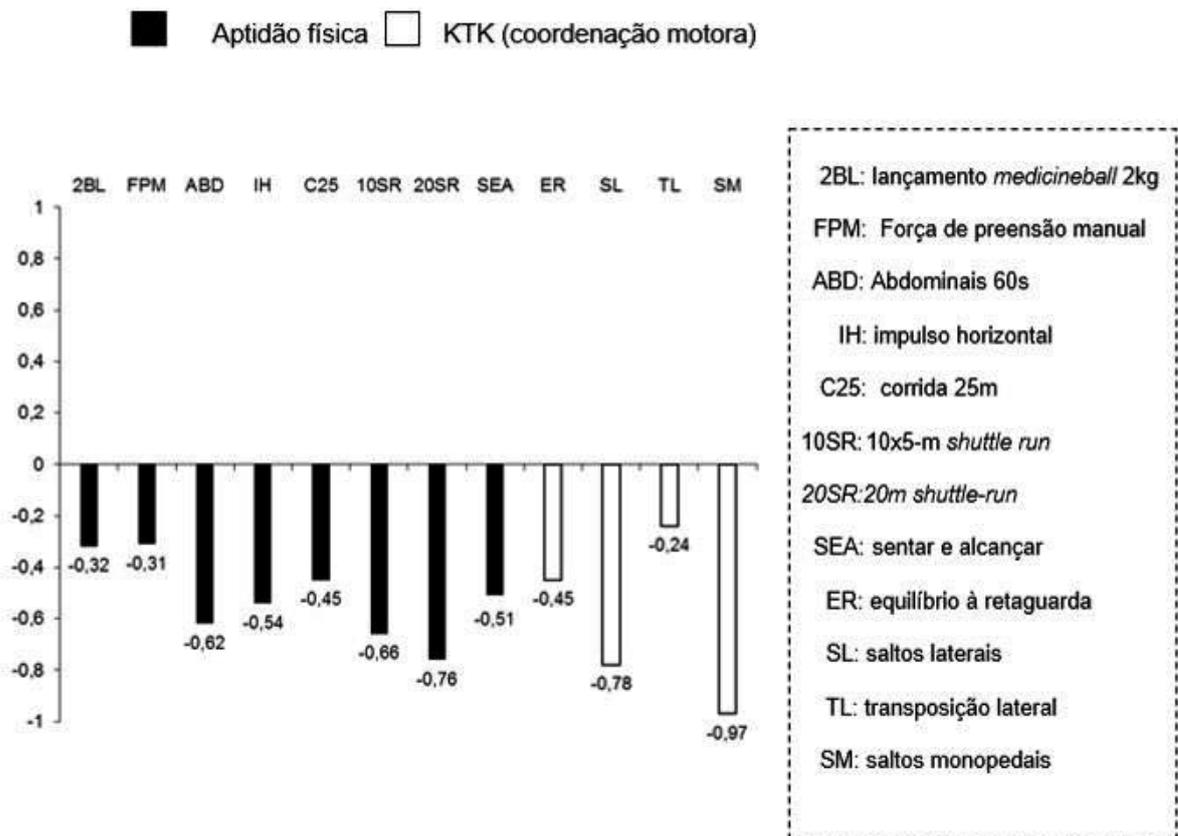


Figura 6.2. Valores de contribuição de cada variável de aptidão física e de coordenação motora isoladamente nas respectivas funções lineares. Os sinais referentes aos valores dos testes C25 e 10SR foram invertidos porque nestas provas menor tempo significa melhor desempenho.

6.4. Discussão

O presente estudo demonstrou uma associação entre o estado maturacional e as variáveis morfológicas; estados mais avançados de maturação foram associados a maiores dimensões corporais. Paralelamente, as correlações entre as provas de coordenação motora e o estado maturacional foram de magnitude trivial ou pequena. Com base nas evidências, foi possível levantar a hipótese de um efeito direto da maturação biológica sobre o tamanho corporal, especialmente sobre a massa corporal e seus componentes (massa gorda e massa livre de gordura). Em paralelo, parece haver um efeito indireto, adicional, da maturação sobre alguns testes físicos, representado por uma relação entre valores baixos nos descritores de tamanho corporal (relação perímetro de cintura-estatura, percentual de gordura e estatura) e resultados nos testes físicos, que foram piores em dois testes (lançamento de

medicineball 2 kg e força de preensão manual) e melhor no 20m *shuttle-run*. Finalmente, a inter-relação entre a aptidão física e a coordenação motora emergiu da associação direta entre as provas do KTK e aqueles testes de aptidão física que parecem independentes da variação inter-individual no tamanho corporal; tal fato sugere que a coordenação motora parece não depender da maturação biológica em meninas pré-púberes.

Um estudo bastante semelhante analisou a associação entre o estado maturacional e os resultados das provas do KTK em meninos de 7, 9 e 11 anos de idade (Vandendriessche et al., 2011). Apesar da associação ter sido significativa, o *maturity offset* não apresentou efeito substancial sobre o desempenho nas provas do KTK, o que sugeriu uma relativa independência da coordenação motora em relação à maturação biológica em meninos daquela faixa etária. O *Maturity offset* é uma estimativa do tempo em que o sujeito se encontra do seu pico de velocidade do crescimento, diferentemente da estatura matura predita, que é um indicador de estado maturacional (Malina, 2012). Baseado nas observações mencionadas no presente estudo, os resultados do *maturity offset* podem ter sido influenciados provavelmente pelas limitações das equações de predição, que dependem da idade cronológica e do tamanho corporal no momento da predição e, também, apresentam maiores limitações na predição de meninos e meninas em estados mais atrasados e avançados de maturação (Malina & Koziel, 2014b; 2014c; Malina et al., 2016a). Ainda, o *maturity offset* apresenta uma reduzida margem de variação comparado ao pico de velocidade de crescimento observado em estudos longitudinais (Malina, Choh, Czerwinski & Chumlea, 2016b).

Os primeiros estudos que analisaram as associações dos testes de desempenho motor com a idade óssea, a idade cronológica, a estatura e a massa corporal em crianças de 6 a 8 anos foram limitados a correlações parciais, que foram classificadas, na melhor das hipóteses, como baixa a moderada (Seils, 1951; Rarick & Oyster, 1964). Estudos subsequentes, que também abordaram este tema com a utilização da idade óssea como indicador maturacional, fizeram uso da regressão linear para análise dos dados. A idade esquelética isolada, ou interagindo com o tamanho corporal, explicou percentuais relativamente pequenos das variâncias (~ 4%

a 30%) em diversos testes de desempenho físico em crianças e adolescentes (Beunen et al., 1982; 1997; Katzmarzyk, Malina & Beunen, 1997). Mais recentemente, a regressão múltipla hierárquica tem sido utilizada para avaliar a influência da idade óssea (expressa como o resíduo da regressão da idade óssea na idade cronológica) isoladamente, ou combinada com estatura e massa corporal, sobre as habilidades motoras fundamentais e provas do KTK. Em crianças de 7 a 10 anos, a idade óssea isoladamente, ou associada ao tamanho corporal, representou apenas 7% a 9% das variâncias nas provas do KTK e de seis habilidades motoras fundamentais avaliadas com o *Test of Gross Motor Development* em ambos os sexos (Freitas et al., 2015). E entre os jovens de 11 a 14 anos, a idade óssea isoladamente, ou combinada com o tamanho corporal, explicou um máximo de 0% a 8% e 0% a 3% da variância nas provas do KTK entre meninos e meninas, respectivamente (Freitas et al., 2016).

Apesar de terem utilizado diferentes abordagens analíticas, os dois estudos que fizeram uso dos indicadores não invasivos de maturação, como o *maturity offset* (Vandendriessche et al., 2011) e a percentagem da estatura matura predita (presente estudo), apresentaram resultados consistentes com estudos que optaram, como indicador do estado maturacional, pelo método da idade óssea. O estado maturacional explicou uma pequena proporção da variância nos indicadores de aptidão física, desempenho motor e coordenação motora. Por inferência, outros fatores que influenciam na aptidão física, no desempenho físico e na coordenação motora precisam ser sistematicamente considerados (Malina, 2014a; Malina et al., 2016a).

A competência motora parece estar associada positivamente com o nível de atividade física e outras variáveis relacionadas à saúde em indivíduos jovens (Janssen & Leblanc, 2010; Lopes, Rodrigues, Maia & Malina, 2011; D'Hondt et al., 2014). As meninas são frequentemente assumidas como menos ativas e com menor aptidão física em relação aos seus pares do sexo masculino durante as duas primeiras décadas de vida, e é possível que a participação em programas de atividade física e desportiva seja seletiva para meninas com estado maturacional atrasado e avançado (Sherar, Esliger, Baxter-Jones & Tremblay, 2007; Cumming, Standage, Gillison & Malina, 2008). A literatura recente tem mostrado um crescente interesse nas associações entre a coordenação motora e variáveis relacionadas à saúde. De fato, o

presente estudo revelou associação positiva entre a aptidão física e a coordenação motora (Tabela 2). Estes resultados são consistentes com um recente estudo de revisão (Lubans, Morgan, Cliff, Barnett & Okely, 2010) acerca da relação entre a coordenação motora e os benefícios à saúde em crianças e adolescentes, que mostrou que os níveis de coordenação motora estão inversamente correlacionados com a massa corporal, mas positivamente correlacionados com a aptidão cardiorrespiratória e a competência motora percebida, tanto em estudos transversais quanto em longitudinais. Além disso, a aptidão cardiorrespiratória, a força muscular, a resistência muscular, a capacidade anaeróbia e a potência muscular têm sido associados negativamente, em vários graus, com fraca coordenação motora, em outro estudo de revisão sistemática realizado em população pediátrica (Rivilis et al., 2011).

O presente estudo possui algumas limitações: os dados foram transversais e correlacionais, e como tal não permitiram declarações de causalidade; a amostra foi limitada a um único grupo etário de meninas; e foi utilizado um indicador somático de estado maturacional, a percentagem da estatura matura predita atingida no momento do estudo. No entanto, os resultados foram, em sua maior parte, consistentes com estudos que utilizaram a idade esquelética como indicador de estado maturacional. Finalmente, este estudo não incluiu a avaliação da atividade física, que é um fator associado tanto à aptidão física quanto à coordenação motora (Malina et al., 2016a).

Em suma, foram observados pares significativos de funções lineares entre indicadores de morfologia e aptidão física, assim como entre aptidão física e coordenação motora em meninas de 8 anos. Meninas com menor massa corporal, menor relação perímetro de cintura-estatura e menor % de gordura obtiveram melhores pontuações nos testes *20m shuttle-run*, abdominais em 60 segundos e impulsão horizontal, mas desempenhos inferiores na força de preensão manual e lançamento de *medicineball 2 kg*. E, ainda, melhores pontuações em testes de aptidão física estiveram associadas com melhores pontuações nas quatro provas de coordenação motora.

6.5. Referências

Australian Council for Health Physical Education and Recreation (ACHPER). (1996). *Handbook for the Australian Fitness Education Award manual*. South Australia: ACHPER Publications.

Beunen, G., Malina, R. M., Ostry, M., Renson, R., Simons, J., & Van Gerven, D. (1982). Fatness and skeletal maturity on Belgian boys 12 through 17 years of age. *American Journal of Physical Anthropology*, 59, 387-392.

Beunen, G. P., Malina, R. M., Lefevre, J., Claessens, A. L., Renson, R., Kanden Eynde, B., Vanreusel, B., & Simons, J. (1997). Skeletal maturation, somatic growth and physical fitness in girls 6–16 years of age. *International Journal of Sports Medicine*, 18(6), 413-419.

Bardid, F., Rudd, J. R., Lenoir, M., Polman, R., & Barnett, L. M. (2015). Cross-cultural comparison of motor competence in children from Australia and Belgium. *Front Psychol*, 6, 964.

Canadian Society for Exercise Physiology (CSEP). (2003). *The Canadian Physical Activity, Fitness & Lifestyle Approach (CPAFLA): CSEP Health & Fitness Program's Health-Related Appraisal and Counselling Strategy*. Ottawa: CSEP.

Catenassi, F. Z., Marques, I., Bastos, C. B., Basso, L., Ronque, E. R. V., & Gerage, A. M. (2007). Relação entre índice de massa corporal e habilidade motora grossa em crianças de quatro a seis anos. *Brazilian Journal of Sports Medicine*, 13(4), 227-230.

Committee for the Development of Sports. (1988). *EUROFIT: Handbook for the European test of physical fitness*. Rome, Italy: Council of Europe.

Cools, W., Martelaer, K. D., Samaey, C., & Andries, C. (2009). Movement skill assessment of typically developing preschool children: a review of seven movement skill assessment tools. *J Sports Sci Med*, 8, 154-168.

Cooper Institute for Aerobics Research. (2004). *The Prudential Fitnessgram: Test Administration Manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Cumming, S. P., Standage, M., Gillison, F., & Malina, R. M. (2008). Sex differences in exercise behavior during adolescence: Is biological maturation a confounding factor? *Journal of Adolescent Health, 42*, 480-485.

D'Hondt, E., Gentier, I., Deforche, B., Tanghe, A., de Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2011). Weight loss and improved gross motor coordination in children as a result of multidisciplinary residential obesity treatment. *Obesity, 19*(10), 1999-2005.

D'Hondt, E., Deforche, B., Gentier, I., Verstuyf, J., Vaeyens, R., de Bourdeaudhuij, I., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2014). A longitudinal study of gross motor coordination and weight status in children. *Obesity, 22*(6), 1505-1511.

Drenowatz, C., Wartha, O., Klenk, J., Brandstetter, S., Wabitsch, M., & Steinacker, J. (2013). Differences in health behavior, physical fitness, and cardiovascular risk in early, average, and late mature children. *Pediatr Exerc Sci, 25*(1), 69-83.

Eaton, W. O., & Yu, A. P. (1989). Are sex differences in child motor activity level a function of sex differences in maturational status? *Child Dev, 60*(4), 1005-11.

Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A., Lefevre, J., Gouveia, E. R., Thomis, M., Antunes, A. M., Claessens, A. L., Beunen, G., & Malina, R. M. (2015). Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7–10 years. *Journal of Sports Sciences, 33*(9), 924-934.

Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A. R., Gouveia, E. R., Thomis, M., Lefevre, J., Silva, R. D., & Malina, R. M. (2016). Skeletal Maturation, Body Size, and Motor Coordination in Youth 11–14 Years. *Med Sci Sports Exerc, 48*(6), 1129-1135.

Fjørtoft, I., Pedersen, A. V., Sigmundsson, H., & Vereijken, B. (2011). Measuring physical fitness in children who are 5 to 12 years old with a test battery that is functional and easy to administer. *Physical Therapy, 91*, 1087-1095.

Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc, 41*(1), 3-13.

livonen, S., Sääkslahti, A. K., & Laukkanen, A. (2015). A review of studies using the Körperkoordinationstest für Kinder (KTK). *European Journal of Adapted Physical Activity, 8*(2), 18-36.

Janssen, I., & Leblanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act, 7*, 40.

Katzmarzyk, P. T., Malina, R. M., & Beunen, G. P. (1997). The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Annals of Human Biology, 24*(6), 493-505.

Khamis, H. J., & Roche, A. F. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics, 94*, 504-507. Erratum in: (1995). *Pediatrics, 95*(3):457.

Kiphard, E. J., & Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder - Body coordination test for children*. Weinheim, Germany: Beltz Test GmbH.

Krombholz, H. (2006). Physical performance in relation to age, sex, birth order, social class, and sports activities of preschool children. *Percept Mot Skills, 102*(2), 477-484.

Laukkanen, A., Pesola, A., Havu, M., Sääkslahti, A., & Finni, T. (2014). Relationship between habitual physical activity and gross motor skills is multifaceted in 5- to 8-year-old children. *Scand J Med Sci Sports, 24*(2), e102-10.

Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Lopes, L., Santos, R., Moreira, C., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2015). Sensitivity and specificity of different measures of adiposity to distinguish between low/high motor coordination. *J Pediatr*, *91*(1), 44-51.

Lopes, V. P., Rodrigues, L. P., Maia, J. A., & Malina, R. M. (2011). Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scand J Med Sci Sports*, *21*(5), 663-669.

Lopes, V. P., Stodden, D. F., Bianchi, M. M., Maia, J. A. R., & Rodrigues, L. P. (2012). Correlation between BMI and motor coordination in children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *15*, 38-43

Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M., & Okely, A. D. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents: review of associated health benefits. *Sports Med*, *40*(12), 1019-35.

Luz, L. G. O., Seabra, A. F. T., Santos, R., Padez, C., Ferreira, J. P., & Coelho-e-Silva, M. J. (2015). Association between BMI and motor coordination among children (KTK): A meta-analysis. *Brazilian journal of Sports Medicine*, *21*(3), 230–235.

Luz, L. G., Cumming, S. P., Duarte, J. P., Valente-Dos-Santos, J., Almeida, M. J., Machado-Rodrigues, A., Padez, C., Carmo, B. C., Santos, R., Seabra, A., & Coelho-E-Silva, M. J. (2016a). Independent and Combined Effects of Sex and Biological Maturation on Motor Coordination and Performance in Prepubertal Children. *Percept Mot Skills*, *122*(2), 610-35.

Luz, L.G., Seabra, A., Padez, C., Duarte, J.P., Rebelo-Gonçalves, R., Valente-Dos-Santos, J., Luz, T.D., Carmo, B.C. and Coelho-E-Silva, MJ. (2016b) Waist circumference as a mediator of biological maturation effect on the motor coordination in children. *Rev Paul Pediatr*, *34*(3), 352-8.

Malina, R., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Malina, R. M., Coelho E Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Carling, C., & Beunen, G. P. (2012). Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *J Sports Sci*, 30(15), 1705-17.

Malina, R. M. (2014a). Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 85(2), 157-173.

Malina, R. M., & Koziel, S. M. (2014b). Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. *J Sports Sci*, 32(5), 424-37.

Malina, R. M., & Koziel, S. M. (2014c). Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish girls. *J Sports Sci*, 32(14), 1374-82

Malina, R. M., Cumming, S. P., & Coelho e Silva, M. J. (2016a). Physical Activity and Movement Proficiency: The Need for a Biocultural Approach. *Pediatr Exerc Sci*, 28(2), 233-239.

Malina, R. M., Choh, A. C., Czerwinski, S. A., & Chumlea, W. C. (2016b). Validation of Maturity Offset in the Fels Longitudinal Study. *Pediatr Exerc Sci*, 28(3), 439-55.

Rarick, G. L., & Oyster, N. (1964). Physical Maturity, Muscular Strength, and Motor Performance of Young School-age Boys. *Res Q*, 35, 523-31.

Rivilis, I., Hay, J., Cairney, J., Klentrou, P., Liu, J., & Faught, B. E. (2011). Physical activity and fitness in children with developmental coordination disorder: a systematic review. *Res Dev Disabil*, 32(3), 894-910.

Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P., & D'Hondt, E. (2015). Motor Competence and its Effect on Positive Developmental Trajectories of Health. *Sports Med*, *45*(9), 1273-1284.

Roche, A. F., Tyleshevski, F., & Rogers, E. (1983). Non-invasive measurement of physical maturity in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *54*, 364–371.

Roche, A. F. (1992). *Growth, Maturation and Body Composition: The Fels Longitudinal Study 1929-1991*. Cambridge: Cambridge University Press.

Seils, L. G. (1951). The relationship between measures of physical growth and gross motor performance of primary-grade school children. *Research Quarterly*, *22*, 244-260.

Sherar, L. B., Esliger, D. W., Baxter-Jones, A. D. G., & Tremblay, M. S. (2007). Age and gender differences in youth physical activity: Does physical maturity matter? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *39*, 830-835.

Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, *60*(5), 709-723.

Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B., Coelho-e-Silva, M. J., Vaeyens, R., Lenoir, M., Lefevre, J., & Philippaerts, R. M. (2011). Multivariate association among morphology, fitness, and motor coordination characteristics in boys age 7 to 11. *Pediatr Exerc Sci*, *23*(4), 504-520.

World Health Organization (2008). *WHO STEPwise approach to surveillance (STEPS)*. Geneva: World Health Organization (WHO).

CAPÍTULO 7

Estudo 5

Preditores da coordenação motora em meninos e meninas pré-púberes: um estudo baseado em abordagem ecológica

7.1. Introdução

Nos últimos anos, os estudos têm confirmado uma associação positiva entre a competência motora e alguns componentes relacionados à saúde da população pediátrica (Stodden et al., 2008; Burns et al., 2009; Cairney, Hay, Veldhuizen, & Faught, 2010; Robinson et al., 2015). Entende-se por competência motora como um termo global utilizado para traduzir várias outras terminologias que têm sido aplicadas na literatura para descrever o estado de proficiência para realização do movimento humano (como exemplos, *performance* motora, proficiência motora, habilidade motora, coordenação motora) (Robinson et al., 2015). Da análise da literatura, pode-se constatar que não há ainda uma descrição esclarecedora dos múltiplos fatores que determinam a forte variabilidade na competência motora das populações infanto-juvenis. No entanto, compreende-se que tais fatores mostram-se relacionados às influências biológicas, comportamentais, ambientais e pela interação delas (Barnett et al., 2016).

A competência motora engloba a coordenação motora, que pode ser definida como a interação harmoniosa e econômica do sistema musculoesquelético, do sistema nervoso e do sistema sensorial com a finalidade de produzir ações motoras precisas e equilibradas (Schilling & Kiphard, 1976). Inúmeras evidências têm mostrado associação da coordenação motora com aspectos relacionados à saúde de crianças (Lopes, Rodrigues, Maia & Malina, 2011; Lopes, Stodden, Bianchi, Maia & Rodrigues, 2012). Ainda nesse contexto, nos últimos anos, alguns estudos têm destinado interesse sobre o comportamento dos escolares quanto ao aspecto da competência motora, em que se evidencia que o nível de coordenação motora está associado à aptidão física relacionada à saúde (Cairney et al., 2010; Machado Rodrigues et al., 2012), ao nível de atividade física (Rivillis et al., 2011; Lopes et al., 2011), à morfologia corporal (Lopes et al., 2012; Krombholz, 2013) às características sociodemográficas (Mutunga et al., 2006) e, conseqüentemente, à saúde global da população infantil.

Mais, o desenvolvimento motor na infância parece influenciar decisivamente na motivação (Okely, Booth & Patterson, 2001) e até no envolvimento em práticas motoras na adolescência (Lopes et al., 2011; Graham, Sirard & Neumark-Sztainer, 2011; Jaakkola, Yli-Piipari, Huotari, Watt & Liukkonen, 2016).

O *Körperkoordinationstest für Kinder-KTK* (Kiphard & Schilling, 1974) tem sido utilizado como teste para avaliação da coordenação motora em múltiplos contextos (Krombholz, 2006; D'Hondt et al., 2011; Lopes et al., 2012; Lopes, Santos, Pereira & Lopes, 2013) e em diversos países (Krombholz, 2006; D'Hondt et al., 2011; Laukkanen, Pesola, Havu, Sääkslahti & Finni, 2014; Bardid, Rudd, Lenoir, Polman & Barnett, 2015), inclusive em Portugal (Lopes et al., 2012; Lopes, Santos, Moreira, Pereira & Lopes, 2015; Freitas et al., 2016). O KTK é um instrumento considerado adequado para avaliar o nível geral de coordenação motora de diferentes indivíduos (Vandorpe et al., 2011; Vandendriessche et al., 2012). Em uma recente revisão sistemática, Iivonen, Sääkslahti e Laukkanen (2015) organizaram os 46 estudos selecionados em seis categorias de acordo com seus propósitos principais e o uso do KTK. A maior categoria foi composta por estudos que relataram associações da coordenação motora com outras variáveis correlatas. Destes estudos, a maioria investigou fatores biológicos, com um grande número de textos focados na associação das dimensões corporais, nomeadamente o índice de massa corporal (IMC), com o desempenho no KTK (Luz et al., 2015).

Com base nas evidências, nota-se na literatura científica que a aptidão física, assim como o envolvimento em atividades físicas, são aspectos importantes levados em consideração quando se trata da saúde dos jovens. No entanto, no que diz respeito às crianças, percebe-se o renascer de um outro componente tão importante quanto os primeiros, a coordenação motora. Contudo, ainda são poucas as evidências que explicam o desempenho em teste de coordenação motora e a relação deste com a morfologia corporal, o estado maturacional, a aptidão física e o nível de atividade física. Além disso, são ainda menores as evidências que procuram analisar os fatores demográfico-biológicos, comportamentais, sociais e ambientais e o modo efetivo como interagem na infância com a coordenação motora das crianças de ambos os sexos. Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi identificar os fatores

biológicos, de estilo de vida, sociais e ambientais correlatos com o melhor desempenho em teste de coordenação motora de crianças do sexo masculino e do feminino, a partir da construção de modelos baseados na técnica de regressão logística.

7.2. Métodos

Procedimentos e amostra

A pesquisa foi realizada de acordo com a Declaração de Helsinque de 1975 (Harriss & Atkinson, 2015) e seu projeto foi devidamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra (número: 00092014). Em cumprimento à legislação em vigor, no que toca à recolha de dados pessoais no contexto escolar, foi feito o registro da investigação na Comissão Nacional de Proteção de Dados (processo 1014/2015) e, em seguida, feito o pedido de autorização à Direção Regional de Educação do Centro para início da pesquisa nas escolas.

Este estudo teve sua amostra recolhida em quatro escolas da região centro de Portugal Continental, nomeadamente nas cidades de Coimbra (140.000 residentes) e de Anadia (29.000 residentes). Foi entregue toda a documentação necessária à Direção Executiva das escolas e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) às crianças e aos encarregados de educação (taxa de resposta de 70%). Todos os encarregados de educação foram convenientemente informados sobre a proposta do estudo e procedimentos aos quais eles e as crianças seriam submetidos. A recolha dos dados emergiu de três visitas: a primeira visita incluiu o preenchimento de um questionário (ambiente construído) e dados familiares; uma segunda sessão foi utilizada para antropometria e entrega de acelerômetros; a sessão final compreendeu a recepção dos acelerômetros e a avaliação da coordenação motora. A amostra foi composta por 173 crianças (89 meninos; 84 meninas), com idades entre 7,00-9,90 anos, residentes em comunidades urbanas e rurais.

Ambiente construído

O ambiente construído e percebido foi medido por um questionário. O instrumento tem o propósito de identificar as variáveis associadas à atividade física relacionadas à freguesia em que a criança reside e inclui os seguintes subdomínios: acesso ao destino; conectividade da rede de estradas; infra-estrutura para caminhadas e ciclismo; segurança do bairro; ambiente social; estética; instalações para atividades recreativas. Avaliação em contexto semelhante foi realizada em outros estudos com participantes portugueses (Mota, Almeida, Santos & Ribeiro, 2005; Mota, Almeida, Santos, Ribeiro & Santos, 2009).

A versão curta do questionário ALPHA (*Assessing Levels of Physical Activity and Fitness*) (Spittaels et al., 2009) foi auto-reportada pelo encarregado de educação e teve como definição de vizinhança o correspondente a uma distância de 1 km de casa (Spittaels et al., 2010). Em sua versão curta (Anexo 4), inclui dez perguntas, numa escala de dois itens ('Sim' = 1, 'Não' = 0), com exceção para as perguntas sobre segurança ('e' e 'f'), em que 'Não' = 1 e 'Sim' = 0. O coeficiente de correlação intraclasse do escore total da versão curta do ALPHA foi de 0,73. Para os itens específicos, as taxas de concordância variaram de 85 a 95% (Spittaels et al., 2010).

No presente estudo, as pontuações totais variaram entre 3 e 8 pontos, pois duas questões não eram aplicáveis ao contexto infantil. Este foi o caso das perguntas ('i' e 'j') (Anexo 4). A amostra foi classificada em dois grupos com base no valor médio: baixo valor (ALPHA \leq 6) e alto valor (ALPHA $>$ 6).

Área residencial da família

De acordo com (Monteiro, 2000), o Instituto Nacional de Estatística de Portugal construiu, em 1996, uma tipologia do urbano-rural para a unidade administrativa de base, a freguesia, com classificações de urbano, semi-urbano e rural. As freguesias rurais são locais em que o número de habitantes não ultrapasse o de 100 habitantes/km² ou o seu número total seja inferior a 2.000 residentes. Esta definição

foi utilizada na literatura em estudo com população portuguesa (Machado-Rodrigues et al., 2016).

Nível de escolaridade da mãe

O Sistema Educativo Português está organizado em níveis de educação, formação e aprendizagem: a educação pré-escolar, o ensino básico, o ensino secundário e o ensino superior. Na presente investigação, o nível de escolaridade da mãe foi auto-reportado e classificado em três grupos, a seguir: baixa escolaridade, associado a um tempo de 9 anos de escolaridade, ou menos, que corresponde no máximo ao tempo de término do ensino básico; média escolaridade, que está associada aos anos que compõem o ensino secundário (12 anos completos de escolaridade); alta escolaridade, caracterizada pela conclusão do ensino superior. O procedimento adotado baseou-se em outros semelhantes da literatura (Mota, Santos, Pereira, Teixeira & Santos, 2011; Machado-Rodrigues et al., 2014). Para as análises, foram consideradas duas classificações: alta (alta escolaridade) e baixa (baixa e média escolaridade).

Nível de atividade física materno

O presente estudo optou pela versão curta do *International Physical Activity Questionnaire* – IPAQ. O IPAQ demonstrou ser confiável e válido na população adulta de 12 países, inclusive Portugal (Craig et al., 2003). O IPAQ foi usado na população adulta portuguesa por Santos, Soares-Miranda, Vale, Moreira, Marques e Mota (2010). O preenchimento do IPAQ foi auto-reportado pelas mães e com base no comportamento de atividades físicas dos últimos 7 dias. O tempo total de atividade física semanal foi calculado através da multiplicação do tempo relatado de atividade física moderada e vigorosa pela frequência semanal de cada tipo de atividade física. Os sujeitos foram categorizados de acordo com as diretrizes de atividade física do *American College of Sports Medicine/American Heart Association* (Haskell et al., 2007): 0 = insuficientemente ativo (<150 min.semana⁻¹ de atividade física de intensidade pelo menos moderada ou menor que 20 min.semana⁻¹ de atividade física de intensidade vigorosa) e 1 = suficientemente ativo (>150 min.semana⁻¹ de atividade

física de intensidade moderada ou 20 min.semana⁻¹ ou mais de intensidade vigorosa). Este procedimento já foi utilizado em estudo realizado sob o mesmo contexto (Santos et al., 2010).

Participação esportiva

A participação esportiva foi definida como a prática de atividades esportivas que implicassem em registro formal em uma organização, principalmente clubes e federações, e que fossem supervisionadas por um técnico qualificado (Mota et al., 2009). As crianças foram perguntadas acerca da participação em modalidades esportivas nos últimos 12 meses. O mesmo procedimento foi adotado por Vandendriessche et al. (2012).

Acelerometria na população pediátrica

Os escolares foram submetidos a 5 dias de monitorização (3 dias da semana e os 2 dias de fim-de-semana). Os sujeitos foram instruídos para não retirarem o acelerômetro, exceto em situações como a natação ou banho e dormir. O acelerômetro *Actigraph GT1M* (ActiGraph™, LLC, Fort Walton Beach, FL, USA) foi previamente programado para registrar os valores em intervalos de 15 segundos (Ward, Evenson, Vaughn, Rodgers & Troiano, 2005). Foram considerados válidos os dias em que foi atingido um mínimo de 600 minutos (10 h) de dados válidos após a remoção de sequências de 20 contagens consecutivas, ou mais, de zero. Procedimento semelhante foi adotado em outros estudos realizados no mesmo contexto (Andersen et al., 2006; Machado-Rodrigues et al., 2016; Lopes, Santos, Mota, Pereira & Lopes, 2016). Os dados foram recolhidos ao computador com o auxílio do programa *Actilife Software* e, posteriormente, analisados através do *MAHUffe* (see www.mrc-epid.cam.ac.uk). Períodos com 20 minutos de zeros consecutivos foram detectados e marcados como tempos inutilizados. O procedimento foi anteriormente usado no mesmo contexto (Andersen et al., 2006; Machado-Rodrigues et al., 2016; Lopes, Santos, Mota, Pereira & Lopes, 2016).

Foi considerado como critério de inclusão um mínimo de três dias (dois dias de semana e um dia de fim de semana). Os pontos de corte adotados foram específicos para a idade, como proposto por Freedson, Pober & Janz (2005), para determinar os níveis de intensidade da atividade física. O tempo de atividades sedentárias foi caracterizado com um valor de corte $<100.\text{min}^{-1}$ (Trost, Loprinzi, Moore, & Pfeiffer, 2011). O presente estudo optou por 4 METs como limite para intensidade moderada (Baptista et al., 2012) e 7 METs para intensidade vigorosa (Trost et al., 2011; Baptista et al., 2012). Os participantes ativos foram aqueles que acumularam um mínimo de 90 minutos de atividade física moderada a vigorosa (Andersen et al., 2006). Os níveis de atividade física foram expressos como a média em minutos dos dias válidos. Essas decisões foram utilizadas anteriormente em estudos semelhantes (Andersen et al., 2006; Lopes et al., 2012).

Antropometria

A estatura foi medida com um estadiômetro (Harpenden, model 98.603, Holtain Ltd, Crosswell, RU) com precisão de 0,1 cm. A massa corporal foi obtida através de uma balança portátil (Seca, modelo 770, Hanover, MD, EUA) com precisão de 0,1 kg. O perímetro de cintura foi medido com uma fita não elástica com base nos procedimentos padronizados por Lohman, Roche e Martorell (1988).

Foram calculados o Índice de Massa Corporal (IMC) e a relação perímetro de cintura-estatura (em %). O excesso de peso e a obesidade foram definidos de acordo com os pontos de corte do IMC pela *International Obesity Task Force* (Cole, Bellizzi, Flegal & Dietz, 2000). A massa gorda (em % e em kg) foi obtida a partir da espessura de dobras cutâneas pela equação para os jovens (Slaughter, Lohman & Boileau, 1988). As dobras cutâneas foram medidas pelo adipômetro da marca Lange (Beta Technology, Santa Cruz, Califórnia, EUA). Medidas repetidas foram realizadas em 19 estudantes com 1 semana de intervalo e erros técnicos de medida foram determinados, a seguir: estatura, 0,6 cm; massa corporal, 0,6 kg; perímetro de cintura, 1,6 cm; dobras cutâneas, 1,0-1,6 mm. Os coeficientes de fiabilidade, respectivamente, foram 0,98; 0,99; 0,93; 0,94-0,98.

Maturação somática

A avaliação do estado maturacional foi feita a partir da percentagem da estatura matura predita alcançada num determinado momento. A percentagem de estatura matura predita (%EMP), obtida em uma determinada idade, pelo método de Khamis e Roche (1994;1995), é tida como uma metodologia não invasiva e oferece os dados em formato contínuo. A medida, como variável contínua, está moderadamente associada à idade óssea, considerada um indicador de referência da maturação biológica (Malina, Dompier, Powell, Barron & Moore, 2007). O método de Khamis-Roche tem sido empregado como uma estimativa de estado maturacional em vários estudos (Cumming, Standage, Gillison, Dompier & Malina, 2009; Drenowatz et al., 2013).

Para avaliar o estado maturacional, a %EMP foi expressa como z-escore relativo à média e desvio padrão, por sexo e faixa etária, da amostra do *Berkeley Guidance Study*, Universidade da Califórnia (Bayer & Bayley, 1959). No presente estudo, os sujeitos foram classificados em: mais atrasados: z-escore ≤ 0 e mais avançados: z-escore > 0 (Deprez et al., 2014).

Coordenação motora

A coordenação motora foi avaliada pela bateria de testes *Körperkoordinationstest für Kinder* – KTK (Kiphard & Schilling, 1974). Este teste é um instrumento confiável e válido para uso em crianças de 5 a 14 anos de idade. As características psicométricas do KTK (Kiphard & Schilling, 1974) mostraram um coeficiente de fiabilidade teste-reteste para cada item de 0,80 a 0,96. O instrumento tem sido usado para avaliar a coordenação motora de crianças portuguesas (Lopes et al, 2015). O presente estudo não considerou o "quociente motor" (MQ), que é muitas vezes interpretado como um indicador global de coordenação motora (Kiphard & Schilling, 1974). O desempenho na coordenação motora foi analisado por meio do cálculo de um z-escore da pontuação obtida em cada uma das quatro provas do KTK, isoladamente, para cada sexo. Os valores de z-escore para ER, SL, TL e SM foram somados para criar uma

pontuação KTK composta. Foram classificados com o melhor desempenho aqueles que obtiveram um somatório positivo.

Análise dos dados

Em primeiro lugar, foram utilizadas estatísticas descritivas para fornecer informações sobre diferentes aspectos da amostra. A normalidade foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Sempre que as variáveis apresentaram desvios significativos de uma distribuição normal, uma transformação logarítmica foi adotada para normalizar as distribuições. Para comparar os valores de morfologia, maturação biológica, atividade física e coordenação motora entre os sexos, foram utilizados modelos de análise de variância multivariada (MANOVA). Modelos de regressão logística binária foram utilizados para estudar a influência de fatores biológicos, de estilo de vida, fatores sociais e fatores ambientais sobre o melhor desempenho no KTK de meninas e meninos. Foi adotado um método progressivo, passo a passo, com quatro blocos de variáveis inseridos na seguinte ordem: modelo 1, fatores biológicos (idade cronológica, maturação biológica e IMC); modelo 2, modelo 1 com adição das variáveis de estilo de vida (participação esportiva organizada e atividade física); modelo 3, modelo 2 com adição de variáveis dos fatores sociais (escolaridade materna e atividade física materna); modelo 4, modelo 3 com adição das variáveis dos fatores ambientais (ALPHA e área de residência). Os *odds ratios* (OR) e seus intervalos de confiança a 95% (IC 95%), relativos ao quarto (último) modelo são relatados. O nível de significância foi estabelecido em 5%. As análises estatísticas foram realizadas utilizando SPSS 22.0.

7.3. Resultados

As características descritivas da amostra estão apresentadas nas Tabelas 7.1 e 7.2. As meninas apresentaram valores mais altos do que os meninos para a estatura madura predita ($F = 172,584$; $p < 0,001$; Eta^2 parcial = 0,502) e massa gorda ($F = 11,139$; $p < 0,01$; Eta^2 parcial = 0,061). Entretanto, os meninos superaram as meninas nos valores de massa livre de gordura ($F = 10,811$; $p < 0,01$; Eta^2 parcial = 0,059). Os meninos obtiveram melhores resultados na atividade física e nos itens de coordenação motora, respectivamente, a intensidade média da atividade física ($F =$

27,054; $p < 0,001$; Eta^2 parcial = 0,137), atividade física moderada ($F = 19,758$; $p < 0,001$; Eta^2 parcial = 0,104), atividade física vigorosa ($F = 30,434$; $p < 0,001$; Eta^2 parcial = 0,151), saltos laterais ($F = 4,232$; $p < 0,05$; Eta^2 parcial = 0,024) e saltos monopédais ($F = 8,810$; $p < 0,01$; Eta^2 parcial = 0,049).

Tabela 7.1. Resultados da análise multivariada de variância (MANOVA) e estatística descritiva (média e desvio-padrão) para meninos e meninas.

Variáveis	Estatística descritiva		MANOVA			
	Meninos (n = 89)	Meninas (n = 84)	λ de Wilks	F	p	Eta ² Parcial
Fatores biológicos			0,086	171,539	<0,001	0,914
Idade cronológica, anos	8,62 ± 0,65	8,52 ± 0,55		1,330	0,250	0,008
EMP, cm	178,1 ± 6,2	165,7 ± 5,0		210,775	<0,001	0,552
%EMP, %	74,0 ± 2,2	79,0 ± 2,8		172,584	<0,001	0,502
Estatura, cm	131,8 ± 6,0	130,9 ± 6,0		0,950	0,331	0,006
Massa corporal ^a , kg	29,7 ± 4,5	30,0 ± 5,5		0,054	0,816	<0,001
PC ^a , cm	59,0 ± 4,9	59,2 ± 6,2		0,015	0,904	<0,001
RCE ^a , %	44,8 ± 3,8	45,2 ± 4,3		0,452	0,502	0,003
Massa gorda ^a , kg	7,2 ± 3,2	8,8 ± 3,7		11,139	<0,01	0,061
Massa livre de gordura ^a , kg	22,5 ± 2,6	21,2 ± 2,7		10,811	<0,01	0,059
Acelerometria^b			0,720	10,785	<0,001	0,280
Tempo medido, min.dia ⁻¹	803 ± 56	799 ± 45		0,301	0,584	0,002
Atividade sedentária, min.dia ⁻¹	432 ± 68	435 ± 75		0,037	0,848	<0,001
Intensidade média da AF, cpm	649 ± 154	532 ± 141		27,054	<0,001	0,137
AF, min.dia ⁻¹	371 ± 67	365 ± 80		0,319	0,573	0,002
AF leve ^a , min.dia ⁻¹	258 ± 47	279 ± 62		5,047	<0,05	0,029
AF moderada, min.dia ⁻¹	93 ± 31	74 ± 26		19,758	<0,001	0,104
AF vigorosa ^a , min.dia ⁻¹	20 ± 11	12 ± 7		30,434	<0,001	0,151
Coordenação motora			0,941	2,629	<0,05	0,059
Equilíbrio à retaguarda, #	40,1 ± 13,6	39,0 ± 14,6		0,256	0,614	0,001
Saltos laterais, #	49,4 ± 13,7	45,7 ± 9,7		4,232	<0,05	0,024
Transposição lateral ^a , #	32,0 ± 6,2	30,7 ± 5,0		1,412	0,236	0,008
Saltos monopodais, #	47,6 ± 14,5	41,6 ± 12,0		8,810	<0,01	0,049

^aValores logaritimizados na MANOVA; ^bMédia da semana; λ de Wilks (Lambda de Wilks); EMP (estatura madura predita); PC (perímetro de cintura); RCE (Relação perímetro de cintura-estatura); AF (atividade física); cpm (counts.min⁻¹); # (sem unidade de medida).

Tabela 7.2. Estatísticas descritivas das variáveis qualitativas em meninos e meninas.

Grupo	Variáveis	Estatísticas descritivas			
		Meninos (n=86)		Meninas (n=82)	
		N	%	N	%
Ambiente construído	ALPHA				
	Alto valor	40	46,5	25	30,5
	Baixo valor	46	53,5	57	69,5
Fatores sociais	Área de residência (urbana)				
	Sim	54	62,8	52	63,4
	Não	32	37,2	30	36,6
Fatores sociais	Escolaridade materna				
	Alta	71	82,6	65	79,3
	Baixa	15	17,4	17	20,7
Estilo de vida	Atividade física da mãe				
	Suficientemente ativa	66	76,7	55	67,1
	Insuficientemente ativa	20	23,3	27	32,9
Fatores biológicos	Participação esportiva				
	Sim	76	88,4	71	86,6
	Não	10	11,6	11	13,4
Fatores biológicos	Idade cronológica				
	9 anos	28	32,6	15	18,3
	8 anos	47	54,7	52	63,4
Fatores biológicos	Índice de massa corporal				
	Normal	74	86,0	52	63,4
	Sobrepeso/Obesidade	12	14,0	30	36,6

A associação entre a coordenação motora e os fatores biológicos, de estilo de vida, sociais e ambientais nos quatro modelos é mostrada na Figura 7.1. Em ambos os sexos, a coordenação motora foi associada a fatores biológicos (Meninos: R^2 de Nagelkerke = 38,5; $p < 0,001$; Meninas: R^2 de Nagelkerke = 19,4; $p < 0,05$) e a associação aumentou com a adição dos atributos de estilo de vida (Meninos: R^2 de Nagelkerke = 40,2; $p < 0,001$; Meninas: R^2 de Nagelkerke = 26,2; $p < 0,01$), dos fatores sociais (Meninos: R^2 de Nagelkerke = 44,6; $p < 0,001$; Meninas: R^2 de Nagelkerke = 40,1; $p < 0,001$) e fatores ambientais (Meninos: R^2 de Nagelkerke = 50,8; $p < 0,001$; Meninas: R^2 de Nagelkerke = 40,8; $p < 0,01$).

A inspeção do modelo 4 (Tabela 7.3) indicou que os meninos com 9 anos de idade estavam significativamente associados a uma melhor coordenação motora do que os meninos de 7 anos (OR: 0,007; LC 95% = 0,000; 0,141) e 8 anos (OR: 0,065; LC 95% = 0,013; 0,321). Como esperado, os meninos classificados como atrasados no estado maturacional e com a massa corporal normal foram mais susceptíveis de estarem associados com uma melhor coordenação motora em relação aos seus pares, respectivamente, maturação avançada (OR: 0,174; LC 95% = 0,047; 0,639) e sobrepeso (OR: 0,116; LC 95% = 0,017; 0,772). O nível mais alto de escolaridade materna (nível de graduação concluído) foi significativamente associado com maior probabilidade de meninos terem um alto nível de coordenação motora. Os meninos residentes em áreas urbanas apresentaram maior probabilidade de terem um melhor desempenho no KTK comparados com os meninos residentes em áreas rurais (OR: 0,236; LC 95% = 0,063; 0,888).

O modelo de regressão final (Tabela 7.3) revelou que as meninas com 9 anos estavam significativamente associadas a uma melhor coordenação motora do que as meninas de 7 anos de idade (OR: 0,091; LC 95% = 0,012; 0,690). As meninas com massa corporal normal foram significativamente associadas com alto nível de coordenação motora em relação aos pares com sobrepeso (OR: 0,142; LC 95% = 0,033; 0,608). E, por fim, as participantes do grupo de participação no esporte organizado e o maior nível de atividade física materna apresentaram escores significativamente melhores de KTK do que seus pares sem participação esportiva

(OR: 0,121; LC 95% = 0,018; 0,805) e com mães insuficientemente ativas (OR: 0,133; LC 95% = 0,052; 0,642).

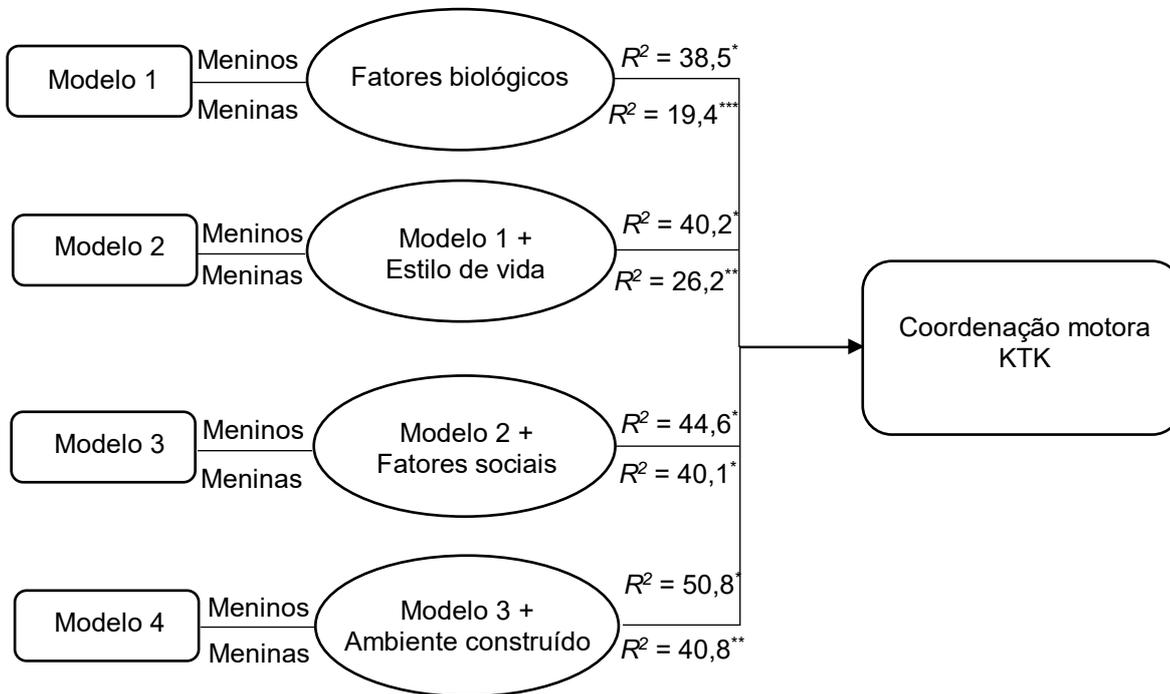


Figura 7.1. Modelos de regressão logística para explicar o bom desempenho no KTK com quatro blocos de variáveis de estudo organizados em biológico, estilo de vida, fatores sociais e de ambiente construído em meninos ($n=86$) e meninas ($n=82$). Modelo 1 – fatores biológicos (idade cronológica, estado maturacional e IMC); modelo 2 – modelo 1 + fatores de estilo de vida (participação esportiva e nível de atividade física); modelo 3 – modelo 2 + fatores sociais (escolaridade da mãe e atividade física da mãe); modelo 4 – modelo 3 + fatores de ambiente construído (ALPHA e área residencial). R^2 (R^2 de Nagelkerke). * $p<0.001$; ** $p<0.01$; *** $p<0.05$ (teste de *Omnibus*).

Tabela 7.3. Preditores do bom desempenho no KTK. O modelo de regressão logística explicou 50,8% (R^2 de Nagelkerke) da variância no desempenho dos meninos (teste de *Omnibus*: $\chi^2 = 41.166$; $p < 0,001$) e 40,8% das meninas (teste de *Omnibus*: $\chi^2 = 29.933$; $p < 0,01$).

Grupo	X _i (variável independente)	Coordenação motora (KTK)			
		Meninos (n=86)		Meninas (n=82)	
		Odds ratio	LC 95%	Odds ratio	LC 95%
Ambiente construído	ALPHA				
	Alto valor ^b	1		1	
	Baixo valor	0,412	(0,120; 1,419)	0,629	(0,186; 2,130)
	Área residencial urbana				
	Sim ^b	1		1	
	Não	0,236	(0,063; 0,888)	1,038	(0,329; 3,276)
Fatores sociais	Escolaridade da mãe				
	Alta ^b	1		1	
	Baixa	0,129	(0,019; 0,889)	0,299	(0,075; 1,196)
	Atividade física da mãe				
Suficientemente ativa ^b	1		1		
Insuficientemente ativa	1,566	(0,424; 5,783)	0,183	(0,052; 0,642)	
Estilo de vida	Participação esportiva				
	Sim ^b	1		1	
	Não	1,567	(0,216; 11,389)	0,121	(0,018; 0,805)
	Atividade física (cpm)	1,003	(0,999; 1,007)	1,004	(1,000; 1,009)
Fatores biológicos	Idade				
	9 anos ^b	1		1	
	8 anos	0,065	(0,013; 0,321)	0,384	(0,087; 1,694)
	7 anos	0,007	(0,000; 0,141)	0,091	(0,012; 0,690)
	Maturação somática (z-score)				
	Atrasado ^b	1		1	
	Avançado	0,174	(0,047; 0,639)	0,824	(0,218; 3,115)
	Índice de massa corporal				
Normal ^b	1		1		
Sobrepeso/Obesidade	0,116	(0,017; 0,772)	0,142	(0,033; 0,608)	

LC 95% (Limites de confiança a 95%); cpm (*count.min*⁻¹); ^b Categoria de referência.

7.4. Discussão

No presente estudo, a análise de regressão logística mostrou que o melhor desempenho em teste de coordenação motora esteve associado a fatores biológicos, mas que a associação aumentou com a adição de atributos de estilo de vida, fatores sociais e fatores ambientais em ambos os sexos. A inspeção do último modelo indicou que nos meninos os melhores resultados de coordenação motora foram associados à idade (9 anos), ao estado de maturação biológica (atrasados), à massa corporal (normoponderais), à escolaridade da mãe (graduação) e à área de residência da

família (urbana). Nas meninas, o modelo de regressão final revelou que a idade (9 anos), a massa corporal (normoponderais), a participação esportiva e a atividade física materna (suficientemente ativa) estiveram relacionadas com os melhores resultados de coordenação motora.

Há um número crescente de evidências de que a investigação dos preditores da competência motora é uma área emergente na literatura, com a maioria dos estudos publicados desde 2010 (Barnett et al., 2016). Uma novidade importante do presente estudo refere-se à abordagem estatística que foi utilizada para analisar a associação entre os fatores biológicos, de estilo de vida, familiares e ambientais e a coordenação motora das crianças. A maioria dos estudos anteriores aplicou abordagens de regressão múltipla correlacional ou hierárquica, em que as variáveis independentes e a variável dependente são predominantemente quantitativas (Freitas et al., 2015). Além disso, esses estudos também consideraram as crianças da amostra como parte de um grupo mais ou menos homogêneo, não obstante a grande variação inter-individual nos níveis de coordenação motora. No entanto, essa heterogeneidade sugere que diferentes subgrupos de crianças podem ser formados de acordo com seus níveis de coordenação motora e que fatores podem agir de forma diferente sobre eles. No âmbito da investigação epidemiológica, o colapso de uma variável contínua em categorias é uma estratégia relevante que permite identificar os fatores que melhor explicam uma variável dependente e, conseqüentemente, ajudar a criar programas mais eficazes na sua prevenção e no seu tratamento (Rothman & Greenland, 2012). Em consideração a estes aspectos, no presente estudo, a coordenação motora, analisada como uma variável binária, foi agrupada de acordo com o somatório dos valores dos z-escores obtidos em cada prova do KTK, em que os valores positivos foram associados ao melhor desempenho. De fato, em termos de análise estatística e com o objetivo de descrever a relação e contribuição (única e incremental) de fatores biológicos, de estilo de vida, sociais e ambientais sobre a coordenação motora alta, adotou-se uma abordagem hierárquica de regressão logística.

O KTK tem sido usado como uma medida de coordenação motora para vários propósitos de pesquisa em crianças com diferentes desenvolvimentos e em múltiplos contextos (Krombholz, 2006; D'Hondt et al., 2011; Lopes et al., 2012; Lopes et al.,

2013). Nos dados normativos da amostra alemã de 1974, as pontuações brutas das provas são convertidas em escores padronizados ajustados em função da idade (todos os itens) e do sexo (saltos laterais e saltos monopedais). Por sua vez, os quocientes motores obtidos em cada prova são somados e transformados em um quociente motor total. O quociente motor total permite a classificação do desempenho de uma criança em cinco categorias: "debilitado" 2%, "pobre" 14%, "normal" 68%, "bom" 14% e "alto" 2% (Kiphard e Schilling, 1974). Na literatura, há estudos que optam pelo indicador de quociente motor total baseado nos valores de referência específicos de sexo e idade para a população em que o KTK foi desenvolvido (Lopes et al., 2013; Lopes et al., 2015) e outros que preferem uma análise isolada de cada prova do KTK (Vandendriessche et al., 2012). As condições de vida e os estilos de vida das crianças mudaram desde os anos 70 até hoje. Portanto, classificar as características motoras das crianças de hoje com base em valores normativos coletados há quatro décadas pode dar uma imagem diferente da realidade atual, como foi mencionado em uma revisão sistemática recente sobre o KTK (Iivonen et al., 2015). O presente estudo analisou a coordenação motora através dos desempenhos isolados de cada prova do KTK (ER, SL, TL e SM) e criou uma pontuação total do KTK baseada no desempenho da própria amostra.

Graf et al. (2004), em um dos primeiros estudos que associaram o desempenho no KTK com variáveis biológicas e comportamentais, avaliaram 668 crianças (51% meninos) e verificaram que o melhor desempenho no KTK foi relacionado com uma menor massa corporal, com um tempo livre mais ativo e com menor tempo de exposição à atividade de ver televisão. Em seguida, percebe-se na literatura uma predominância de estudos que tiveram como propósito analisar a relação da *performance* no KTK com variáveis biológicas, com destaque para aqueles que verificaram a associação de menores valores do IMC com melhores resultados de coordenação motora, analisados em estudo de revisão com meta-análise publicado por Luz et al. (2015). Os achados desta revisão corroboram com os do presente estudo, em que as crianças com IMC normal tiveram melhores resultados no KTK do que seus pares com sobrepeso ou obesidade, em ambos os sexos. No presente estudo, o estado maturacional atrasado associou-se aos melhores resultados no KTK no sexo masculino. Recentemente, a influência da maturação esquelética na

coordenação motora foi identificada como algo específico em relação ao sexo e pertencente às idades precoces da segunda década de vida (Freitas et al., 2016). Freitas et al. (2016) concluíram que a percentagem da variância obtida nas provas de coordenação motora explicada pela maturação biológica, em geral, era pequena, mas diferiu entre 284 meninos e 329 meninas com idades entre 11-14 anos. O estudo acima referido avaliou a coordenação motora através do KTK, a maturação óssea e o tamanho corporal e utilizou a análise hierárquica para concluir que as quantidades máximas de variância explicadas pela idade óssea isoladamente, ou em combinação com o tamanho corporal, ocorreram em meninos nos testes de saltos laterais (7,5%), saltos monopedais (7,5%) e transposição lateral (8,7%).

Em menor número, alguns estudos procuraram avaliar a associação do desempenho no KTK com variáveis comportamentais (Vandorpe et al., 2011; Lopes et al., 2012; Laukkanen et al., 2014; Opstoel et al., 2015) sociais (Valdivia et al., 2008; Toftegaard-Stoeckel, Groenfeldt & Andersen, 2010) e ambientais (Chaves et al., 2015; Bardid et al., 2015). O pequeno número de estudos impede que conclusões sejam tomadas, mas Laukkanen et al. (2014) encontraram associação positiva entre a prática de atividade física e melhores resultados no KTK. No presente estudo, não houve associação entre a atividade física, medida também por acelerômetro, e o desempenho no KTK. Contudo, para as meninas, o envolvimento em atividades esportivas organizadas favoreceu o bom desempenho no teste, o que reforça a tendência encontrada na literatura (Vandorpe et al., 2011; Opstoel et al., 2015). Este resultado pode ser o indício de que o sexo feminino precise de uma atividade física estruturada na sua rotina que possa compensar o menor envolvimento nas atividades físicas moderadas e vigorosas em tempo livre. No presente estudo, o nível de escolaridade da mãe, que em alguns casos serve como marcador de nível econômico da família (Lopes et al., 2012), mostrou-se relacionado positivamente ao bom desempenho no KTK em meninos. Valdivia et al. (2008), em estudo com crianças peruanas entre os 6 e os 11 anos, não encontraram associação do nível econômico da família com a coordenação motora. Os autores avaliaram o nível econômico de acordo com as características das escolas (sua natureza pública ou privada e localização). Para o sexo feminino, o nível de atividade física das mães foi uma variável significativa para a boa performance no KTK (mães ativas, filhas com melhor

desempenho no KTK). Acredita-se que os hábitos dos pais representam modelos para os hábitos e comportamentos dos seus filhos (Pocock, Trivedi, Wills, Bunn & Magnusson, 2010). Neste contexto, o fato da mãe ser fisicamente ativa pode servir de influência para o hábito de atividade física das meninas (Moore et al., 1991) ou, também, mães fisicamente ativas podem incentivar a participação de suas filhas à prática desportiva organizada. Quanto ao ambiente, constatou-se que meninos residentes de região urbana apresentaram melhores resultados do que seus pares de residências em região rural. Recentemente, Walhain, van Gorp, Lamur, Veeger e Ledebt (2016), em estudo conduzido com 156 crianças de ambos os sexos do Suriname, com 7 anos de idade, não encontraram diferenças no quociente motor total do KTK entre residentes de zona urbana e zona rural. No entanto, quando as provas do KTK foram analisadas isoladamente, as crianças da zona urbana obtiveram piores resultados no equilíbrio à retaguarda e nos saltos laterais, com melhor desempenho na transposição lateral e nos saltos monopodais. Por sua vez, Chaves et al. (2015), em estudo com 390 crianças portuguesas (6 a 10 anos), com base no tamanho da escola e na área de superfície disponível para o tempo livre dos estudantes, concluíram que a escola exerce pouco, mas significativo efeito sobre os resultados do KTK, em que as escolas com maior espaço disponível são associadas com melhores *performances* no teste. Em crianças que estudam em escolas de tempo integral, o período de escola representa uma importante parcela do seu tempo acordado, logo, as características da escola e da forma como a criança preenche o seu tempo letivo podem exercer grande influência no nível de atividade física dos mesmos. Bardid et al. (2015), em pesquisa realizada com crianças da Bélgica e da Austrália, de 6 a 8 anos de idade, mostraram que os resultados denotaram superioridade dos belgas em relação aos australianos em todos as provas do KTK, exceto no equilíbrio à retaguarda (MANCOVA, com controle do IMC; Lambda de Wilks = 0,89; $F = 14,613$; $p < 0,001$). No que toca à influência do ambiente construído para a prática de atividades físicas, não houve relação entre os resultados do questionário ALPHA e o bom desempenho no KTK em nenhum dos sexos.

O presente estudo é pioneiro no que diz respeito à análise dos efeitos que os fatores biológicos, de estilo de vida, sociais e de ambiente construído exercem sobre o desempenho em teste de coordenação motora, especificamente no KTK. Contudo,

algumas limitações devem ser reconhecidas. Tendo em conta que foi usado um desenho transversal de recolha dos dados, não é possível haver nenhuma declaração de causalidade; foi utilizado um indicador somático de estado maturacional, a percentagem da estatura matura predita atingida no momento do estudo. No entanto, os resultados foram, em sua maior parte, consistentes com estudos que utilizaram a idade esquelética como indicador de estado maturacional (Freitas et al., 2015; Freitas et al., 2016); as estaturas parentais não foram medidas diretamente para o cálculo do %EMP. Contudo, os resultados encontrados contribuem para o conhecimento acerca do desempenho coordenativo de crianças e o mesmo procedimento foi adotado por Drenowatz et al. (2013).

Embora Logan, Robinson, Wilson e Lucas (2012), em estudo de revisão sistemática, tenham sugerido que as intervenções podem desenvolver a competência motora grossa em crianças e adolescentes, os artigos publicados carecem de detalhes importantes, dentre eles, a intensidade em que é feita a intervenção, a duração, as características dos participantes) (Morgan et al., 2013). A compreensão destes aspectos importantes do desenvolvimento da intervenção requer a revisão sistemática dos preditores da competência motora em crianças e adolescentes. Isso ajudará a identificar possíveis mecanismos de mudança, com a identificação dos fatores que, provavelmente, farão a diferença e também direcionará grupos específicos para a intervenção (Sallis, Owen & Fisher, 2008). Os modelos ecológicos são úteis para enquadrar potenciais fatores que influenciam o comportamento da saúde (Welk, 1999), pois enfatizam os contextos ambientais do comportamento, bem como as influências sociais. Isso pode levar a uma compreensão aprofundada das múltiplas esferas de influência sobre o comportamento e pode ajudar a orientar o desenvolvimento da intervenção.

7.5. Referências

Andersen, L. B., Harro, M., Sardinha, L. B., Froberg, K., Ekelund, U., Brage, S., & Anderssen, S. A. (2006). Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet*, *368*(9532), 299-304.

Bardid, F., Rudd, J. R., Lenoir, M., Polman, R., & Barnett, L. M. (2015). Cross-cultural comparison of motor competence in children from Australia and Belgium. *Front Psychol*, *6*, 964.

Barnett, L. M., Lai, S. K., Veldman, S. L. C., Hardy, L. L., Cliff, D. P., Morgan, P. J., Zask, A., Lubans, D. R., Shultz, S. P., Ridgers, N. D., Rush, E., Brown, H. L., & Okely, A. D. (2016). Correlates of Gross Motor Competence in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, *46*(11), 1663-1688.

Baptista, F., Santos, D. A., Silva, A. M., Mota, J., Santos, R., Vale, S., Ferreira, J. P., Raimundo, A. M., Moreira, H., & Sardinha, L. B. (2012). Prevalence of the Portuguese population attaining sufficient physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, *44*(3), 466-73.

Bayer, L. M., & Bayley, N. (1959). *Growth diagnosis: selected methods for interpreting and predicting development from one year to maturity*. Chicago: University of Chicago Press.

Burns, Y. R., Danks, M., O'Callaghan, M. J., Gray, P. H., Cooper, D., Poulsen, L., & Watter, P. (2009). Motor coordination difficulties and physical fitness of extremely-low-birthweight children. *Dev Med Child Neurol*, *51*(2), 136-42.

Cairney, J., Hay, J., Veldhuizen, S., & Faight, B. (2010). Comparison of VO₂ maximum obtained from 20m shuttle run and cycle ergometer in children with and without developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, *31*(6), 1332-9.

Chaves, R., Baxter-Jones, A., Gomes, T., Souza, M., Pereira, S., & Maia, J. (2015). Effects of Individual and School-Level Characteristics on a Child's Gross Motor Coordination Development. *Int J Environ Res Public Health*, *12*(8), 8883-96.

Cole, T., Bellizzi, M., Flegal, K., & Dietz, W. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*, *320*(7244), 1240-1243.

Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J. F., & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*, *35*(8), 1381-95.

Cumming, S. P., Standage, M., Gillison, F. B., Dompier, T. P., & Malina, R. M. (2009). Biological maturity status, body size, and exercise behaviour in British youth: a pilot study. *J Sports Sci*, *27*(7), 677-86.

D'Hondt, E., Deforche, B., Vaeyens, R., Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Pion, J., Philippaerts, R., De Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2011). Gross motor coordination in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: a cross-sectional study. *Int J Pediatr Obes*, *6*(2-2), e556-64.

Deprez, D., Valente-dos-Santos, J., Coelho e Silva, M., Lenoir, M., Philippaerts, R. M., & Vaeyens, R. (2014). Modeling developmental changes in the yo-yo intermitente recovery test level 1 in elite pubertal soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *9*, 1006-1012.

Drenowatz, C., Wartha, O., Klenk, J., Brandstetter, S., Wabitsch, M., & Steinacker, J. (2013). Differences in health behavior, physical fitness, and cardiovascular risk in early, average, and late mature children. *Pediatr Exerc Sci*, *25*(1), 69-83.

Freedson, P. S., Pober, D., & Janz, K. F. (2005). Calibration of accelerometer output for children. *Med Sci Sports Exerc*, *37*(11 suppl), S523-30.

Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A. R., Gouveia, E. R., Thomis, M., Lefevre, J., Silva, R. D., & Malina, R. M. (2016). Skeletal Maturation, Body Size, and Motor Coordination in Youth 11–14 Years. *Med Sci Sports Exerc*, 48(6), 1129-1135.

Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A., Lefevre, J., Gouveia, É. R., Thomis, M., Antunes, A. M., Claessens, A. L., Beunen, G., & Malina, R. M. (2015). Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7-10 years. *J Sports Sci*, 33, 924-34.

Graf, C., Koch, B., Kretschmann-Kandel, E., Falkowski, G., Christ, H., Coburger, S., Lehmacher, W., Bjarnason-Wehrens, B., Platen, P., Tokarski, W., Predel, H. G., & Dordel, S. (2004). Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-project). *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28(1), 22-6.

Graham, D. J., Sirard, J. R., & Neumark-Sztainer, D. (2011). Adolescents' attitudes toward sports, exercise, and fitness predict physical activity 5 and 10years later. *Prev Med (Baltim)*, 52(2), 130-2.

Harriss, D. J., & Atkinson, G. (2015). Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2016 Update. *Int J Sports Med*, 36(14), 1121-4

Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., Macera, C. A., Heath, G. W., Thompson, P. D., Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116, 1081-1093.

Iivonen, S., Säkäslähti, A. K., & Laukkanen, A. (2015). A review of studies using the Körperkoordinationstest für Kinder (KTK). *European Journal of Adapted Physical Activity*, 8(2), 18-36.

Jaakkola, T., Yli-Piipari, S., Huotari, P., Watt, A., & Liukkonen, J. (2016). Fundamental movement skills and physical fitness as predictors of physical activity: A 6-year follow-up study. *Scand J Med Sci Sports*, 26(1), 74-81.

Khamis, H. J., & Roche, A. F. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics*, 94 (4), 504-507. Erratum in: (1995). *Pediatrics*, 95(3):457.

Kiphard, E. J., & Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder [Body Coordination Test for Children]*. Manual. Weinheim: Beltz Test GmbH.

Krombholz, H. (2006). Physical performance in relation to age, sex, birth order, social class, and sports activities of preschool children. *Percept Mot Skills*, 102(2), 477-84.

Krombholz, H. (2013). Motor and cognitive performance of overweight preschool children. *Percept Mot Skills*, 116(1), 40-57.

Laukkanen, A., Pesola, A., Havu, M., Sääkslahti, A., & Finni, T. (2014). Relationship between habitual physical activity and gross motor skills is multifaceted in 5- to 8-year-old children. *Scand J Med Sci Sports*, 24(2), e102-10.

Logan, S. W., Robinson, L. E., Wilson, A. E., & Lucas, W. A. (2012). Getting the fundamentals of movement: a meta-analysis of the effectiveness of motor skill interventions in children. *Child Care Health Dev*, 38(3), 305–15.

Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Lopes, L., Santos, R., Moreira, C., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2015). Sensitivity and specificity of different measures of adiposity to distinguish between low/high motor coordination. *J Pediatr (Rio J)*, 91, 44-51.

Lopes, L., Santos, R., Mota, J., Pereira, B., & Lopes, V. (2016). Objectively measured sedentary time and academic achievement in schoolchildren. *J Sports Sci*, 26, 1-7.

Lopes, L., Santos, R., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2013). Associations between gross Motor Coordination and Academic Achievement in elementary school children. *Hum Mov Sci*, 32(1), 9-20.

Lopes, V. P., Rodrigues, L. P., Maia, J. A., & Malina, R. M. (2011). Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scand J Med Sci Sports*, 21(5), 663-669.

Lopes, V. P., Stodden, D. F., Bianchi, M. M., Maia, J. A., & Rodrigues, L. P. (2012). Correlation between BMI and motor coordination in children. *J Sci Med Sport*, 15(1), 38-43.

Luz, L. G. O., Seabra, A. F. T., Santos, R., Padez, C., Ferreira, J. P., & Coelho-e-Silva, M. J. (2015). Association between BMI and motor coordination among children (KTK): A meta-analysis. *Brazilian Journal of Sports Medicine*, 21(3), 230-235.

Machado-Rodrigues, A. M., Coelho E Silva, M. J., Ribeiro, L. P., Fernandes, R., Mota, J., & Malina, R. M. (2016). Waist Circumference and Objectively Measured Sedentary Behavior in Rural School Adolescents. *J Sch Health*, 86(1), 54-60.

Machado-Rodrigues, A. M., Figueiredo, A. J., Mota, J., Cumming, S. P., Eisenmann, J. C., Malina, R. M., & Coelho e Silva, M. J. (2012). Concurrent validation of estimated activity energy expenditure using a 3-day diary and accelerometry in adolescents. *Scand J Med Sci Sports*, 22(2), 259-64.

Machado-Rodrigues, A. M., Santana, A., Gama, A., Mourão, I., Nogueira, H., Rosado, V., & Padez, C. (2014). Parental perceptions of neighborhood environments, BMI, and active behaviors in girls aged 7-9 years. *Am J Hum Biol*, 26(5), 670-5.

Malina, R. M., Dompier, T. P., Powell, J. W., Barron, M. J., & Moore, M. T. (2007). Validation of a Noninvasive Maturity Estimate Relative to Skeletal Age in Youth Football Players. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 17(5), 362-368.

Monteiro, J. L. (2000). Caracterização dos Espaços Urbanos na Região de Lisboa e Vale do Tejo: o Contributo da Análise Discriminante. *Revista de Estudos Regionais - Instituto Nacional de Estatística*, 2º semestre.

Moore, L. L., Lombardi, D. A., White, M. J., Campbell, J. L., Oliveria, S. A., & Ellison, R. C. (1991). Influence on parents' physical activity levels on activity levels of young children. *Journal of Pediatrics*, 118, 215–219.

Morgan, P. J., Barnett, L. M., Cliff, D. P., Okely, A. D., Scott, H. A., Cohen, K. E., & Lubans, D. R. (2013). Fundamental movement skill interventions in youth: a systematic review and metaanalysis. *Pediatrics*, 132(5), e1361–83.

Mota, J., Almeida, M., Santos, P., & Ribeiro, J. C. (2005). Perceived Neighborhood Environments and physical activity in adolescents. *Prev Med*, 41(5-6), 834-6.

Mota, J., Almeida, M., Santos, R., Ribeiro, J. C., & Santos, M. P. (2009). Association of perceived environmental characteristics and participation in organized and non-organized physical activities of adolescents. *Pediatr Exerc Sci*, 21(2), 233-9.

Mota, J., Santos, R., Pereira, M., Teixeira, L., & Santos, M. P. (2011). Perceived neighbourhood environmental characteristics and physical activity according to socioeconomic status in adolescent girls. *Ann Hum Biol*, 38(1), 1-6.

Mutunga, M., Gallagher, A. M., Boreham, C., Watkins, D. C., Murray, L. J., Cran, G., & Reilly, J. J. (2006). Socioeconomic differences in risk factors for obesity in adolescents in Northern Ireland. *Int J Pediatr Obes*, 1(2), 114-119.

Okely, A. D., Booth, M. L., & Patterson, J. W. (2001). Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 33(11), 1899-904.

Opstoel, K., Pion, J., Elferink-Gemser, M., Hartman, E., Willemse, B., Philippaerts, R., Visscher, C., & Lenoir, M. (2015). Anthropometric characteristics, physical fitness and motor coordination of 9 to 11 year old children participating in a wide range of sports. *PLoS One*, 10(5), e0126282.

Pocock, M., Trivedi, D., Wills, W., Bunn, F., & Magnusson, J. (2010). Parental perceptions regarding healthy behaviors for preventing overweight and obesity in young children: A systematic review of qualitative studies. *Obesity Reviews*, 11, 338–353.

Rivilis, I., Hay, J., Cairney, J., Klentrou, P., Liu, J., & Faught, B. E. (2011). Physical activity and fitness in children with developmental coordination disorder: A systematic review. *Res Dev Disabil*, 32(3), 894-910.

Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P., & D'Hondt, E. (2015). Motor Competence and its Effect on Positive Developmental Trajectories of Health. *Sports Med* 45(9), 1273-1284.

Rothman, K.J., & Greenland, S. (2012). *Modern Epidemiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Sallis, J. F., Owen, N., & Fisher, E. (2008). *Ecological models of health behavior*. In: Glanz K, Rimer B, Viswanath K, editors. *Health behavior and health education: theory, research, and practice*. San Francisco: Jossey-Bass.

Santos, R., Soares-Miranda, L., Vale, S., Moreira, C., Marques, A. I., & Mota, J. (2010). Sitting time and body mass index, in a Portuguese sample of men: results from the Azorean Physical Activity and Health Study (APAHS). *Int J Environ Res Public Health*, 7(4), 1500-7.

Schilling, V. F., & Kiphard, E. J. (1976). The body coordination test (BCT). *Journal of Physical Education and Recreation*, 47(4), 37.

Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., & Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60(5), 709-723.

Spittaels, H., Foster, C., Oppert, J. M., Rutter, H., Oja, P., Sjöström, M., & De Bourdeaudhuij, I. (2009). Assessment of environmental correlates of physical activity: development of a European questionnaire. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 6, 39.

Spittaels, H., Verloigne, M., Gidlow, C., Gloanec, J., Titze, S., Foster, C., Oppert, J. M., Rutter, H., Oja, P., Sjöström, M., & De Bourdeaudhuij, I. (2010). Measuring physical activity-related environmental factors: reliability and predictive validity of the European environmental questionnaire ALPHA. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 7(1), 48.

Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Roberton, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, 60(2), 290-306.

Toftegaard-stoeckel, J., Groenfeldt, V., & Andersen, L. B. (2010). Children's self-perceived bodily competencies and associations with motor skills, body mass index, teachers' evaluations, and parents' concerns. *J Sports Sci*, 28(12), 1369-75.

Trost, S. G., Loprinzi, P. D., Moore, R., & Pfeiffer, K. A. (2011). Comparison of accelerometer cut points for predicting activity intensity in youth. *Med Sci Sports Exerc*, 43(7), 1360-8.

Valdivia, A. B., Cartagena, L. C., Sarria, N. E., Távara, I. S., Seabra, A. F., Silva, R. M., & Maia, J. A. R. (2008). Coordinación motora: influencia de la edad, sexo, estatus socioeconómico y niveles de adiposidad en niños peruanos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 10, 25-34.

Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B. F. R., Vaeyens, R., Malina, R. M., Lefevre, J., Lenoir, M., & Philippaerts, R. M. (2012). Variation in sport participation, fitness and motor coordination with socioeconomic status among Flemish children. *Pediatric Exercise Science*, 24, 113-128.

Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Lefevre, J., Pion, J., Vaeyens, R., Matthys, S., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2011). KörperkoordinationsTest für Kinder: Reference values and suitability for 6–12-year-old children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(3), 378-388.

Walhain, F., van Gorp, M., Lamur, K. S., Veeger, D. H., & Ledebt, A. (2016). Health-Related Fitness, Motor Coordination, and Physical and Sedentary Activities of Urban and Rural Children in Suriname. *J Phys Act Health*, 13(10), 1035-1041.

Ward, D. S., Evenson, K. R., Vaughn, A., Rodgers, A. B., & Troiano, R. P. (2005). Accelerometer use in physical activity: best practices and research recommendations. *Med Sci Sports Exerc*, 37 (suppl 11), S582-88.

Welk, G. J. (1999). The youth physical activity promotion model: a conceptual bridge between theory and practice. *Quest*, 51(1), 5-23.

Parte

IV

Discussão Geral e Conclusões

CAPÍTULO 8

Discussão Geral

8. Discussão geral

Organizada em forma de texto único, a presente seção procura esclarecer a escolha pelo tema e pelo instrumento usado para a avaliação da coordenação motora. Posteriormente, estabelece uma aproximação entre os principais resultados dos estudos que compõem os Capítulos 2, 4, 5, 6 e 7 e a literatura pertinente à população pediátrica. Pretende-se com isso, promover uma melhor compreensão da caracterização do desempenho em teste de coordenação motora, através da percepção das variáveis que exercem efeito na variabilidade da *performance* no KTK para ambos os sexos.

- Capítulo 2: Índice de massa corporal e desempenho em teste de coordenação corporal para crianças (KTK): uma meta-análise (**Estudo 1**);
- Capítulo 4: Efeitos do sexo e da maturação biológica sobre a coordenação Motora e a aptidão física de crianças pré-púberes (**Estudo 2**);
- Capítulo 5: Perímetro de cintura como mediador da influência da maturação biológica no desempenho em teste de coordenação motora em crianças (**Estudo 3**);
- Capítulo 6: Coordenação motora e aptidão física de meninas em idade pré-puberal: um estudo dos efeitos da morfologia e da maturação biológica (**Estudo 4**);
- Capítulo 7: Preditores da coordenação motora em meninos e meninas pré-púberes: um estudo baseado em abordagem ecológica (**Estudo 5**).

Stodden et al. (2008), em modelo conceitual pioneiro sobre a relação da competência motora com os níveis de atividade física, com a aptidão física relacionada à saúde e com o estado ponderal de crianças e adolescentes, postularam que a atividade física é importante no desenvolvimento da competência motora nos primeiros anos da infância. Alguns autores afirmam que a prática de atividades físicas durante os primeiros anos de vida contribui para desenvolver a função neuromotora da criança, que, por sua vez, promove o desenvolvimento da sua competência motora (Okely, Booth & Patterson, 2001; Fisher et al., 2005). No entanto, com o avançar da idade, no decorrer da infância e da adolescência, a competência motora torna-se preditora da participação em atividades físicas (Stodden et al., 2008; Lopes, Rodrigues, Maia & Malina, 2011). Além disso, acredita-se que o desenvolvimento da competência motora na infância poderá influenciar decisivamente na motivação e no envolvimento em atividades físicas na adolescência (Okely, Booth & Patterson, 2001), além da maior participação em jogos e esportes (Graham, Sirard & Neumark-Sztainer, 2011).

Recentemente, estudos de revisão têm confirmado que a competência motora apresenta uma associação positiva com a prática de atividade física (Holfelder & Schott, 2014) e com a aptidão física relacionada à saúde em população pediátrica (Cattuzzo et al., 2016). Tais evidências são ratificadas por estudos longitudinais, como o de Souza et al. (2014). Neste aspecto, em estudo longitudinal conduzido por Lopes et al. (2011), os resultados indicaram que a competência motora, medida pelas quatro provas do teste de Kiphard-Schilling (*Körperkoordinationstest für Kinder*), foi um preditor significativo de atividade física em crianças de 6 a 10 anos de idade. Além disso, o nível inicial de coordenação motora esteve associado às alterações subsequentes no nível de atividade física durante a infância; crianças com níveis elevados de coordenação motora aos seis anos de idade não mostraram mudanças significativas nos níveis de atividade física nos 3 anos subsequentes da vida, em comparação com as crianças com níveis baixos e médios de coordenação motora. Neste contexto, as evidências sugerem que o mesmo comportamento acontece na adolescência (Jaakkola, Yli-Piipari, Huotari, Ouwatt & Liukkonen, 2016).

É nítido o despertar do interesse da literatura pelo desenvolvimento da competência motora, notadamente no que diz respeito às suas implicações na saúde das crianças e dos adolescentes. Lubans, Morgan, Cliff, Barnett e Okely (2010) publicaram o primeiro estudo de revisão sistemática com o objetivo de identificar os benefícios à saúde associados à competência motora na população pediátrica e relataram haver fortes evidências de estudos transversais para uma associação positiva entre a competência motora e a atividade física, entre a competência motora e a condição aeróbia e uma associação inversa entre a competência motora e o estado ponderal. Contudo, apesar da concordância generalizada entre os estudos, acerca da associação entre a competência motora e inúmeras variáveis relacionadas à saúde da população pediátrica (Burns et al., 2009; Cairney, Hay, Veldhuizen, & Faught, 2010; Krombholz, 2013; Martins et al., 2010; Robinson et al., 2015), fica evidente a dificuldade na inquirição ecológica destas variáveis, pois são muitos os fatores relativos ao indivíduo, às suas trajetórias de vida e ao ambiente envolvente que não foram levados em consideração pela literatura consultada e parecem afetar as associações estudadas (Saraiva & Rodrigues, 2010). Ainda, apesar das inúmeras evidências apresentadas sobre o tema, pode-se constatar que não há uma descrição esclarecedora dos múltiplos fatores que determinam a forte variabilidade nos níveis de competência motora de crianças e jovens. Neste contexto, Iivonen e Sääkslahti (2014) realizaram a primeira revisão da literatura com o objetivo de identificar os determinantes da competência motora em crianças de idade pré-escolar e concluíram que há evidência na literatura para confirmar o efeito do sexo, da idade, da atividade física e dos programas de atividades físicas sobre a competência motora de crianças desta faixa etária. Mas, por outro lado, a literatura não foi suficiente para esclarecer os efeitos dos fatores sociais e ambientais. Ainda, recentemente, em uma revisão sistemática com meta-análise sobre o tema, Barnett et al. (2016) afirmaram que a investigação sobre as variáveis que apresentam correlação com a competência motora é uma área emergente, com a maioria dos estudos publicados nos últimos 5 anos (desde 2010). Neste estudo, os fatores demográficos e biológicos foram citados como os mais abordados na literatura. Os fatores culturais e sociais, assim como os fatores ambientais, foram pouco estudados e, por este motivo, os autores destacaram a necessidade de futuras investigações com estas temáticas. Foi baseado no exposto que a presente tese de doutoramento foi inserida e teve como objetivo explorar a

contribuição das características biológicas, do estilo de vida, dos fatores sociais e ambientais para explicar a variabilidade inter-individual em crianças pré-púberes nos aspectos relacionados à competência motora, especificamente quanto ao desempenho em teste de coordenação motora.

Entre os instrumentos de avaliação da coordenação motora, encontra-se o *Körperkoordinationstest für Kinder* – KTK. Apesar das fragilidades associadas ao método, a escolha do KTK como bateria para avaliação dos participantes que compõem a amostra da presente tese foi baseada nos aspectos positivos mencionados por Cools, Martelaer, Samaey e Andries (2009) e na crescente utilização deste instrumento em estudos relacionados aos benefícios da competência motora sobre variáveis relacionadas à saúde da população pediátrica (Graf et al., 2004; Catenassi et al., 2007; Saraiva & Rodrigues, 2010; Toftegaard-stoeckel, Groenfeldt & Andersen, 2010; Martins et al., 2010; D’Hondt et al., 2011; Vandendriessche et al., 2011). Graf et al. (2004), em um dos primeiros estudos que associaram o desempenho no KTK com variáveis correlatas de saúde, em crianças alemãs de ambos os sexos (média de idade de 6,7 anos), verificaram que o melhor desempenho no KTK foi relacionado com uma menor massa corporal total, com um maior envolvimento em atividades físicas no tempo livre e com um menor tempo de exposição à atividade de ver televisão. Mais recentemente, o KTK tem sido utilizado como teste para avaliação da coordenação motora em diversos estudos realizados com crianças e adolescentes aparentemente saudáveis (Catenassi et al., 2007; Martins et al., 2010; D’Hondt et al., 2011; D’Hondt et al., 2014). Destes, destacam-se, pelo seu maior número, os trabalhos que tiveram como objetivo associar o desempenho motor na bateria KTK com variáveis biológicas do indivíduo, com predominância para a análise da associação com o índice de massa corporal (IMC) de crianças e jovens (Martins et al., 2010; Lopes, Stodden, Bianchi, Maia & Rodrigues, 2012; Melo & Lopes, 2013). Apesar do maior número de estudos relacionados com esse tema, a literatura apresentava uma carência quanto à real magnitude do efeito dos resultados reportados.

O **Estudo 1** da presente tese de doutoramento (Luz et al., 2015) foi escrito com o propósito de analisar a magnitude da associação entre o IMC e o desempenho no KTK em crianças e jovens escolares saudáveis. Os resultados encontrados

apontaram para uma associação positiva entre os maiores valores de IMC e o menor desempenho nas tarefas do KTK. Para o sexo feminino, a associação apresentou um valor de $r = 0,32$ (IC 95% 0,30 a 0,34), com magnitude de efeito de $Z = 24,76$ ($p < 0,001$). Já no sexo masculino um $r = 0,29$ (IC 95% 0,27 a 0,32) e valor de $Z = 22,47$ ($p < 0,001$). Contudo, os estudos selecionados apresentaram-se divergentes principalmente quanto às características da amostra (número de participantes e faixa etária da amostra), o que pode ter influenciado na assimetria obtida no gráfico do “funil invertido”, que caracteriza a existência de viés nos estudos selecionados. A faixa etária estudada variou dos 4 aos 14 anos de idade, tendo estudos concentrado a amostra em crianças pré-púberes, enquanto outros abrangeram crianças e jovens. Este aspecto é de suma importância na discussão dos resultados encontrados, uma vez que na meta-análise cada estudo exerce uma contribuição particular no resultado da correlação e na magnitude do efeito da associação global entre os escores do IMC e do KTK. Em estudo recentemente feito com crianças de ambos os sexos, Lopes, Santos, Moreira, Pereira e Lopes (2015) afirmaram que entre um conjunto de variáveis antropométricas, inclusive o IMC, o valor aumentado do perímetro de cintura ($\beta = 3,296$; IC 95%: 1,784-6,090; $p < 0,001$) era o que mais havia se destacado na associação com baixa *performance* no KTK em meninos. Já para as meninas, o percentual de gordura ($\beta = 2,395$; IC 95%: 1,234-4,646; $p = 0,010$) apresentou maior sensibilidade para predizer baixa coordenação motora. D'Hondt et al. (2011), também afirmaram haver uma relação inversa entre a adiposidade corporal e o desempenho nas provas do KTK, no entanto atribuiu tal evidência aos sujeitos com idade mais avançada. Uma possível explicação para tais achados pode ser a de que o desenvolvimento motor das crianças aumenta à medida em que se tornam mais maduras. No entanto, quanto mais avançado tende a ser o estado maturacional do indivíduo, esse aumento tende a ser mais lento e estabilizar-se (Malina, Bouchard & Bar-Or, 2004). Por outro lado, o ganho ponderal, que também se encontra relacionado ao estado maturacional, tende a aumentar, o que contribuiria para uma maior chance de haver associação inversamente proporcional entre a adiposidade corporal e o desempenho no KTK, em crianças de estado maturacional mais avançado.

Recentemente, Barnett et al. (2016) confirmaram a predominância de estudos que associaram a competência motora de crianças e adolescentes às variáveis

biológicas e demográficas. Neste estudo de revisão ficou evidenciado que o sexo, a idade e o IMC foram as variáveis mais associadas à competência motora. Os autores apontaram que houve forte evidência de que os meninos apresentam vantagem sobre as meninas em relação à coordenação motora. Quanto à idade, as evidências foram inconsistentes para confirmar um efeito sobre a coordenação motora. No entanto, em relação ao IMC, os estudos selecionados confirmaram a associação inversa com o desempenho em teste de coordenação motora, o que ratifica os resultados encontrados no **Estudo 1**. Além disso, Barnett et al. (2016) afirmaram que o desenvolvimento motor de crianças em seus primeiros anos é mais influenciado pela maturação biológica e após esse período é mais influenciado pela prática e pela oportunidade de atividades físicas. As evidências da literatura sugerem que as diferenças inter-individuais no estado de maturação podem afetar o desempenho em testes de competência motora (Beunen et al., 1997, Katzmarzyk, Malina & Beunen, 1997; Drenowatz et al., 2013). Ainda, a natureza da associação pode variar em função da idade e do sexo do indivíduo, além das características da tarefa. O estado maturacional tem sido levado em consideração em alguns estudos envolvendo a população pediátrica. Atualmente, a relação da maturação biológica com o nível de atividade física (Bacil, Mazzardo Júnior, Rech, Legnani, & de Campos, 2015) e o desempenho motor (Katzmarzyk et al., 1997) são aspectos reportados na literatura. No entanto, vale ressaltar que, normalmente, os estudos tratam como desempenho motor a *performance* em testes de aptidão física relacionada à saúde e não, necessariamente, em testes de coordenação motora. São poucos os estudos com crianças que tenham considerado o estado maturacional juntamente com o desempenho em testes de coordenação motora ou habilidade motora (Seils, 1951; Kerr, 1975; Vandendriessche et al., 2011; Freitas et al., 2015; Freitas et al., 2016). Neste aspecto, a literatura parece apontar para uma relação inversa entre estado maturacional e o desempenho em teste de coordenação motora, o que sugere uma vantagem dos sujeitos mais atrasados na maturação em relação aos seus pares mais avançados.

No que diz respeito à literatura específica da bateria KTK, Kiphard e Schilling (1974), originalmente, apontam que os meninos apresentam vantagens em relação às meninas nas provas de saltos laterais e monopodais. As diferenças entre os sexos

foram abordadas em alguns estudos através da comparação entre os valores do quociente motor total (Graf et al., 2004; Lopes, Santos, Pereira & Lopes, 2012; Lopes, Santos, Pereira & Lopes, 2013; Lopes, Stodden & Rodrigues, 2014; Fransen et al., 2014), procedimento utilizado por Kiphard e Schilling (1974), enquanto um menor número optou pelas diferenças isoladas entre as quatro provas da bateria (Vandorpe et al., 2011; D'Hondt et al., 2011; Chaves et al., 2015). O **Estudo 2** (Luz et al., 2016a) teve como objetivo investigar os efeitos isolados e combinados do sexo e da maturação biológica sobre a competência motora de crianças pré-púberes em uma única faixa etária, avaliada por intermédio de uma bateria de testes de aptidão física, além das quatro provas de coordenação motora do KTK. O presente estudo não considerou o efeito da idade cronológica porque teve como um dos critérios de inclusão o intervalo etário de 8,00 a 8,99 anos. Os resultados da presente investigação demonstraram uma superioridade dos meninos em relação às meninas quanto à massa livre de gordura e na maior parte dos testes físicos, exceto nas provas de 20m *shuttle-run* e sentar e alcançar, que não apresentaram diferenças entre os sexos. Já no KTK, os meninos obtiveram melhores resultados somente nos saltos monopodais. Após o controle do estado maturacional, a partir dos valores de z-escore da percentagem da estatura matura predita, os resultados nos testes de aptidão física e nas provas do KTK permaneceram similares. Em suma, os achados do **Estudo 2** sugerem que o estado de maturação exerce pouco efeito sobre as diferenças encontradas entre os sexos nos desempenhos em testes físicos e de coordenação motora em crianças com idades entre 8 e 9 anos. Tendo em vista a superioridade dos meninos no que diz respeito à massa livre de gordura, a associação positiva entre a competência motora e o nível de atividade física em crianças e adolescentes (Janssen & Leblanc, 2010) e a evidência de que as meninas são frequentemente assumidas como menos ativas em relação aos seus pares do sexo masculino durante as duas primeiras décadas de vida (Malina et al., 2004), pode-se concluir que, em particular nos anos de educação primária, as diferenças entre os sexos podem ser uma consequência de fatores biológicos e culturais (Krombholz, 2006; Malina et al., 2004; Armstrong, Lambert & Lambert, 2011).

Com relação ao efeito do estado maturacional, os resultados encontrados no **Estudo 2** mostraram que meninas e meninos classificados como atrasados

apresentavam, significativamente, menor massa corporal, menor quantidade de massa gorda e de massa livre de gordura em relação aos seus pares classificados como avançados. Ainda, em ambos os sexos, os escores nas provas do KTK foram superiores nos grupos de estado atrasado de maturação biológica, com diferença significativa nas provas de equilíbrio à retaguarda, transposição lateral e saltos monopodais no sexo masculino. Estes resultados confirmaram a tendência encontrada na literatura em que os sujeitos mais avançados no aspecto maturacional apresentam desvantagem em provas de coordenação motora (Kerr, 1975; Vandendriessche et al., 2011; Freitas et al., 2015). Além disso, despertaram o interesse para a realização dos **Estudos 3 e 4** da presente tese de doutoramento. O **Estudo 3** (Luz et al., 2016b), tendo em vista as diferenças encontradas em três provas do KTK entre os grupos de diferentes estados maturacionais no sexo masculino, teve como objetivo analisar a associação do estado maturacional com o desempenho nas provas do KTK em crianças pré-púberes do sexo masculino e examinar se a relação entre o estado maturacional e o desempenho no KTK era mediada por alguma variável antropométrica. Já o **Estudo 4** teve como propósito explorar as relações multivariadas entre a morfologia corporal, a aptidão física e a coordenação motora no sexo feminino, para desta forma aprofundar o conhecimento acerca das associações entre estes domínios, posto que as diferenças morfológicas encontradas entre os grupos de diferentes níveis de estado maturacional impactaram em diferenças nos resultados de alguns testes físicos, mas não na *performance* do KTK.

O **Estudo 3**, por intermédio de correlações e da análise de mediação, encontrou associação inversa e de magnitude moderada entre o estado maturacional e a prova de equilíbrio em marcha à retaguarda do KTK ($r = -0,34$), com mediação total do perímetro de cintura (77%; $z = -2,523$; $p < 0,05$). Diante do exposto, os achados do **Estudo 3** levantam indícios de que o estado maturacional, embora em pequena proporção, apresentou relação com o desempenho do KTK em crianças pré-púberes do sexo masculino, notadamente pela relação inversa e de magnitude moderada que obteve com a prova de equilíbrio em marcha à retaguarda. Contudo, naqueles estudos em que as provas do KTK não são consideradas isoladamente, mas como estratégias para obtenção do quociente motor (Graf, et al., 2004; Lopes et al., 2012; Lopes et al., 2013; Lopes et al., 2014; Fransen et al., 2014), este efeito torna-se pouco substancial.

Em outro estudo, Vandendriessche et al. (2011), com 613 meninos belgas de 7, 9 e 11 anos, analisaram as relações multivariadas entre a morfologia corporal, a maturação biológica, a aptidão física e a coordenação motora e os resultados revelaram uma forte associação entre o domínio morfológico e de aptidão física e entre a aptidão física e a coordenação motora, em todas as idades. Quanto à associação do domínio morfológico (mais maturação biológica) com a *performance* no KTK, os autores apontam para uma associação inversa entre as medidas de gordura corporal e as quatro provas do instrumento, mas afirmam que a maturação não exerceu efeito substancial sobre a coordenação motora.

O **Estudo 4**, teve como referência o estudo de Vandendriessche et al. (2011) e analisou as relações multivariadas entre a morfologia corporal, a aptidão física e a coordenação motora em meninas pré-púberes. O presente estudo demonstrou uma associação entre o estado maturacional e as variáveis morfológicas; estados mais avançados de maturação foram associados a maiores dimensões corporais. Paralelamente, as correlações entre as provas de coordenação motora e o estado maturacional foram de magnitude trivial ou pequena. Com base nas evidências, foi possível levantar a hipótese de um efeito direto da maturação biológica sobre o tamanho corporal, especialmente sobre a massa corporal e seus componentes (massa gorda e massa livre de gordura). Em paralelo, parece haver um efeito indireto, adicional, da maturação sobre alguns testes físicos, representado por uma relação entre uma maior corpulência (relação perímetro de cintura-estatura, percentual de gordura e estatura) e resultados nos testes físicos, que foram melhores em dois testes (lançamento de *medicineball* 2 kg e força de preensão manual) e pior no 20m *shuttle-run*. Katzmarzyk et al. (1997) sugerem que enquanto a maturação do sistema neuromuscular pode contribuir positivamente para o desenvolvimento de habilidades motoras, as mudanças relacionadas à maturidade, no que dizem respeito ao tamanho corporal e à composição corporal, podem afetar negativamente o desempenho, particularmente em atividades cuja massa corporal tenha que ser deslocada. Neste contexto, parece que o sexo feminino leva desvantagem por ser mais propenso a um maior ganho absoluto e relativo de massa gorda no desenvolvimento puberal (Beunen et al., 1997; Drenowatz et al., 2013). Tal fato parece explicar a forte associação entre o estado maturacional e as dimensões corporais em meninas, além da relação positiva

que se deu entre a dimensão morfológica e os resultados dos testes físicos em que a massa corporal não é deslocada. Finalmente, no **Estudo 4**, a inter-relação entre a aptidão física e a coordenação motora emergiu da associação direta entre as provas do KTK e aqueles testes de aptidão física que parecem independentes da variação inter-individual no tamanho corporal, o que sugere que a coordenação motora parece não depender substancialmente da maturação biológica em meninas pré-púberes. Mais recentemente, a regressão múltipla hierárquica tem sido utilizada para avaliar a influência da idade óssea (expressa como o resíduo da regressão da idade óssea na idade cronológica) isoladamente, ou combinada com estatura e massa corporal, sobre as habilidades motoras fundamentais e provas do KTK. Em crianças de 7 a 10 anos, a idade óssea isoladamente, ou associada ao tamanho corporal, representou apenas 7% a 9% das variâncias nas provas do KTK e de seis habilidades motoras fundamentais avaliadas com o *Test of Gross Motor Development* em ambos os sexos (Freitas et al., 2015). E entre os jovens de 11 a 14 anos, a idade óssea isoladamente, ou combinada com o tamanho corporal, explicou um máximo de 0% a 3% da variância nas provas do KTK entre as meninas (Freitas et al., 2016).

Saraiva e Rodrigues (2010) realizaram um estudo de revisão com o objetivo de compreender a forma como interagem na infância e na juventude o que denominaram como aptidão morfológica, aptidão física, atividade física e aptidão coordenativa. Entre os estudos analisados, publicados de 2000 a 2009, os autores centraram atenção naqueles que reportaram medidas típicas de associação (coeficientes de correlação) entre os domínios já mencionados. Os autores afirmaram que a aptidão coordenativa foi o fator que mais se relacionou com a atividade física (10 estudos) e com a aptidão física (7 estudos). A associação entre a aptidão coordenativa e a atividade física ocorreu em crianças com idade escolar ($r = 0,21$ a $0,55$) e pré-escolar ($r = 0,18$). Por sua vez, com a aptidão física, a aptidão coordenativa associou-se tanto em crianças ($r = 0,30$ a $0,59$), quanto em adolescentes ($r = 0,15$ a $0,43$). Diferenças entre os sexos na competência motora, e na maturação biológica, têm importantes implicações no engajamento das atividades físicas. Neste contexto, tendo em vista que os meninos tendem a ter um melhor desempenho em testes de competência motora do que as meninas (conforme foi exposto no **Estudo 2**), talvez não seja surpreendente que um dos achados mais consistentes na literatura pediátrica seja que os meninos são

geralmente mais fisicamente ativos e menos sedentários do que as meninas da mesma idade cronológica (Malina et al., 2004). Por outro lado, sabe-se que as diferenças entre meninos e meninas quanto ao nível de atividade física e o comportamento sedentário sofrem influências do estilo de educação, expectativas sociais e outros fatores culturais, que, por sua vez, podem refletir diferenças do estado maturacional (Malina et al., 2004). Isto é, as meninas, em comparação aos meninos da mesma idade cronológica, tendem a ser menos ativas e mais sedentárias em consequência do seu estado maturacional mais avançado (Machado-Rodrigues et al., 2010; Sherar, Esliger, Baxter-Jones & Tremblay, 2007; Thompson, Baxter-Jones, Mirwald, & Bailey, 2003). Além disso, crianças com o estado maturacional avançado e elevados níveis de aptidão física mostraram estar engajadas em uma participação esportiva (Jones, Hitchen & Stratton, 2000).

A literatura enfatiza a importância da coordenação motora nos anos pré-puberis e sua relação com a aptidão física e a atividade física durante a adolescência e na fase adulta (Stodden et al., 2008; Robinson et al., 2015). Acredita-se que a interpretação adequada do desempenho coordenativo seja crucial para a adesão e manutenção no esporte e no exercício físico em crianças e jovens. Neste sentido, o KTK tem sido um dos instrumentos escolhidos pela literatura mundial. Em uma recente revisão sistemática, Iivonen, Sääkslahti e Laukkanen (2015) afirmaram que o maior volume de estudos relatou associações do desempenho no KTK com outros fatores relacionados à saúde. Destes estudos associativos, a maioria investigou fatores fisiológicos. Os estudos focaram frequentemente na associação com a composição corporal, com a atividade física ou com a aptidão física das crianças, o que poderia ser esperado em vista da preocupação global com a tendência ao aumento do estado ponderal e da inatividade física entre crianças (Leech, McNaughton & Timperio, 2014). Contudo, ainda são poucas as evidências que explicam o desempenho no KTK em ambos os sexos e a relação deste com os fatores biológicos, de estilo de vida, sociais e ambientais.

O **Estudo 5** teve como objetivo identificar os fatores biológicos, de estilo de vida, sociais e ambientais preditores do melhor desempenho em teste de coordenação motora de crianças do sexo masculino e do feminino. No presente estudo, os

resultados foram gerados a partir da análise da coordenação motora, abordada a partir de um conjunto de variáveis organizadas em domínios, a saber: biológico (idade, estado ponderal e maturação biológica), estilo de vida (nível de atividade física e participação em esporte organizado), social (nível de atividade física materno e nível de escolaridade da mãe) e ambiente construído (área residencial da família e questionário de ambiente construído). As meninas apresentaram maior valor médio de percentagem da estatura madura predita e maior quantidade de massa gorda do que os meninos. Por sua vez, os meninos superaram as meninas em massa livre de gordura, no envolvimento em atividades físicas moderadas e vigorosas e em duas provas do KTK, saltos laterais e saltos monopodais. A análise de regressão logística mostrou que a melhor *performance* em teste de coordenação motora (variável dependente) foi predita por fatores biológicos e o percentual de explicação aumentou com a adição dos atributos comportamentais, sociais e de ambiente construído em ambos os sexos. Nos meninos, percebe-se um maior percentual de explicação da variável dependente pelo domínio biológico e aumentos gradativos, significativos, mas pouco substanciais, nas adições dos outros domínios ao modelo. Já nas meninas, apesar das características biológicas também explicarem um valor significativo do bom desempenho no KTK, a magnitude é inferior à do sexo masculino. No sexo feminino, o domínio social foi o que agregou maior parcela de explicação ao modelo inicial em que constava apenas o domínio biológico. Tal evidência denota que o efeito das variáveis sobre o desempenho motor parece não ser o mesmo em ambos os sexos. Resultado semelhante foi encontrado por Grønholt Olesen, Lund Kristensen, Korsholm, Boye Koch e Froberg (2015), que estudaram o nível de atividade física de crianças dinamarquesas de ambos os sexos (5 e 6 anos) e o efeito das variáveis manifestou-se de maneira diferente entre meninos e meninas.

A inspeção do último modelo gerado no **Estudo 5** indicou que nos meninos os melhores resultados de coordenação motora foram associados à idade (9 anos), ao estado maturacional (atrasados), ao estado ponderal (normoponderal), ao nível de escolaridade materna (nível alto) e à área de residência (urbana). Nas meninas, o modelo de regressão final revelou que a idade (9 anos), o estado ponderal (normoponderal), a participação em esporte organizado e o nível de atividade física materna (suficientemente ativa) estavam relacionadas com resultados de

coordenação motora superior. Percebe-se na literatura uma predominância de estudos que tiveram como propósito analisar a relação da performance no KTK com variáveis biológicas, com destaque para aqueles que verificaram a associação de menores valores do IMC com melhores resultados de coordenação motora, analisados no **Estudo 1**. Os achados desta revisão corroboram com os do presente estudo, em que as crianças com IMC normal tiveram melhores resultados no KTK do que seus pares com sobrepeso ou obesidade, em ambos os sexos. No presente estudo o estado maturacional atrasado associou-se aos melhores resultados no KTK no sexo masculino, conforme abordado no **Estudo 3**. Um menor número de estudos procurou avaliar a associação do desempenho no KTK com variáveis comportamentais (Vandorpe et al., 2011; Lopes et al., 2012; Laukkanen, Pesola, Havu, Sääkslahti & Finni, 2014; Opstoel et al., 2015) sociais (Valdivia et al., 2008; Toftegaard-Stoeckel et al., 2010) e ambientais (Chaves et al., 2015; Bardid, Rudd, Lenoir, Polman & Barnett, 2015). A abordagem biocultural do desenvolvimento motor é crucial no estudo das diferenças sexuais no que toca à aptidão física, à atividade física e à coordenação motora. O presente estudo oferece um modelo ecológico abrangente para explicar diferenças inter-individuais na coordenação motora, separadamente para meninos e meninas pré-púberes. Entre os fatores ambientais estão o grau de urbanização, socialização e socialização em relação à atividade física (Malina, 1980). Pode-se, assim, investigar os efeitos das práticas do cuidado infantil sobre o desenvolvimento motor e a atividade motora durante a infância. Em outras palavras, as crianças criadas em ambientes excessivamente protetores ou restritivos se desenvolvem e se comportam de maneira diferente em relação às crianças criadas em ambientes permissivos e menos protetores? Neste particular, Lever (1978) concluiu que os meninos eram mais engajados do que as meninas em atividades físicas praticadas ao ar livre. Além disso, meninos tendiam a jogar em grupos mais heterogêneos e jogavam jogos competitivos com mais frequência do que as meninas. Quanto ao tempo de prática, os jogos dos meninos duravam mais tempo em comparação com as meninas (72% das observações duraram mais de 60 minutos, enquanto apenas 43% das meninas jogavam mais de 60 minutos). Esses modestos valores de variação explicada são argumentos adicionais para reivindicar abordagens bioculturais que combinam determinantes socioculturais, variáveis familiares e estilo de vida, conforme explorado no presente estudo. Por inferência, os resultados do

Estudo 5 confirmaram a contribuição da biologia por se para explicar a variabilidade inter-individual na coordenação motora e, paralelamente, revelaram matrizes de determinantes distintas para cada sexo.

8.1. Referências

Armstrong, M. E., Lambert, E. V., & Lambert, M. I. (2011). Physical fitness of South African primary school children, 6 to 13 years of age: Discovery vitality health of the nation study. *Perceptual and Motor Skills*, 113(3), 999-1016.

Bacil, E. D., Mazzardo Júnior, O., Rech, C. R., Legnani, R. F., & de Campos, W. (2015). Physical activity and biological maturation: a systematic review. *Rev Paul Pediatr*, 33, 114-21.

Bardid, F., Rudd, J. R., Lenoir, M., Polman, R., & Barnett, L. M. (2015). Cross-cultural comparison of motor competence in children from Australia and Belgium. *Front Psychol*, 6, 964.

Barnett, L. M., Lai, S. K., Veldman, S. L. C., Hardy, L. L., Cliff, D. P., Morgan, P. J., Zask, A., Lubans, D. R., Shultz, S. P., Ridgers, N. D., Rush, E., Brown, H. L., & Okely, A. D. (2016). Correlates of Gross Motor Competence in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, 46(11), 1663-1688.

Beunen, G. P., Malina, R. M., Lefevre, J., Claessens, A. L., Renson, R., Kanden Eynde, B., Vanreusel, B., & Simons, J. (1997). Skeletal maturation, somatic growth and physical fitness in girls 6-16 years of age. *International Journal of Sports Medicine*, 18(6), 413-419.

Burns, Y. R., Danks, M., O'Callaghan, M. J., Gray, P. H., Cooper, D., Poulsen, L., & Watter, P. (2009). Motor coordination difficulties and physical fitness of extremely-low-birthweight children. *Dev Med Child Neurol*, 51(2), 136-42.

Cairney, J., Hay, J., Veldhuizen, S., & Faught, B. (2010). Comparison of VO₂ maximum obtained from 20m shuttle run and cycle ergometer in children with and without developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*, 31(6), 1332-9.

Catenassi, F. Z., Marques, I., Bastos, C. B., Basso, L., Ronque, E. R. V., & Gerage, A. M. (2007). Relação entre índice de massa corporal e habilidade motora grossa em crianças de quatro a seis anos. *Rev Bras Med Esporte*, 13(4), 227-30.

Cattuzzo, M. T., Dos Santos Henrique, R., Ré, A. H., de Oliveira, I. S., Melo, B. M., de Sousa Moura, M., de Araújo, R. C., & Stodden, D. (2016). Motor competence and health related physical fitness in youth: a systematic review. *J Sci Med Sport*, 19(2), 123-9.

Chaves, R., Baxter-Jones, A., Gomes, T., Souza, M., Pereira, S., & Maia, J. (2015). Effects of Individual and School-Level Characteristics on a Child's Gross Motor Coordination Development. *Int J Environ Res Public Health*, 12(8), 8883-8896.

Cools, W., Martelaer, K. D., Samaey, C., & Andries, C. (2009). Movement skill assessment of typically developing preschool children: a review of seven movement skill assessment tools. *J Sports Sci Med*, 8, 154-168.

D'Hondt, E., Deforche, B., Gentier, I., Verstuyf, J., Vaeyens, R., De Bourdeaudhuij, I., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2014). A longitudinal study of gross motor coordination and weight status in children. *Obesity*, 22(6), 1505-1511.

D'Hondt, E., Deforche, B., Vaeyens, R., Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Pion, J., Philippaerts, R., De Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2011). Gross motor coordination in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: a cross-sectional study. *Int J Pediatr Obes*, 6(2-2), e556-64.

Drenowatz, C., Wartha, O., Klenk, J., Brandstetter, S., Wabitsch, M., & Steinacker, J. (2013). Differences in health behavior, physical fitness, and cardiovascular risk in early, average, and late mature children. *Pediatric Exercise Science*, 25(1), 69-83.

Fisher, A., Reilly, J., Kelly, L., Montgomery, C., Williamson, A., & Paton, J. (2005). Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 684-688.

Fransen, J., Deprez, D., Pion, J., Tallir, I. B., D'Hondt, E., Vaeyens, R., Lenoir, M., & Philippaerts, R. M. (2014). Changes in physical fitness and sports participation among children with different levels of motor competence: a 2-year longitudinal study. *Pediatr Exerc Sci*, 26(1), 11-21.

Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A. R., Gouveia, E. R., Thomis, M., Lefevre, J., Silva, R. D., & Malina, R. M. (2016). Skeletal Maturation, Body Size, and Motor Coordination in Youth 11–14 Years. *Med Sci Sports Exerc*, 48(6), 1129-1135.

Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A., Lefevre, J., Gouveia, É. R., Thomis, M., Antunes, A. M., Claessens, A. L., Beunen, G., & Malina, R. M. (2015). Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7-10 years. *J Sports Sci*, 33, 924-34.

Graf, C., Koch, B., Kretschmann-Kandel, E., Falkowski, G., Christ, H., Coburger, S., Lehmacher, W., Bjarnason-Wehrens, B., Platen, P., Tokarski, W., Predel, H. G., & Dordel, S. (2004). Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-project). *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28(1), 22-6.

Graham, D. J., Sirard, J. R., & Neumark-Sztainer, D. (2011). Adolescents' attitudes toward sports, exercise, and fitness predict physical activity 5 and 10 years later. *Prev Med*, 52(2), 130-132.

Grønholt Olesen, L., Lund Kristensen, P., Korsholm, L., Boye Koch, A., & Froberg, K. (2015). Correlates of objectively measured physical activity in 5-6-year-old preschool children. *J Sports Med Phys Fitness*, 55(5), 513-26.

Holfelder B, & Schott N. (2014). Relationship of fundamental movement skills and physical activity in children and adolescents: a systematic review. *Psychol Sport Exerc*, 15(4), 382–91.

livonen, S., & Sääkslahti, A. K. (2014). Preschool children's fundamental motor skills: a review of significant determinants. *Early Child Dev Care*, 184(7), 1107–26.

livonen, S., Sääkslahti, A. K., & Laukkanen, A. (2015). A review of studies using the Körperkoordinationstest für Kinder (KTK). *European Journal of Adapted Physical Activity*, 8(2), 18-36.

Jaakkola, T., Yli-Piipari, S., Huotari, P., Watt, A., & Liukkonen, J. (2016). Fundamental movement skills and physical fitness as predictors of physical activity: A 6-year follow-up study. *Scand J Med Sci Sports*, 26(1), 74-81.

Janssen, I., & Leblanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 7, 40.

Jones, M. A., Hitchen, P. J., & Stratton, G. (2000). The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in girls and boys aged 10 to 16 years. *Annals of Human Biology*, 27(1), 57-65.

Katzmarzyk, P. T., Malina, R. M., & Beunen, G. P. (1997). The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Ann Hum Biol*, 24(6), 493-505.

Kerr, R. (1975). Movement control and maturation in elementary-grade children. *Perceptual and Motor Skills*, 41, 151-154.

Kiphard, E. J., & Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder [Body Coordination Test for Children]*. Manual. Weinheim: Beltz Test GmbH.

Krombholz, H. (2006). Physical performance in relation to age, sex, birth order, social class, and sports activities of preschool children. *Percept Mot Skills*, 102(2), 477-84.

Krombholz, H. (2013). Motor and cognitive performance of overweight preschool children. *Percept Mot Skills*, 116(1), 40-57.

Laukkanen, A., Pesola, A., Havu, M., Sääkslahti, A., & Finni, T. (2014). Relationship between habitual physical activity and gross motor skills is multifaceted in 5- to 8-year-old children. *Scand J Med Sci Sports*, *24*(2), e102-10.

Leech, R. M., McNaughton, S. A., & Timperio, A. (2014). The clustering of diet, physical activity and sedentary behavior in children and adolescents: A review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *11*, 4.

Lever, J. (1978). Sex differences in the complexity of children`s play and games. *American Sociological Review*, *43*, 471-83.

Lopes, L., Santos, R., Moreira, C., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2015). Sensitivity and specificity of different measures of adiposity to distinguish between low/high motor coordination. *J Pediatr*, *91*, 44-51.

Lopes, L., Santos, R., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2012). Associations between sedentary behavior and motor coordination in children. *Am J Hum Biol*, *24*(6), 746-52.

Lopes, L., Santos, R., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2013). Associations between gross Motor Coordination and Academic Achievement in elementary school children. *Hum Mov Sci*, *32*(1), 9-20.

Lopes, V. P., Rodrigues, L. P., Maia, J. A., & Malina, R.M. (2011). Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scand J Med Sci Sports*, *21*(5), 663-669.

Lopes, V. P., Stodden, D. F., & Rodrigues, L. P. (2014). Weight status is associated with cross-sectional trajectories of motor co-ordination across childhood. *Child Care Health Dev*, *40*(6), 891-9.

Lopes, V. P., Stodden, D. F., Bianchi, M. M., Maia, J. A., & Rodrigues, L. P. (2012). Correlation between BMI and motor coordination in children. *J Sci Med Sport*, *15*(1), 38-43.

Lubans, D. R., Morgan, P. J., Cliff, D. P., Barnett, L. M., & Okely, A. D. (2010). Fundamental movement skills in children and adolescents: review of associated health benefits. *Sports Med*, 40(12), 1019-35.

Luz, L. G., Seabra, A. F., Santos, R., Padez, C., Ferreira, J. P., & Coelho-e-Silva, M. J. (2015). Associação entre IMC e teste de coordenação corporal para crianças (KTK). Uma meta-análise. *Rev Bras Med Esporte*, 21(3), 230-5.

Luz, L. G., Cumming, S. P., Duarte, J. P., Valente-Dos-Santos, J., Almeida, M. J., Machado-Rodrigues, A., Padez, C., Carmo, B.C., Santos, R., Seabra, A., & Coelho-E-Silva, M. J. (2016a). Independent and Combined Effects of Sex and Biological Maturation on Motor Coordination and Performance in Prepubertal Children. *Percept Mot Skills*, 122(2), 610-35.

Luz, L. G., Seabra, A., Padez, C., Duarte, J. P., Rebelo-Gonçalves, R., Valente-Dos-Santos, J., Luz, T. D., Carmo, B. C., & Coelho-E-Silva, M. J. (2016b). Waist circumference as a mediator of biological maturation effect on the motor coordination in children. *Rev Paul Pediatr*, 34(3), 352-8.

Machado-Rodrigues, A. M., Coelho e Silva, M. J., Mota, J., Cumming, S. P., Sherar, L. B., Neville, H., & Malina, R. M. (2010). Confounding effect of biologic maturation on sex differences in physical activity and sedentary behavior in adolescents. *Pediatric Exercise Science*, 22(3), 442-453.

Malina, R. M. (1980). Biologically related correlates to motor development and performance during infancy and childhood. In CB Corbin (Ed.): *A Textbook of Motor Development*, 2nd ed. Dubuque, IA: Brown.

Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or. O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics.

Martins, D., Maia, J., Seabra, A., Garganta, R., Lopes, V., Katzmarzyk, P., & Beunen, G. (2010). Correlates of changes in BMI of children from the Azores islands. *Int J Obes (Lond)*, 34(10), 1487-93.

Melo, M. M., & Lopes, V. P. (2013). Associação entre o índice de massa corporal e a coordenação motora em crianças. *Rev. Bras. Educ. Fís. Esporte*, 27(1), 7-13.

Okely, A.D., Booth, M.L., & Patterson, J.W. (2001). Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(11), 1899–1904.

Opstoel, K., Pion, J., Elferink-Gemser, M., Hartman, E., Willemse, B., Philippaerts, R., Visscher, C., & Lenoir, M. (2015). Anthropometric Characteristics, Physical Fitness and Motor Coordination of 9 to 11 Year Old Children Participating in a Wide Range of Sports. *PLoS One*, 10(5), e0126282.

Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P., & D'Hondt, E. (2015). Motor Competence and its Effect on Positive Developmental Trajectories of Health. *Sports Med* 45(9), 1273-1284.

Saraiva, J. P., & Rodrigues, L. P. (2010). Relações entre a actividade física, aptidão física, morfológica e coordenativa na infância e adolescência. *Motricidade*, 6(4), 35-45.

Seils, L. G. (1951). The relationship between measures of physical growth and gross motor performance of primary-grade school children. *Research Quarterly*, 22, 244-260.

Sherar, L. B., Esliger, D. W., Baxter-Jones, A. D. G., & Tremblay, M. S. (2007). Age and gender differences in youth physical activity: Does physical maturity matter? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39, 830-835.

Souza, M. C., Chaves, R. N., Lopes, V. P., Malina, R. M., Garganta, R., Seabra, A., & Maia, J. (2014). Motor coordination, activity, and fitness at 6 years of age relative to activity and fitness at 10 years of age. *J Phys Act Health*, 11(6), 1239-47.

Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Robertson, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., & Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, 60(2), 290-306.

Thompson, A. M., Baxter-Jones, A. D. G., Mirwald, R. L., & Bailey, D. A. (2003). Comparison of physical activity in male and female children: does maturation matter? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35, 1684-1690.

Toftegaard-stoeckel, J., Groenfeldt, V., & Andersen, L. B. (2010). Children's self-perceived bodily competencies and associations with motor skills, body mass index, teachers' evaluations, and parents' concerns. *J Sports Sci*, 28(12), 1369-75.

Valdivia, A. B., Cartagena, L. C., Sarria, N. E., Távora, I. S., Seabra, A. F., Silva, R. M., & Maia, J. A. R. (2008). Coordinación motora: influencia de la edad, sexo, estatus socioeconômico y niveles de adiposidad en niños peruanos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 10, 25-34.

Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B., Coelho-e-Silva, M. J., Vaeyens, R., Lenoir, M., Lefevre, J., & Philippaerts, R. M. (2011). Multivariate association among morphology, fitness, and motor coordination characteristics in boys age 7 to 11. *Pediatr Exerc Sci*, 23(4), 504-520.

Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Lefevre, J., Pion, J., Vaeyens, R., Matthys, S., Philippaerts, R., & Lenoir, M. (2011). KörperkoordinationsTest für Kinder: Reference values and suitability for 6–12-year-old children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(3), 378-388.

CAPÍTULO 9

Conclusões

9. Conclusões

A presente tese de doutoramento teve como objetivo explorar a contribuição das características biológicas, do estilo de vida, dos fatores sociais e ambientais para explicar a variabilidade inter-individual em crianças pré-púberes nos aspectos relacionados ao desempenho motor, especificamente quanto ao desempenho em teste de coordenação motora. Os estudos que compuseram a tese foram relevantes e inovadores em suas abordagens sobre o tema em questão e tiveram como objetivo responder aos questionamentos específicos apresentados na introdução, especificamente no item 1.7. Os achados apontam para a seguinte direção:

- Há uma tendência de relação positiva entre maiores valores de IMC e menores resultados de desempenho no KTK em crianças e adolescentes. No entanto, para confirmar esta tendência, futuros estudos deverão permitir uma interpretação isolada da relação existente entre o IMC e o KTK para ambos os sexos, em diferentes faixas etárias, além de incluírem em seus procedimentos metodológicos a avaliação do estado maturacional dos sujeitos da amostra;
- A maturação biológica exerce pouco efeito sobre as diferenças entre os sexos nos diferentes desempenhos em testes físicos e de coordenação motora em crianças com idades entre 8 e 9 anos. Contudo, o estado maturacional parece contribuir nas diferenças inter-individuais encontradas em sujeitos do mesmo sexo tanto em alguns dos testes de aptidão física (meninos e meninas), quanto na coordenação motora (especificamente no sexo masculino);
- Há indícios de que o estado maturacional, embora em pequena proporção, apresenta relação com o desempenho do KTK em crianças pré-púberes do sexo masculino, notadamente pela relação inversa e de magnitude moderada que obteve com a prova de equilíbrio em marcha à retaguarda. Contudo, em estudos cuja *performance* no KTK seja avaliada

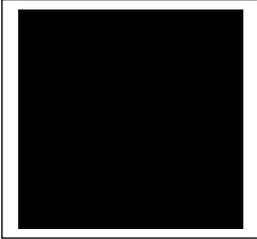
através da obtenção do quociente motor total, este efeito pode tornar-se pouco substancial;

- Parece haver um efeito direto da maturação no tamanho do corpo, que por sua vez estabelece uma inter-relação positiva com a aptidão física em meninas, principalmente nos testes em que a massa corporal não é deslocada. Finalmente, a coordenação motora parece estar associada positivamente com a aptidão física, o que reforça a tendência mostrada na literatura;

- O melhor desempenho em teste de coordenação motora parece estar associado aos fatores biológicos, mas a associação tende a aumentar com a adição de atributos de estilo de vida, fatores sociais e fatores ambientais em ambos os sexos. A inspeção do modelo que incluiu variáveis dos quatro domínios indicou que nos meninos os melhores resultados de coordenação motora foram associados à idade (9 anos), ao estado de maturação biológica (atrasados), à massa corporal (normoponderais), à escolaridade da mãe (graduação) e à área de residência (urbana). Nas meninas, parece que a idade (9 anos), a massa corporal (normoponderais), a participação esportiva e a atividade física materna (suficientemente ativa) estiveram relacionadas com os melhores resultados de coordenação motora. Os resultados apontaram para uma contribuição da biologia por se para explicar a variabilidade inter-individual na coordenação motora e, paralelamente, revelaram matrizes de determinantes distintas para cada sexo.

Em conclusão, durante a primeira década de vida, em particular nos anos de educação primária, as diferenças entre meninos e meninas podem ser uma consequência de fatores morfológicos, biológicos, culturais e ambientais. A compreensão dos aspectos relacionados às características de uma intervenção, que tenha como propósito desenvolver a coordenação motora de crianças, requer a revisão sistemática dos seus preditores e a maneira específica como associam-se em ambos os sexos. Foi neste contexto que a presente tese de doutoramento foi inserida,

na medida em que os modelos ecológicos são úteis para enquadrar potenciais fatores que influenciam o comportamento da saúde, pois enfatizam os contextos ambientais do comportamento, bem como as influências sociais. Isso pode levar a uma compreensão aprofundada das múltiplas esferas de influência sobre o comportamento motor e pode ajudar a orientar o desenvolvimento da intervenção que tenha como objetivo a melhoria da coordenação motora.



Anexos

ANEXO 1

Valores Redefinidos para Predição da Estatura Madura para o Sexo Masculino

**Valores redefinidos para predição da estatura matura para o sexo masculino
(método Khamis-Roche).**

Chronological Age	β_0	Stature (in)	Weight (lb)	Midparent Stature (in)
4.0	-10.2567	1.23812	-0.087235	0.50286
4.5	-10.7190	1.15964	-0.074454	0.52887
5.0	-11.0213	1.10674	-0.064778	0.53919
5.5	-11.1556	1.07480	-0.057760	0.53691
6.0	-11.1138	1.05923	-0.052947	0.52513
6.5	-11.0221	1.05542	-0.049892	0.50692
7.0	-10.9984	1.05877	-0.048144	0.48538
7.5	-11.0214	1.06467	-0.047256	0.46361
8.0	-11.0696	1.06853	-0.046778	0.44469
8.5	-11.1220	1.06572	-0.046261	0.43171
9.0	-11.1571	1.05166	-0.045254	0.42776
9.5	-11.1405	1.02174	-0.043311	0.43593
10.0	-11.0380	0.97135	-0.039981	0.45932
10.5	-10.8286	0.89589	-0.034814	0.50101
11.0	-10.4917	0.81239	-0.029050	0.54781
11.5	-10.0065	0.74134	-0.024167	0.58409
12.0	-9.3522	0.68325	-0.020076	0.60927
12.5	-8.6055	0.63869	-0.016681	0.62279
13.0	-7.8632	0.60818	-0.013895	0.62407
13.5	-7.1348	0.59228	-0.011624	0.61253
14.0	-6.4299	0.59151	-0.009776	0.58762
14.5	-5.7578	0.60643	-0.008261	0.54875
15.0	-5.1282	0.63757	-0.006988	0.49536
15.5	-4.5092	0.68548	-0.005863	0.42687
16.0	-3.9292	0.75069	-0.004795	0.34271
16.5	-3.4873	0.83375	-0.003695	0.24231
17.0	-3.2830	0.93520	-0.002470	0.12510
17.5	-3.4156	1.05558	-0.001027	-0.00950

ANEXO 2

Valores Redefinidos para Predição da Estatura Matura para o Sexo Feminino

**Valores redefinidos para predição da estatura madura para o sexo feminino
(método Khamis-Roche).**

Chronological Age	β_0	Stature (in)	Weight (lb)	Midparent Stature (in)
4.0	-8.13250	1.24768	-0.19435	0.44774
4.5	-6.47656	1.22177	-0.185519	0.41381
5.0	-5.13583	1.19932	-0.175530	0.38467
5.5	-4.13791	1.17880	-0.16484	0.36039
6.0	-3.51039	1.15866	-0.15400	0.34105
6.5	-3.14322	1.13737	-0.14294	0.32672
7.0	-2.87645	1.11342	-0.13184	0.31748
7.5	-2.66291	1.08525	-0.12086	0.31340
8.0	-2.45559	1.05135	-0.11019	0.31457
8.5	-2.20728	1.01018	-0.09999	0.32105
9.0	-1.87098	0.96020	-0.09044	0.33291
9.5	-1.06330	0.89989	-0.08171	0.35025
10.0	0.33468	0.82771	-0.07397	0.37312
10.5	1.97366	0.74213	-0.06739	0.40161
11.0	3.50436	0.67173	-0.06136	0.42042
11.5	4.57747	0.64150	-0.05518	0.41686
12.0	4.84365	0.64452	-0.04894	0.39490
12.5	4.27869	0.67386	-0.04272	0.35850
13.0	3.21417	0.72260	-0.03661	0.31163
13.5	1.83456	0.78383	-0.03067	0.25826
14.0	0.32425	0.85062	-0.02500	0.20235
14.5	-1.13224	0.91605	-0.01967	0.14787
15.0	-2.35055	0.97319	-0.01477	0.09880
15.5	-3.10326	1.01514	-0.01037	0.05909
16.0	-3.17885	1.03496	-0.00655	0.03272
16.5	-2.41657	1.02573	-0.00340	0.02364
17.0	-0.65579	0.98054	-0.00100	0.03584
17.5	2.26429	0.89246	0.00057	0.07327

ANEXO 3

Versão curta do *International Physical Activity Questionnaire* - IPAQ

Versão curta do *International Physical Activity Questionnaire* - IPAQ

International Physical Activity Questionnaire – versão curta

As próximas questões referem-se ao tempo em que esteve fisicamente activo/a nos últimos 7 dias. Pense nas actividades que desenvolve na sua actividade profissional, nas suas deslocações, nas actividades referentes aos trabalhos em casa, no jardim ou no quintal/campo e nas actividades que efectuou no seu tempo livre para recreação ou prática de Exercício Físico. As suas respostas são muito importantes! Por favor, responda a todas as questões, mesmo que não se considere uma pessoa fisicamente activa.

Ao responder às questões considere o seguinte:

- **Actividades Físicas Vigorosas** referem-se a actividades que requerem um esforço físico intenso e que fazem ficar com a respiração ofegante;
- **Actividades Físicas Moderadas** referem-se a actividades que requerem esforço físico moderado e tornam a respiração um pouco mais forte que o normal.

Ao responder às questões considere apenas as Actividades Físicas que realizou durante pelo menos **10 minutos seguidos**.

Q1 Nos últimos 7 dias, em quantos dias fez actividades físicas **VIGOROSAS**, pelo menos 10 minutos seguidos, como por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, andar de bicicleta a um ritmo rápido, transportar objectos pesados, fazer trabalhos pesados em casa, no jardim ou no quintal/campo, como cavar, ou qualquer outra actividade que fez aumentar **MUITO** a sua respiração ou batimentos do coração?

Dias

Q2 Nos dias em que fez actividades físicas **VIGOROSAS**, durante quanto tempo, no total, realiza essas actividades?

Horas Minutos

Q3 Nos últimos 7 dias, em quantos dias fez actividades físicas **MODERADAS**, pelo menos 10 minutos seguidos, como por exemplo, dançar, andar de bicicleta a um ritmo normal, transportar objectos leves, fazer trabalhos em casa, no jardim ou no quintal/campo, como aspirar, varrer, cuidar das plantas, ou qualquer outra actividade que fez aumentar **MODERADAMENTE** a sua respiração ou batimentos do coração? Por favor não inclua o "Caminhar".

Dias

Q4 Nos dias em que faz actividades físicas **MODERADAS**, durante quanto tempo, no total, realiza essas actividades?

Horas Minutos

Q5 Nos últimos 7 dias, em quantos dias **CAMINHOU** pelo menos 10 minutos seguidos, em casa, no trabalho, como forma de deslocação, por lazer, por prazer ou como forma de Exercício Físico?

Dias

Q6 Nos dias em que **CAMINHOU**, quanto tempo, no total, costuma caminhar por dia?

Horas Minutos

Q7 Quanto tempo no total gastas sentada durante um **dia de semana**?

Horas Minutos

Q8 Quanto tempo no total gastas sentada durante em um **dia de final de semana**?

Horas Minutos

ANEXO 4

Versão curta do questionário ALPHA

Versão curta do questionário ALPHA para as percepções ambientais: transporte activo e actividade física

Gostaríamos de saber algumas informações sobre o que pensa acerca do meio envolvente da sua área residencial, da sua habitação e do seu local de trabalho ou de estudo.

Assinale (✓) apenas uma resposta por questão. Assinale a resposta que melhor descreve a sua visão sobre o meio envolvente da sua área residencial, da sua habitação e do seu local de trabalho ou de estudo.

Por área residencial referimo-nos a TODA a área envolvente da sua casa acessível a pé, num raio de 1 km ou a 10-15 minutos de distância.

	Sim	Não	
a) A maioria das habitações da minha área residencial são moradias independentes			
b) Existem muitas lojas onde se pode ir facilmente a pé a partir da minha casa			
c) Existe uma paragem/estação de transportes públicos (autocarro/metro/eléctrico/comboio) onde se pode ir facilmente a pé a partir da minha casa			
d) Existe um parque onde se pode ir facilmente a pé a partir da minha casa			
e) Na minha área residencial é perigoso andar a pé devido ao trânsito automóvel			
f) Na minha área residencial é perigoso andar a pé devido à taxa de criminalidade			
g) Existem árvores ao longo das ruas na minha área residencial			
h) Na minha casa, tenho equipamento desportivo como bolas, raquetes, ... para meu uso pessoal			
i) No meu local de trabalho ou de estudo tenho bicicletas postas ao meu dispor pela minha entidade patronal ou escola			Não se aplica
j) No meu local de trabalho ou de estudo a minha entidade patronal ou escola subsidia-me os transportes públicos			Não se aplica

ANEXO 5

Estudo 1

Luz, L. G. O., Seabra, A. F. T., Santos, R., Padez, C., Ferreira, J. P., & Coelho-e-Silva, M.J. (2015). Associação entre IMC e teste de coordenação corporal para crianças (KTK). Uma meta-análise. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 21(3), 230-235.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220152103144469>

ASSOCIAÇÃO ENTRE IMC E TESTE DE COORDENAÇÃO CORPORAL PARA CRIANÇAS (KTK). UMA META-ANÁLISE

ASSOCIATION BETWEEN BMI AND BODY COORDINATION TEST FOR CHILDREN (KTK).
A META-ANALYSIS

ASOCIACIÓN ENTRE IMC Y TEST DE COORDINACIÓN CORPORAL PARA NIÑOS (KTK).
UN META-ANÁLISIS



ARTIGO DE REVISÃO
REVIEW ARTICLES
ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Leonardo Gomes de Oliveira Luz^{1,2}
(Educação Física)
André Filipe Teixeira e Seabra³
(Educação Física)
Rute Santos³ (Educação Física)
Cristina Padez⁴ (Antropóloga)
José Pedro Ferreira²
(Educação Física)
Manuel João Coelho-e-Silva²
(Educação Física)

1. Universidade Federal de Alagoas,
Laboratório de Cineantropometria,
Atividade Física e Promoção
da Saúde – LACAPS, Arapiraca,
Alagoas, Brasil.

2. Universidade de Coimbra, Centro
de Investigação do Desporto e
Atividade Física, Coimbra, Portugal.

3. Universidade do Porto, Centro de
Investigação em Atividade Física,
Saúde e Lazer (CIAFEL),
Porto, Portugal.

4. Universidade de Coimbra, Centro
de Investigação em Antropologia e
Saúde (CIAS), Coimbra, Portugal.

Correspondência:

Rua Vale das Flores, 43, 1B, Coimbra,
Portugal. 3030-486.
leonardoluz.ufal@gmail.com

RESUMO

O Teste de Coordenação Corporal para Crianças (*Körperkoordinationstest für Kinder*, KTK) tem sido utilizado na avaliação da coordenação motora de crianças e adolescentes. O objetivo desta revisão sistemática com meta-análise foi analisar a relação entre o índice de massa corporal (IMC) e o desempenho motor no KTK em crianças e jovens escolares saudáveis. O estudo baseou-se em pesquisas indexadas nas bases eletrônicas *PubMed* e *SciELO*. Os descritores foram: "*Körperkoordinationstest für Kinder*" e "KTK". Foram considerados artigos em inglês e português publicados até Outubro de 2014. A qualidade dos estudos foi determinada pelas Escalas PEDro e STROBE. Foi realizada meta-análise utilizando o *software Comprehensive Meta-Analysis V2*. Foram incluídos 10 estudos. O resultado global com base no modelo de efeitos fixos mostrou que valores maiores de IMC estão diretamente associados ao baixo desempenho no KTK. Apesar da pequena diferença entre ambos, a magnitude do efeito da associação foi classificada como pequena, porém, significativa para o sexo masculino ($r=0,29$; IC95% 0,27 a 0,32; $Z=22,47$; $p=0,000$) e moderada para o sexo feminino ($r=0,32$; IC95% 0,30 a 0,34; $Z=24,76$; $p=0,000$). Os estudos apresentaram características amostrais bastante divergentes quanto ao tamanho da amostra e a faixa etária dos sujeitos, além de nenhum deles ter analisado o estado maturacional dos participantes. Conclui-se que há uma tendência de relação positiva entre valores elevados de IMC e o baixo desempenho no KTK. Para confirmação desta tendência, recomenda-se que os próximos trabalhos considerem o estado maturacional dos participantes, além de possibilitarem uma análise por sexo e idade.

Palavras-chave: meta-análise, adolescente, antropometria, atividade motora.

ABSTRACT

The *Body Coordination Test for Children (Körperkoordinationstest für Kinder, KTK)* has been used in the evaluation of motor coordination in young people. The objective of this systematic review and meta-analysis study was to analyze the relationship between body mass index (BMI) and the motor performance by the KTK test in healthy children. The study was based on research indexed in the electronic databases *PubMed* and *SciELO*. The descriptors were "*Körperkoordinationstest für Kinder*" and "KTK". Studies published in English and Portuguese until October 2014 were considered. The quality of the studies was determined by PEDro and STROBE scales. Meta-analysis was performed using the *Comprehensive Meta-Analysis V2* software. A total of 10 studies were included. The overall result based on the fixed effects model showed that higher values of the BMI are directly associated with low performance in the KTK. Despite the small difference between genders, the magnitude of the association effect was classified as small, but significant for males ($r = 0.29$; 95% CI 0.27 to 0.32; $Z = 22.47$; $p = 0.000$) and moderate for females ($r = 0.32$; 95% CI 0.30 to 0.34; $Z = 24.76$, $p = 0.000$). Studies have shown different characteristics as the sample size and the age of the subjects, and none of them have analyzed the maturational status of the participants. Based on these results, there is a trend of a positive relationship between high values of BMI and low performance in the KTK.

Keywords: meta-analysis, adolescent, anthropometry, motor activity.

RESUMEN

El "*Körperkoordinationstest für Kinder*" (KTK) ha sido utilizado en la evaluación de la coordinación motriz de niños y adolescentes. El objetivo de esta revisión sistemática con meta-análisis fue analizar la relación entre el índice de masa corporal (IMC) y el desempeño en el KTK en niños y jóvenes escolares saludables. El estudio se basó en investigaciones indexadas en las bases de datos electrónicas *PubMed* y *SciELO*. Los descriptores fueron "*Körperkoordinationstest für Kinder*" y "KTK". Se consideraron los artículos en Inglés y portugués publicados hasta octubre de 2014. La calidad de los estudios se determinó por Escalas PEDro y STROBE. Se realizó un meta-análisis con el uso del *software Comprehensive Meta-Analysis V2*. Se incluyeron 10 estudios. El resultado global basado en el modelo de efectos fijos mostró que valores más altos de IMC están directamente asociados al bajo desempeño en el KTK. A pesar de la pequeña diferencia entre ambos, la magnitud del efecto de la asociación fue clasificada como pequeña, pero significativa para el sexo masculino ($r = 0,29$; 95% CI 0,27-0,32; $Z = 22,47$, $p = 0,000$) y moderada para el sexo femenino ($r = 0,32$; IC 95% 0,30-0,34; $Z = 24,76$, $p = 0,000$). Los estudios presentaron características muestrales bastante divergentes cuanto al tamaño de la

muestra y el grupo de edad de los sujetos, además de haberse analizado el estado de madurez de los participantes. Se concluye que hay una tendencia de relación positiva entre los valores elevados de IMC y el bajo desempeño en el KTK. Para la confirmación de esta tendencia, se recomienda que los futuros estudios consideren el estado de madurez de los participantes, además de posibilitar un análisis por sexo y edad.

Palabras clave: meta-análisis, adolescente, antropometría, actividad motriz.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220152103144469>

Artigo recebido em 02/01/2015 aprovado em 02/04/2015.

INTRODUÇÃO

Janssen e Leblanc¹, numa revisão sistemática, constataram evidências associando a prática de atividades físicas na infância e adolescência a inúmeros benefícios de saúde, nomeadamente a saúde cardiovascular, metabólica, esquelética e mental, além de auxiliar no controle ponderal, reduzindo o risco de obesidade. A literatura parece associar a importância da prática de atividade física para a saúde dos jovens ao desenvolvimento dos componentes da aptidão física relacionada com a saúde².

Em indivíduos jovens, assim como para os adultos, os benefícios da prática regular de atividade física sobre a aptidão física relacionada à saúde são tópicos bastante estudados na literatura científica^{3,4}. Estudos têm demonstrado que a prática de atividade física é uma componente fundamental de um estilo de vida saudável⁵, na medida em que promove benefícios sobre a atividade cognitiva⁶, a estrutura óssea⁷, a saúde metabólica⁸ e o sistema cardiovascular⁹. A atividade física na infância e na adolescência está também associada à manutenção da atividade física em idades subsequentes da vida¹⁰ e na fase adulta¹¹.

Existe na literatura o renascer de uma preocupação com o desenvolvimento da coordenação motora e as implicações desta capacidade na saúde das crianças e dos adolescentes. A coordenação motora pode ser definida como a interação harmoniosa e econômica do sistema musculoesquelético, do sistema nervoso e do sistema sensorial com a finalidade de produzir ações motoras precisas e equilibradas¹². Inúmeras evidências têm mostrado associação da coordenação motora com aspectos relacionados à saúde de crianças¹³⁻¹⁵. Dentre os aspectos estudados, destacam-se a aptidão física relacionada com a saúde^{16,17}, o nível de atividade física^{15,18}, a morfologia corporal¹⁹, a maturação biológica²⁰ e as características sociodemográficas²¹. Ainda, estudiosos mencionam que o desenvolvimento da coordenação motora na infância poderá influenciar decisivamente na motivação e no envolvimento em práticas motoras, relacionando-se positivamente com a realização de atividades físicas e com a participação desportiva^{10,22}, além de, também, aumentar a probabilidade de obtenção de melhores desempenhos acadêmicos²³.

Segundo Cools *et al.*²⁴, vários são os instrumentos de avaliação da coordenação motora, dentre os quais, citam-se: teste de integração sensorial da Califórnia do Sul, teste de Bruininks-Oseretsky de proficiência motora, teste de habilidades de crianças jovens, teste de sensibilidade cinestésica, exame da criança com disfunção neurológica menor, teste de desenvolvimento motor grosso, bateria de avaliação de movimento para crianças - teste do movimento ABC, teste de coordenação corporal para crianças - *Körperkoordinations-test für Kinder* - KTK, entre outros.

Teste de Coordenação Corporal para Crianças - *Körperkoordinations-test für Kinder* (KTK): surgiu frente à necessidade de diagnosticar mais sutilmente as insuficiências motoras em crianças com lesões cerebrais e/ou desvios comportamentais. O desenvolvimento do teste ocorreu na

Alemanha, durante cinco anos de estudos, em diversos estágios, e culminou com sua concepção final publicada em 1974²⁵.

O KTK abrange componentes da coordenação corporal como: o equilíbrio, o ritmo, a força, a lateralidade, a velocidade e a agilidade. O teste leva cerca de 10 a 15 minutos para ser administrado a cada criança ou adolescente entre os 5 e os 14 anos de idade. A sala de teste deve apresentar uma dimensão mínima de 4x5 metros. O KTK tem, em sua forma final, quatro tarefas: equilíbrio em marcha à retaguarda, saltos monopodais, saltos laterais e transposição lateral.

O resultado de cada item é comparado com os valores normativos fornecidos pelos autores, sendo-lhe atribuído a cada item um quociente. O somatório dos quatro quocientes representa o quociente motor (QM), que pode ser apresentado em valores percentuais ou absolutos, permitindo classificar as crianças, para cada idade e sexo, segundo o seu nível de desenvolvimento coordenativo: (1) perturbações da coordenação (QM < 70); (2) insuficiência coordenativa (71 ≤ QM ≤ 85); (3) coordenação normal (86 ≤ QM ≤ 115); (4) coordenação boa (116 ≤ QM ≤ 130); (5) coordenação muito boa (131 ≤ QM ≤ 145). O KTK é um instrumento altamente confiável e válido e, portanto, frequentemente usado para avaliar a coordenação motora em crianças^{26,27}.

Mais recentemente, o KTK tem sido utilizado como teste para avaliação da coordenação motora em diversos estudos realizados com crianças e adolescentes aparentemente saudáveis^{27,28}. Destes, destacam-se, pelo seu maior número, os trabalhos que tiveram como objetivo associar o desempenho motor na bateria de testes do KTK com o índice de massa corporal (IMC) de crianças e jovens. Apesar do maior número de estudos relacionados com esse tema, percebe-se na literatura uma carência quanto à real magnitude do efeito dos resultados reportados.

Uma recente revisão sistemática sobre a relação entre a coordenação motora e aspectos da saúde de crianças e adolescentes mostrou que o tamanho corporal pode influenciar no desempenho da coordenação motora²⁹. Contudo, esta relação não esteve presente em todos os estudos analisados.

A presente revisão sistemática com meta-análise tem interesse, especificamente, nos estudos que utilizaram o KTK como instrumento para avaliar a coordenação motora de crianças e jovens, principalmente pelos seguintes aspectos: 1) trata-se de um teste apropriado para crianças com desenvolvimento motor típico padrão, bem como para crianças com danos cerebrais, problemas comportamentais ou dificuldades de aprendizagem; 2) o teste engloba uma faixa etária de 5 a 14 anos de idade, ou seja, pode ser aplicado em crianças e adolescentes; 3) o KTK é fácil de configurar e leva pouco tempo para administrar; 4) o KTK é um dos testes de menor custo de execução; 5) o teste é completamente padronizado e considerado altamente confiável²⁴. Aliado às questões mencionadas anteriormente, que denotam vantagens do KTK em relação a outros testes de avaliação do desempenho motor, outro ponto importante, que merece destaque, é o fato do KTK ser o

teste mais comumente utilizado em estudos que associam o IMC com o desempenho de crianças em teste de coordenação motora. Diante do exposto, o objetivo desta revisão sistemática seguida de meta-análise é analisar a relação entre o IMC e o desempenho no KTK em crianças e jovens escolares saudáveis.

MÉTODOS

A presente revisão baseou-se na realização de uma pesquisa e identificação de artigos publicados sobre o tema e indexados nas bases eletrônicas *PubMed* e *Scielo*. Para busca *online*, os termos descritores utilizados foram: "Körperkoordinationstest für Kinder" e "KTK", tendo em vista que o objetivo inicial foi de encontrar toda a literatura disponível sobre o KTK. A compilação dos estudos decorreu de Agosto a Outubro de 2014 (data da última busca: 26/10/2014).

Crítérios de inclusão

Foram incluídos estudos de intervenção e observacionais, transversais e longitudinais, realizados com escolares, crianças e adolescentes, de ambos os sexos. Os artigos analisados representam o total resultante da busca isolada de cada um dos descritores mencionados anteriormente. Foram analisadas todas as publicações nos idiomas português e inglês. Os estudos deveriam, obrigatoriamente, reportar os resultados da relação entre o IMC dos sujeitos e o desempenho no KTK.

Quanto aos critérios de exclusão adotados, o presente estudo optou por não utilizar: a) textos de revisão sobre o tema; b) estudos que não utilizaram a bateria KTK completa, com as quatro tarefas; c) estudos cuja amostra fosse de crianças com qualquer distúrbio de coordenação motora; d) estudos realizados com crianças em ambiente de treinamento desportivo e, por uma questão de controle da qualidade dos estudos incluídos, e) estudos com um escore menor do que quatro na Escala de PEDro e 80% na Escala STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*).

Os passos utilizados na seleção dos estudos estão ilustrados na figura 1.

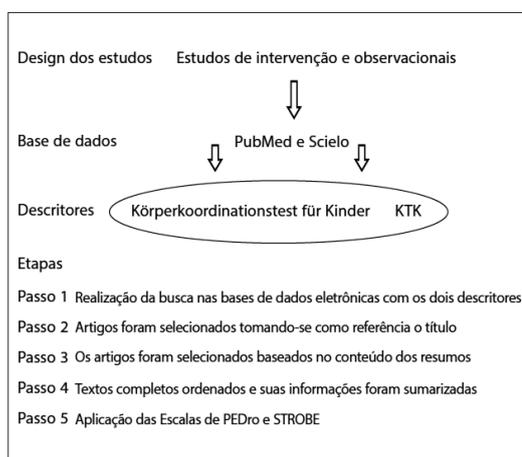


Figura 1. Diagrama de seleção dos estudos.

Avaliação da qualidade metodológica dos estudos

A qualidade dos estudos foi determinada pela utilização de dois instrumentos distintos, a Escala PEDro para os estudos de intervenção e a Escala STROBE para os estudos observacionais.

A Escala PEDro³⁰, baseada na lista de Delphi³¹ e traduzida para a língua portuguesa em 2009, tem 11 itens que avaliam a qualidade metodológica dos ensaios clínicos aleatórios, observando dois aspectos do estudo: a validade interna e se contém informações estatísticas suficientes para torná-lo interpretável.

Apenas dez dos 11 critérios avaliados recebem pontuação³⁰, ficando a primeira questão sem pontuação. Cada critério é pontuado de acordo com a sua manifestação no estudo avaliado. Caso seja presente, atribui-se um ponto e na sua ausência não se pontua. A pontuação final é obtida pela soma de todas as questões cujas respostas são positivas. De acordo com Moseley *et al.*³², estudos com escore igual ou maior que cinco (50%) são considerados de alta qualidade. Apesar disso, devido à impossibilidade de se alcançar certas condições, como o cegamento dos profissionais que conduzem a intervenção ou dos sujeitos em estudos de intervenção, a pontuação máxima que poderia ser alcançada por um estudo de intervenção seria 8/10. Para a presente revisão, todos os estudos pontuados pela Escala PEDro com valores iguais ou superiores a 4 foram considerados estudos de boa qualidade metodológica e, portanto, incluídos na análise.

Já a qualidade dos estudos observacionais foi determinada pela Escala STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*)³³. A lista de verificação e os documentos que descrevem a Iniciativa STROBE foram elaborados por meio de um processo de colaboração que incluiu pesquisadores que trabalham na área de epidemiologia, estatística e metodologia de pesquisa, além de editores de diversas revistas científicas. A escala STROBE compreende uma lista de verificação de 22 itens que deveriam ser abordados na descrição dos estudos observacionais. Os itens relacionam-se com as informações que deveriam estar presentes no título, resumo, introdução, metodologia, resultados e discussão de artigos científicos que descrevem estudos observacionais³⁴. Os estudos pontuados pela Escala STROBE com valores iguais ou maiores a 80% do máximo possível foram incluídos na análise.

Análise dos dados

A meta-análise foi realizada com o programa *Comprehensive meta analysis V2* e o resultado global com base no modelo de efeitos fixos³⁵ mostra a correlação entre os valores de IMC e o baixo desempenho no KTK, além do seu intervalo de confiança a 95%, a magnitude do efeito e a significância estatística ($p < 0,05$). Os coeficientes de correlação foram interpretados da seguinte forma³⁶: trivial ($r < 0,1$), fraca ($0,1 < r < 0,3$), moderada ($0,3 < r < 0,5$), forte ($0,5 < r < 0,7$), muito forte ($0,7 < r < 0,9$), e quase perfeita ($r > 0,9$). Além disso, foi realizada também uma análise de viés de publicação por meio de inspeção visual do "funil invertido". O gráfico de dispersão no formato de "funil invertido" foi utilizado para avaliar o risco de viés de publicação, por meio da avaliação da distribuição dos dados observados no gráfico. Quando não há risco de viés de publicação, obtém-se a figura que dá nome ao gráfico. Os valores obtidos no gráfico não são sistematicamente examinados e a simetria (ou assimetria) tem geralmente sido definida por meio de inspeção visual. Relativamente às estatísticas de heterogeneidade, utilizou-se o Q de Cochran para o cálculo do I^2 de Higgin, que representa a percentagem de variância atribuída à heterogeneidade. O I^2 toma valores entre 0% e 100%. Valor zero indica ausência de heterogeneidade. Os demais valores classificam-se em: baixa heterogeneidade ($25\% < I^2 < 50\%$), heterogeneidade moderada ($50\% < I^2 < 75\%$) e heterogeneidade elevada ($I^2 > 75\%$)³⁷. Por último, optou-se por realizar, também, uma análise dos subgrupos masculino e feminino para melhor compreender os resultados e a heterogeneidade dos dados.

RESULTADOS

Foram identificados 102 estudos (87 no *PubMed* e 15 no *Scielo*); 84 foram excluídos após análise dos títulos e resumos, por serem duplicados ou por não se enquadrarem nos critérios de seleção; 18 foram analisados pelo texto completo, dos quais 8 foram excluídos por não se enquadrarem nos critérios de inclusão ou por não terem atingido os 4 pontos na Escala PEDro ou os 80% na Escala STROBE (figura 2). Dos 10 estudos selecionados, um era de intervenção (de curta duração) e nove de âmbito observacional.

Na tabela 1, encontram-se as características gerais dos estudos selecionados.

Os resultados encontrados evidenciam uma predominância de estudos realizados na Europa (nove estudos), o que já era esperado levando-se em consideração a origem do teste, com destaque para os estudos realizados na Bélgica (quatro estudos) e em Portugal (quatro estudos). Todos os estudos compilados apresentaram em sua amostra crianças de ambos os sexos, embora alguns não

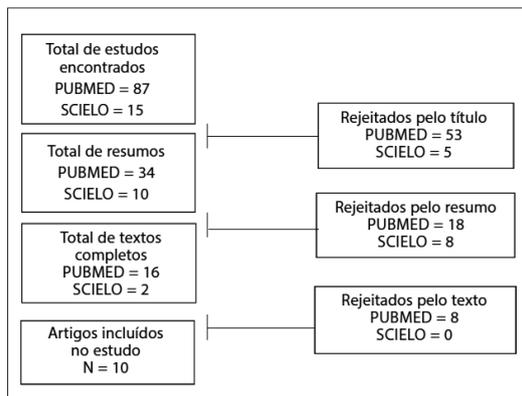


Figura 2. Sumário do fluxograma de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos selecionados.

Tabela 1. Dados gerais quanto à origem, dimensão e idade da amostra e principais dados estatísticos reportados dos estudos selecionados.

Estudo (ano)	Base de dados	Amostra	País	Idade (anos)	Dados estatísticos
Catenassi <i>et al.</i> ³⁸ , 2007	Scielo	27 crianças (meninas = 11)	Brasil	4 a 6	Correlação e N
D'Hondt <i>et al.</i> ²⁷ , 2011	PubMed	954 crianças (meninas = 500)	Bélgica	5 a 12	Média, desvio padrão e N
D'Hondt <i>et al.</i> ³⁹ , 2011	PubMed	72 crianças (meninas = 24)	Bélgica	7 a 13	Média, desvio padrão e N
D'Hondt <i>et al.</i> ⁴⁴ , 2013	PubMed	100 crianças (meninas = 48)	Bélgica	6 a 10	Correlação e N
D'Hondt <i>et al.</i> ²⁸ , 2014	PubMed	754 crianças (meninas = 49,2%)	Bélgica	7 a 13	Correlação e N
Graf <i>et al.</i> ⁴⁰ , 2004	PubMed	668 crianças (meninas = 327)	Alemanha	6,7±0,4	Correlação e N
Lopes <i>et al.</i> ¹⁵ , 2012	PubMed	7175 crianças (meninas = 3559)	Portugal	6 a 14	Correlação e N
Lopes <i>et al.</i> ²³ , 2013	PubMed	596 crianças (meninas = 281)	Portugal	9 a 12	Odds ratio e intervalo de confiança
Martins <i>et al.</i> ¹⁴ , 2010	PubMed	285 crianças (meninas = 142)	Portugal	6	Correlação e erro padrão
Melo e Lopes ⁴² , 2013	Scielo	794 crianças (meninas = 398)	Portugal	6 a 9	Correlação e N

N: tamanho da amostra

tenham apresentado os resultados da associação entre o IMC e o desempenho no KTK dos sujeitos analisados, separadamente, para meninos e meninas. Percebe-se uma heterogeneidade no quantitativo amostral dos estudos e a faixa etária predominante é dos 6 aos 10 anos de idade.

Os dados apresentados em texto e em tabelas são, em sua maioria, valores de correlação entre as variáveis de estudo e o tamanho da amostra.

A tabela 2 reporta os resultados da correlação e a magnitude do efeito de cada um dos estudos, separadamente, assim como o valor geral. Dentre os estudos analisados, o resultado de Catenassi *et al.*³⁸ não apresentou associação significativa (p=0,845). A magnitude da associação mostrada pelos estudos foi menor no estudo de Martins *et al.*¹⁴ e maior em D'Hondt *et al.*³⁹ O tamanho do efeito na análise para ambos os sexos combinados foi significativo, mas sua correlação classificada como trivial (r = 0,06; IC 95% 0,05 a 0,06; Z = 16,21; p=0,000). As tabelas 3 e 4 reportam os resultados da correlação e magnitude do efeito de cada um dos estudos, separadamente, assim como os valores estatísticos no geral, para meninos e meninas, respectivamente. Nos meninos, a associação mostrada pelos estudos variou de r=0,17 (IC 95% 0,05 a 0,28; Z=2,78; p=0,005), no estudo de Graf *et al.*⁴⁰, a r=0,72 (IC 95% 0,63 a 0,79; Z=10,36; p=0,000), em D'Hondt *et al.*³⁹. A associação encontrada na análise dos seis estudos, entre o IMC e o desempenho no teste KTK em sujeitos do sexo masculino, foi de r=0,29 (IC 95% 0,27 a 0,32; Z=22,47; p=0,000), ou seja, uma associação fraca, porém significativa, entre o valor mais alto de IMC e a di-

Tabela 2. Estudos, valores de correlação e magnitude do efeito dos seus resultados e valor representativo geral da relação entre o IMC e o baixo desempenho no KTK de escolares de ambos os sexos.

Estudos	Estatística de cada estudo e valores gerais				Correlação e 95% IC
	r	95% IC	Z	p	
Catenassi <i>et al.</i> ³⁸ , 2007	0,04	-0,35	0,41	0,20	0,845
D'Hondt <i>et al.</i> ²⁷ , 2011	0,41	0,37	0,44	19,90	0,000
D'Hondt <i>et al.</i> ³⁹ , 2011	0,80	0,73	0,84	15,36	0,000
D'Hondt <i>et al.</i> ⁴⁴ , 2013	0,62	0,48	0,73	7,14	0,000
D'Hondt <i>et al.</i> ²⁸ , 2014	0,27	0,23	0,32	10,86	0,000
Graf <i>et al.</i> ⁴⁰ , 2004	0,17	0,12	0,23	5,85	0,000
Lopes <i>et al.</i> ¹⁵ , 2012	0,25	0,23	0,28	21,88	0,000
Lopes <i>et al.</i> ²³ , 2013	0,38	0,30	0,46	8,48	0,000
Martins <i>et al.</i> ¹⁴ , 2010	0,01	0,00	0,02	2,41	0,016
Melo e Lopes ⁴² , 2013	0,34	0,27	0,40	9,78	0,000
	0,06	0,05	0,06	16,21	0,000

Tabela 3. Estudos, valores de correlação e magnitude do efeito dos seus resultados e valor representativo geral da relação entre o IMC e o baixo desempenho no KTK de escolares do sexo masculino.

Estudos	Estatísticas de cada estudo e valores gerais				Correlação e 95% IC
	r	95% IC	Z	p	
D'Hondt <i>et al.</i> ²⁷ , 2011	0,42	0,35	0,46	13,56	0,000
D'Hondt <i>et al.</i> ³⁹ , 2011	0,72	0,63	0,79	10,36	0,000
Graf <i>et al.</i> ⁴⁰ , 2004	0,17	0,05	0,28	2,78	0,005
Lopes <i>et al.</i> ¹⁵ , 2012	0,24	0,21	0,27	14,71	0,000
Lopes <i>et al.</i> ²³ , 2013	0,45	0,34	0,55	7,16	0,000
Melo e Lopes ⁴² , 2013	0,26	0,16	0,35	5,18	0,000
	0,29	0,27	0,32	22,47	0,000

minuição no desempenho do KTK. Nas meninas, o valor encontrado foi de $r=0,32$ (IC 95% 0,30 a 0,34), caracterizando-se por uma associação moderada, tendo-se obtido uma significativa magnitude dos efeitos com o valor de $Z=24,76$ ($p=0,000$).

Na figura 3, encontra-se representada a tendência do viés das publicações através do gráfico de dispersão em funil, "funil invertido" ou "árvore de natal"⁴¹. Cada ponto do gráfico representa um estudo pelo que a forma assimétrica obtida no presente estudo sugere que houve viés de publicação.

Deste modo, calculou-se o I^2 de Higgin, com base no valor do Q de Cochran, tendo a percentagem da variância atribuída à heterogeneidade atingido os 99% para a totalidade das amostras analisadas e 94% no caso dos meninos e 95% nas meninas, quando calculada separadamente por sexo.

Tabela 4. Estudos, valores de correlação e magnitude do efeito dos seus resultados e valor representativo geral da relação entre o IMC e o baixo desempenho no KTK de escolares do sexo feminino.

Estudos	Estatística de cada estudo e valores gerais				Correlação e 95% IC	
	r	95% IC	Z	p		
D'Hondt <i>et al.</i> ²⁷ , 2011	0,41	0,36 a 0,46	14,57	0,000		
D'Hondt <i>et al.</i> ³⁹ , 2011	0,87	0,81 a 0,92	11,72	0,000		
Graf <i>et al.</i> ⁴⁰ , 2004	0,21	0,09 a 0,32	3,50	0,000		
Lopes <i>et al.</i> ¹⁵ , 2012	0,27	0,24 a 0,30	16,25	0,000		
Lopes <i>et al.</i> ²³ , 2013	0,31	0,19 a 0,43	4,85	0,000		
Melo e Lopes ⁴² , 2013	0,41	0,33 a 0,49	8,64	0,000		
	0,32	0,30 a 0,34	24,76	0,000		
					-1,00	1,00
					Menor IMC	Maior IMC

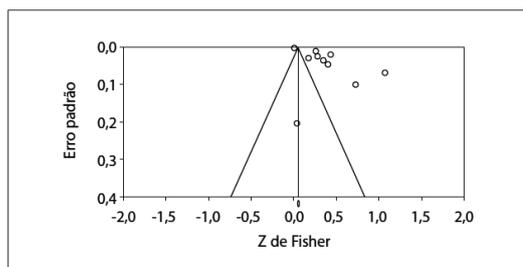


Figura 3. Resultado gráfico de dispersão em "funil invertido" do erro padrão pelo Z de Fisher.

DISCUSSÃO

Os resultados encontrados apontam para uma associação positiva entre os maiores valores de IMC e o menor desempenho nas tarefas do KTK. Para ambos os sexos, de forma combinada, a associação apresentou um valor de $r = 0,06$ (IC 95% 0,05 a 0,06), ou seja, uma relação classificada como trivial, tendo uma magnitude de efeito significativa com valor de $Z=16,21$ ($p=0,000$). Separadamente, a associação para o sexo feminino foi de $r=0,32$ (IC 95% 0,30 a 0,34), com magnitude de efeito de $Z=24,76$ ($p=0,000$) e no sexo masculino com $r=0,29$ (IC 95% 0,27 a 0,32) e valor de $Z=22,47$ ($p=0,000$). Os estudos selecionados apresentaram-se divergentes principalmente quanto às características da amostra (número de observados e faixa etária da amostra). Todos os estudos analisados incluíram participantes de ambos os sexos. No entanto, apenas seis dos 10 estudos interpretaram isoladamente os resultados para meninos e meninas^{15,27,39,40,42,43}. Quanto ao quantitativo da amostra, três estudos avaliaram um total de 100 crianças ou menos^{38,39,44}, enquanto os de-

mais apresentaram uma amostra superior, tendo o estudo de maior abrangência atingido o valor de 7.175 sujeitos no total¹⁵. A faixa etária estudada variou dos 4 aos 14 anos de idade, tendo estudos concentrado a amostra em crianças pré-púberes^{14,38,40,42,44}, enquanto outros abrangeram crianças e jovens^{15,27,28,39,43}. Os aspectos listados são de suma importância na discussão dos resultados encontrados, uma vez que na meta-análise cada estudo exerce uma contribuição particular no resultado da correlação e na magnitude do efeito da associação global entre os escores do IMC e do KTK.

Quanto aos resultados da meta-análise para cada sexo, separadamente, percebeu-se um aumento no valor da correlação tanto para o sexo masculino, quanto para o feminino. Este resultado pode ter sido influenciado, entre outros motivos, pela exclusão do estudo de Catenassi *et al.*³⁸, cuja associação entre as variáveis não teve magnitude de efeito significativa ($Z=0,20$; $p=0,845$). Neste estudo, os autores avaliaram apenas 27 crianças brasileiras, dos 4 os 6 anos de idade, e encontraram uma correlação trivial entre as variáveis em questão com $r=0,04$ (IC 95% -0,35 a 0,41). Por outro lado, o estudo publicado por D'Hondt *et al.*³⁹ cuja amostra foi composta por 72 crianças belgas, com idades variando entre os 7 e 13 anos, obtiveram uma correlação muito forte, com magnitude de efeito significativa, e permitiu as análises para ambos os sexos, separadamente, o que contribuiu para o aumento dos valores globais reportados pela meta-análise.

Essas diferenças entre os estudos são designadas de heterogeneidade e a diversidade na característica da amostra é um aspecto bastante importante na interpretação dos resultados e pode estar associada à assimetria obtida no gráfico do "funil invertido", caracterizando viés nos estudos selecionados. Esse gráfico tem como premissa que o tamanho da amostra é o mais forte correlato do viés de publicação⁴⁵. Outra questão que chama a atenção, nesse contexto da possível influência da característica da amostra na magnitude do efeito do resultado obtido, diz respeito aos diferentes grupos etários estudados. Em estudo transversal, realizado com 954 crianças e jovens belgas, de ambos os sexos, D'Hondt *et al.*²⁷ encontraram uma relação inversa entre os valores do IMC e os resultados no KTK, mas que parece mais pronunciada nas idades maiores. Uma possível explicação para essa constatação pode ser a de que o desenvolvimento motor das crianças aumenta na medida em que tornam-se mais maduras. No entanto, após atingir à puberdade, esse aumento tende a ser mais lento e a estabilizar-se⁴⁶. Por outro lado, o ganho de peso, que também ocorre com o avançar do estado maturacional, tende a aumentar⁴⁷, o que contribuiria para uma maior chance de haver associação inversamente proporcional entre o IMC e o desempenho no KTK na puberdade e na adolescência, em relação à infância.

Chivers *et al.*⁴⁸, em estudo publicado com 666 crianças e adolescentes do *Western Australian Pregnancy Cohort (Raine) Study*, com idades de 10 e 14 anos, agrupados em peso normal, sobrepeso e obesidade, cujo teste de habilidade motora foi o *McCarron Assessment of Neuromuscular Development (MAND)*, não encontraram diferenças significativas nos participantes de desempenho motor global entre grupos nos sujeitos de 10 anos de idade, mas, aos 14 anos, o grupo com peso normal obteve melhores resultados do que o grupo de obesos.

Vale ressaltar, também, que nenhum dos estudos selecionados para a presente revisão contemplou em seus procedimentos metodológicos a avaliação do estado maturacional dos indivíduos da amostra. Tendo em vista a faixa etária dos sujeitos estudados e levando-se em consideração que o estado maturacional exerce efeito sobre o tamanho corporal de crianças e adolescentes⁴⁶, torna-se evidente

que esta é uma questão que pode reforçar a heterogeneidade metodológica dos estudos reportados e deve ser levada em consideração em estudos futuros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado global com base no modelo de efeitos fixos mostrou que a magnitude do efeito da associação entre o IMC e o desempenho no KTK foi classificada como pequena para o sexo masculino e moderada para o sexo feminino. Os estudos apresentaram características amostrais bastante divergentes quanto ao tamanho da amostra e a faixa etária dos sujeitos, além de nenhum deles ter analisado o estado maturacional dos seus participantes. Estes fatores reunidos podem explicar parte da heterogeneidade encontrada entre os estudos. Diante do exposto, conclui-se que há uma tendência de relação positiva entre maiores valores de IMC e menores resultados de de-

sempenho no KTK em crianças e adolescentes. No entanto, para confirmação desta tendência, recomenda-se para os próximos trabalhos que possibilitem uma interpretação isolada da relação existente entre o IMC e o KTK para ambos os sexos, em diferentes faixas etárias, além de incluírem em seus procedimentos metodológicos a avaliação do estado maturacional dos sujeitos da amostra.

AGRADECIMENTOS

Apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) na forma de bolsa de estudos, processo número: 1617/13-3.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

- Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *J Pediatr*. 2005;146(6):732-7.
- Gracia-Marco L, Vicente-Rodríguez G, Casajús JA, Molnar D, Castillo MJ, Moreno LA. Effect of fitness and physical activity on bone mass in adolescents: the HELENA Study. *Eur J Appl Physiol*. 2011;111(11):2671-80.
- Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr*. 2005;146(6):732-7.
- Physical Activity Guidelines Advisory Committee report, 2008. To the Secretary of Health and Human Services. Part A: executive summary. *Nutr Rev*. 2009;67(2):114-20.
- Twisk JW. Physical activity guidelines for children and adolescents: a critical review. *Sports Med*. 2001;31(8):617-27.
- Ruiz JR, Ortega FB, Castillo R, Martín-Matillas M, Kwak L, Vicente-Rodríguez G, et al. Physical activity, fitness, weight status, and cognitive performance in adolescents. *J Pediatr*. 2010;157(6):917-922.e1-5.
- Sayers A, Mattocks C, Deere K, Ness A, Riddoch C, Tobias JH. Habitual levels of vigorous, but not moderate or light, physical activity is positively related to cortical bone mass in adolescents. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011;96(5):E793-802.
- Adegboye AR, Anderssen SA, Froberg K, Sardinha LB, Heitmann BL, Steene-Johannessen J, et al. Recommended aerobic fitness level for metabolic health in children and adolescents: a study of diagnostic accuracy. *Br J Sports Med*. 2011;45(9):722-8.
- Vasconcelos IQ, Stabellini Neto A, Mascarenhas LP, Bozza R, Ulbrich AZ, Campos Wd, Bertin RL. Cardiovascular risk factors in adolescents with different levels of energy expenditure. *Arq Bras Cardiol*. 2008;91(4):207-12, 227-33.
- Graham DJ, Sirard JR, Neumark-Sztainer D. Adolescents' attitudes toward sports, exercise, and fitness predict physical activity 5 and 10 years later. *Prev Med*. 2011;52(2):130-2.
- Hallal PC, Victora CG, Azevedo MR, Wells JC. Adolescent physical activity and health: a systematic review. *Sports Med*. 2006;36(12):1019-30.
- Schilling VF, Kiphard EJ. The body coordination test (BCT). *JOPERD*. 1976;47(4):37.
- Burns YR, Danks M, O'Callaghan MJ, Gray PH, Cooper D, Poulsen L, et al. Motor coordination difficulties and physical fitness of extremely-low-birthweight children. *Dev Med Child Neurol*. 2009;51(2):136-42.
- Martins D, Maia J, Seabra A, Garganta R, Lopes V, Katzarzyk P, et al. Correlates of changes in BMI of children from the Azores islands. *Int J Obes (Lond)*. 2010;34(10):1487-93.
- Lopes VP, Stodden DF, Bianchi MM, Maia JA, Rodrigues LP. Correlation between BMI and motor coordination in children. *J Sci Med Sport*. 2012;15(1):38-43.
- Cairney J, Hay J, Veldhuizen S, Faught B. Comparison of VO2 maximum obtained from 20 m shuttle run and cycle ergometer in children with and without developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil*. 2010;31(6):1332-9.
- Machado-Rodrigues AM, Figueiredo AJ, Mota J, Cumming SP, Eisenmann JC, Malina RM, et al. Concurrent validation of estimated activity energy expenditure using a 3-day diary and accelerometry in adolescents. *Scand J Med Sci Sports*. 2012;22(2):259-64.
- Rivlis I, Hay J, Cairney J, Kienrou P, Liu J, Faught BE. Physical activity and fitness in children with developmental coordination disorder: a systematic review. *Res Dev Disabil*. 2011;32(3):894-910.
- Kromholz H. Motor and cognitive performance of overweight preschool children. *Percept Mot Skills*. 2013;116(1):40-57.
- Katzmarzyk PT, Malina RM, Beunen GP. The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Ann Hum Biol*. 1997;24(6):493-505.
- Mutunga M, Gallagher AM, Boreham C, Watkins DC, Murray LJ, Cran G, et al. Socioeconomic differences in risk factors for obesity in adolescents in Northern Ireland. *Int J Pediatr Obes*. 2006;1(2):114-9.
- Okely AD, Booth ML, Patterson JW. Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(11):1899-904.
- Lopes L, Santos R, Pereira B, Lopes VP. Associations between gross motor coordination and academic achievement in elementary school children. *Hum Mov Sci*. 2013;32(1):9-20.
- Cools W, Martelaer KD, Samaey C, Andries C. Movement skill assessment of typically developing preschool children: a review of seven movement skill assessment tools. *J Sports Sci Med*. 2009;8:154-168.
- Kiphard EJ, Schilling F. Körperkoordinationstest für Kinder - Body coordination test for children. Weinheim, Germany: Beltz Test GmbH; 1974.
- Smits-engelsman BCM, Henderson SE. The assessment of children with developmental coordination disorders in the Netherlands: The relationship between the movement assessment battery for children and the Körperkoordinationstest für Kinder. *Human Movement Science*. 1998;17:699-709.
- D'Hondt E, Deforche B, Vaeyens R, Vandorpe B, Vandendriessche J, Pion J, et al. Gross motor coordination in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: a cross-sectional study. *Int J Pediatr Obes*. 2011;6(2-2):e56-64.
- D'Hondt E, Deforche B, Gentier I, Verstuyf J, Vaeyens R, De Bourdeaudhuij I, et al. A longitudinal study of gross motor coordination and weight status in children. *Obesity (Silver Spring)*. 2014;22(6):1505-11.
- Lubans DR, Morgan PJ, Cliff DP, Barnett LM, Okely AD. Fundamental movement skills in children and adolescents: review of associated health benefits. *Sports Med*. 2010;40(12):1019-35.
- Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003;83(8):713-21.
- Verhagen AP, de Vet HC, de Bie RA, Kessels AG, Boers M, Bouter LM, et al. The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol*. 1998;51(12):1235-41.
- Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. Evidence for physiotherapy practice: a survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Aust J Physiother*. 2002;48(1):43-9.
- von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening of Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol*. 2007;60(4):344-9.
- Malta M, Cardoso LO, Bastos FI, Magnanini MM, Silva CM. STROBE initiative: guidelines on reporting observational studies. *Rev Saude Publica*. 2010;44(3):559-65.
- Harris RJ, Bradburn MJ, Deeks JJ, Altman DG, Harbord RM, Sterne JAC. Meta-an: Fixed- and random-effects meta-analysis. *Stata J*. 2008;8:3-28.
- Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(1):3-13.
- Sterne J. Meta-Analysis in Stata: an updated collection from Stata Journal. Texas, USA: Statpress; 2009.
- Catenassi FZ, Marques I, Bastos CB, Basso L, Ronque ERV, Gerage AM. Relação entre índice de massa corporal e habilidade motora grossa em crianças de quatro a seis anos. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(4):227-30.
- D'Hondt E, Gentier I, Deforche B, Tanghe A, De Bourdeaudhuij I, Lenoir M. Weight loss and improved gross motor coordination in children as a result of multidisciplinary residential obesity treatment. *Obesity (Silver Spring)*. 2011;19(10):1999-2005.
- Graf C, Koch B, Kretschmann-Kandel E, Falkowski G, Christ H, Couburger S, et al. Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-project). *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004;28(1):22-6.
- Egger M, Smith GD. Bias in location and selection of studies. *BMJ*. 1998;316(7124):61-6.
- Melo MM, Lopes VP. Associação entre o índice de massa corporal e a coordenação motora em crianças. *Rev Bras Educ Fis Esporte*. 2013;27(1):7-13.
- Lopes L, Santos R, Moreira C, Pereira B, Lopes VP. Sensitivity and specificity of different measures of adiposity to distinguish between low/high motor coordination. *J Pediatr*. 2015;91(1):44-51.
- D'Hondt E, Deforche B, Gentier I, De Bourdeaudhuij I, Vaeyens R, Philippaerts R, et al. A longitudinal analysis of gross motor coordination in overweight and obese children versus normal-weight peers. *Int J Obes (Lond)*. 2013;37(1):61-7.
- Moayyedi P. Meta-analysis: Can we mix apples and oranges? *Am J Gastroenterol*. 2004;99(12):2297-301.
- Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004.
- World Health Organisation (WHO). Prevalence of excess body weight and obesity in children and adolescents. Geneva: WHO; 2007.
- Chivers P, Larkin D, Rose E, Bellin L, Hands B. Low motor performance scores among overweight children: poor coordination or morphological constraints? *Hum Mov Sci*. 2013;32(5):1127-37.

ANEXO 6

Estudo 2

Luz, L. G., Cumming, S. P., Duarte, J. P., Valente-Dos-Santos, J., Almeida, M. J., Machado-Rodrigues, A., Padez, C., Carmo, B. C., Santos, R., Seabra, A., & Coelho-E-Silva, M. J. (2016). Independent and Combined Effects of Sex and Biological Maturation on Motor Coordination and Performance in Prepubertal Children. *Percept Mot Skills*, 122(2):610-35. DOI: 10.1177/0031512516637733

Article

Independent and Combined Effects of Sex and Biological Maturation on Motor Coordination and Performance in Prepubertal Children

Perceptual and Motor Skills

2016, Vol. 122(2) 610–635

© The Author(s) 2016

Reprints and permissions:

sagepub.com/journalsPermissions.nav

DOI: 10.1177/0031512516637733

pms.sagepub.com



Leonardo G. O. Luz

LACAPS, Federal University of Alagoas, Brazil

Sean P. Cumming

School for Health, University of Bath, UK

**João P. Duarte, João Valente-dos-Santos,
Maria J. Almeida, Aristides Machado-Rodrigues,
and Cristina Padez**

University of Coimbra, Portugal

Bruno Cleiton M. Carmo

LACAPS, Federal University of Alagoas, Brazil

Rute Santos

Early Start Research Institute, Faculty of Social Sciences, University of Wollongong, Australia;
CIAFEL, University of Porto, Portugal

André Seabra

CIAFEL, University of Porto, Portugal

Manuel J. Coelho-E-Silva

University of Coimbra, Portugal

Corresponding Author:

Manuel J. Coelho-E-Silva, Estádio Universitário de Coimbra, Pavilhão III, Coimbra 3040-156, Portugal.

Email: mjcesilva@hotmail.com

Abstract

Sex differences and maturation-associated variation in fitness and motor coordination were examined in children aged 8–9 years ($n = 128$, 67 girls). Assessments included stature and body mass, two-component body composition, percentage of predicted adult stature (as an index of biological maturation), and motor performance and coordination (Körperkoordinationstest für Kinder). Compared to girls, boys were less advanced in maturation status, possessed larger fat mass, demonstrated superior performances in six tests of fitness, and obtained one superior score on the Körperkoordinationstest für Kinder. After controlling for somatic maturation, sex differences persisted in the two multivariate domains: motor performance and motor coordination.

Keywords

childhood, motor development, KTK battery, coordination

Introduction

The health-related benefits of regular physical activity and physical fitness in children and adolescents have been widely documented (Strong et al., 2005; see Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2008). More specifically, regular participation in physical activity has been consistently associated with enhanced cardiovascular, metabolic, skeletal, and mental health, and a healthy weight status (Janssen & Leblanc, 2010). Motor competence and the processes of growth and maturation have been shown to contribute to engagement in physical activities during childhood and adolescents (Robinson et al., 2015; Smart et al., 2012). Accordingly, relations among these constructs are of particular interest to those involved in the study and promotion of physical activity and health in youth (Cumming, Sherar, Esliger, Ridloch, & Malina, 2014; Lopes, Stodden, Bianchi, Maia, & Rodrigues, 2012).

Motor competence is a global term used to reflect various terminologies that have been used in previous literature (i.e., motor proficiency, motor performance, fundamental movement/motor skill, motor ability, and motor coordination) to describe goal-directed human movement (Robinson et al., 2015). While motor competence typically improves with age, maturity, and experience, children of the same chronological age and/or maturation status can demonstrate significant variance in motor competence. Several studies in young people have suggested a positive association between motor competence and several health and behavioral outcomes (Burns et al., 2009; Cairney, Hay, Veldhuizen, & Faught, 2010; Krombholz, 2013; Luz et al., 2015; Martins et al., 2010; Robinson et al., 2015). Physical activity and sports participation have a reciprocal relationship with motor competence throughout childhood and adolescence (Graham, Sirard, & Neumark-Sztainer, 2011; Okely, Booth, & Patterson, 2001; Rivilis et al., 2011; Robinson et al., 2015). Accordingly,

the development and refinement of motor skills in young people should be considered a key objective in educational curricula and public health policies.

Between the ages of 3 and 6 years, sex differences in motor competence are minimal, as both boys and girls demonstrate marked improvements across a range of motor skills (Kakebeeke, Locatelli, Rousson, Caflisch, & Jenni, 2012). During this time period, girls often outperform boys on balance and coordination tasks, such as hopping and skipping. From mid-to-late childhood and throughout adolescence, however, boys, compared to girls, demonstrate greater improvements in skills requiring speed, strength, and power, resulting in notable sex differences in motor competence. While much of these differences can be attributed to sex-associated differences in pubertal development (i.e., greater gains in absolute, and relative lean mass in boys), the differences that emerge during late childhood and continue through adolescence are more likely to reflect gender differences in socialization and/or the provision of opportunity (i.e., greater encouragement and opportunity for boys).

It is important to consider inter-individual variability in biological maturation and control for this variable in pediatric exercise research, especially in studies involving the functional and performance characteristics of young athletes (Baxter-Jones, Eisenmann, & Sherar, 2005). Biological maturation can be viewed from two perspectives, status and timing. The former refers to the state of maturation at the time (chronological age) of observation, while the latter refers to the chronological age at which specific maturational landmarks (e.g., menarche, pubertal onset) are attained. The most common indicators of maturity status are skeletal age and development of secondary sex characteristics.

One commonly adopted indicator of maturity timing is age at peak height velocity (PHV). This method requires longitudinal data to obtain accurate estimates of age at PHV for *individuals*. Secondary sex characteristics—breasts and pubic hair in girls or genital and pubic hair in boys—are also widely used in the literature (Baxter-Jones et al., 2005), and at times incorrectly. Given the sensitivity of evaluating pubertal status, especially when using self-report, the issue of the reproducibility of assessments and the potential estimation errors needs to be considered when using sex secondary characteristics to assess maturation (Rasmussen et al., 2015). Allowing for potential error in assessment, stages of puberty have several limitations. First, stages are discrete categories imposed on a continuous process of maturation, and, consequently, a youngster is either in a stage or not in a stage; there are no intermediate stages. Second, duration of a stage and age at transition from one to another are difficult to estimate; to do so, longitudinal observations at relatively short intervals are required. Finally, the rate of transition from pubertal onset to maturity is highly variable among individuals and is not extensively documented (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004) as compared to secondary sex characteristics.

Somatic maturation can be estimated as a percentage of predicted adult stature attained at measurement, if data pertaining to the height of the individual's

biological parents is available (Baxter-Jones et al., 2005). Percentage of predicted mature stature (PMS) at a given age had moderate concordance with skeletal age in male youth participants in American football (Malina, Dompier, Powell, Barron, & Moore, 2007) and soccer (Malina, Coelho e Silva, Figueiredo, Carling, & Beunen, 2012), and it provides a reasonably equivalent range of distribution when classifying individuals as early-maturing, on time, or late-maturing.

The degree to which biological maturation contributes to sex differences in motor competence is unclear as yet, and may vary relative to developmental stage (i.e., early or late childhood, adolescence). Whereas advanced maturation is generally associated with improved motor competence in early childhood, it cannot explain why boys, who typically mature later than girls, demonstrate superior motor performance in late childhood. Furthermore, advanced maturity may differentially affect motor competence in boys and girls during adolescence due to sex-related differences in pubertal development. While advanced maturation in boys is generally associated with greater functional and motor competence, advanced maturity in girls is associated with poorer performance, particularly in skills that require elements of gross motor control and movement and/or endurance (Malina et al., 2004). Biological maturation, rather than chronological age, seems a major correlate of inter-individual variability in physical activity (Cumming, Standage, Gillison, & Malina, 2008; Sherar, Esliger, Baxter-Jones, & Tremblay, 2007). Studies reporting the effect of biological maturation on motor behavior are still limited (Sherar, Cumming, Eisenmann, Baxter-Jones, & Malina, 2010) and are predominantly focused in adolescent years (Malina et al., 2004). This study was aimed to investigate the independent and combined effects of sex and biological maturation on motor competences assessed using a physical fitness battery in addition to four motor coordination tests among pre-pubertal children within a single age group.

Method

Sample

This sample did not pretend to represent the population of Arapiraca and was recruited to examine the hypothesis of the current study. Participants aged 8.0–8.9 years. This narrow age range was chosen to limit the effect of chronological age as a source of inter-individual variability, and the band of eight years corresponds to pre-menarche status (Malina, 2014). The final sample included 128 children (67 girls, 61 boys).

Procedure

This was a school-based cross-sectional study carried out in four primary schools (two public schools and two private schools) from the area of

Arapiraca, a city in the Northeast state of Brazil. The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki for human studies of the World Medical Association. The ethics committee of the Federal University of Alagoas (Brazil) approved the study (CAAE 09200413.5.0000.5013). Prior to data collection, parents or legal guardians signed informed consent (response rate 90%). In addition, verbal consent was obtained from participants after the presentation of the aim and procedures. Participants were informed that their inclusion was voluntary and that they could withdraw from the study at any time. Data were collected in the schools during weekdays corresponding to visits of the research team. A total of three sessions were needed for each class. All visits were performed within a single month. The first visit was used for collection of personal data and anthropometry. A second one was used to assess physical fitness items, and the final session was used to evaluate motor coordination (Körperkoordinationstest für Kinder (KTK) battery), obtaining missing data. All groups followed the same order of tests except for KTK that was organized based on a circuit rotation without visual contact between participants.

Anthropometry

An experienced observer measured all participants, adopting a standardized protocol (Lohman, Roche, & Martorell, 1988). Stature was measured to the nearest 0.1 cm using portable stadiometer (Sanny Caprice, São Paulo, Brazil). Body mass was measured to the nearest 0.1 kg with a digital scale (Techline, São Paulo, Brazil). Skinfold thickness was assessed to the nearest mm using Lange skinfold callipers (Beta Technology, Santa Cruz, California, USA) in the following references: triceps, biceps, subscapular, suprailiac, abdominal, and calf. Estimates of fat mass percentage were obtained from sex-specific equation derived from the sum of the triceps and subscapular skinfolds (Slaughter et al., 1988). Afterward, estimated fat and fat-free masses were calculated to the nearest 0.1 kg. Repeated measurements were obtained on 19 students within one week, and technical errors of measurements were determined: stature, 0.6 cm; body mass, 0.6 kg; skinfolds, 1.0–1.4 mm.

Biological maturation

The Khamis–Roche method (Khamis & Roche, 1994) was used to PMS. The protocol requires decimal age, stature, and body mass of the participant and average parental stature. The stature of the parents was collected through the identity card. This protocol was developed on children from the Fels Longitudinal Study conducted in South Central Ohio in the United States. Current stature was expressed as a percentage of PMS (%PMS). It is assumed that among children of the same chronological age, individuals closer to the estimated mature stature are more advanced in biological maturation compared

with individuals who are further from estimated mature stature (Malina et al., 2004). The Khamis–Roche method has been employed as an estimate of biological maturity status in several studies (Cumming, Standage, Gillison, Dompier, & Malina, 2009; Malina, Cumming, Morano, Barron, & Miller, 2005) and has been validated against an established indicator of maturity (skeletal age) in youth American football players (Malina et al., 2007). The mean error bound (median absolute deviation) between actual and PMS at 18 years of age was 2.2 cm in boys and 1.7 cm in girls (Khamis & Roche, 1994). To evaluate the maturity status, the %PMS was expressed as z score on the mean and standard deviation by sex and age of the Berkeley Guidance Study sample, University of California (Bayer & Bayley, 1959). The z scores of the %PMS are often used to estimate the maturity status. Separately for males and females, two groups contrasting in somatic maturation were derived from z scores of attained %PMS: earliest maturing ($P < 50\%$) and latest maturing ($P > 50\%$). This approach was previously operated for Flemish soccer players aged 11–14 years (Deprez et al., 2014).

Physical fitness

Fitness was assessed according to standard protocols using the following items of the EUROFIT test battery (Committee for the Development of Sports, 1988): standing long jump (SLJ; lower body functional strength), sit-and-reach (SAR; flexibility), handgrip strength (HGP; static strength), 10 × 5-m shuttle run (SHR; agility), and 20-m endurance shuttle run (ESR; cardiorespiratory endurance). In addition, 60-s sit-ups (SUP; trunk strength), 2-kg medicine ball throw (2-kg BT; upper body functional strength), and 25-m dash (SPR; velocity) were also measured. The detailed description of the tests protocols and procedures can be seen elsewhere (Committee for the Development of Sports, 1988). The selection of the tests was aligned with available literature on school children combining fitness and motor coordination (Vandendriessche et al., 2011).

Motor coordination

Motor coordination was evaluated using a 4-item battery, the KTK (Kiphard & Schilling, 1974). The battery is often used in primary school children in Flanders (D'Hondt et al., 2011; Vandendriessche et al., 2012), Germany (Krombholz, 2006), and Portugal (Lopes, Santos, Pereira, & Lopes, 2013; Lopes et al., 2012). It includes four items that were conducted in the following order: walking backward on balance beams (WB), moving sideways on boxes (MS), jumping sideways across a wooden slat (JS), and hopping for height on one leg (HH) (Camacho-Araya, Woodburn, & Boschini, 1990). Metric properties of KTK (Kiphard & Schilling, 1974) showed reasonable test–retest reliability (coefficients ranged between 0.80 and 0.96).

Statistical analysis

Descriptive statistics (range, means, standard errors, standard deviations, and 95% confidence intervals) were calculated for total sample. Kolmogorov–Smirnov was used to test normality, and appropriate log transformations (log 10) were adopted to normalize distributions on three physical fitness tests (HGP, SHR, and ESR) and two KTK items (JS and MS). Sex differences were examined based on the determination of mean differences and respective magnitude effect in parallel to *t* tests. Subsequently, Pearson correlations examined bivariate associations between biological maturation assessments (percentage of mature stature attained and *z* score for percentage of mature stature attained) and motor scores (physical fitness tests and KTK items) for the total sample and also separately for boys and girls. The correlation coefficients were interpreted as follows (Hopkins, Marshall, Batterham, & Hanin, 2009): trivial ($r < 0.1$), small ($0.1 < r < 0.3$), moderate ($0.3 < r < 0.5$), large ($0.5 < r < 0.7$), very large ($0.7 < r < 0.9$), and nearly perfect ($r > 0.9$).

Descriptive statistics (means, standard deviations, mean differences) were calculated within each sex for groups contrasting in somatic maturation given by *z* score of attained PMS for anthropometric measures, physical fitness tests, and KTK items. Then, groups were compared using the two-sided *t* test, and standardized differences between means were reported using Cohen's *d* values interpreted as follows: < 0.20 (trivial), 0.20 to 0.59 (small), 0.60 to 1.19 (moderate), 1.20 to 1.99 (large), 2.0 to 3.9 (very large), and > 4.0 (extremely large) (Hopkins et al., 2009).

Further, the independent and combined effects of sex and maturity status on motor scores were examined using multivariate analysis of variance (MANOVA), separately for physical fitness tests and KTK items. Finally, the effect of sex (boys and girls) on physical fitness tests and KTK items scores was examined using a multivariate analysis of covariance (MANCOVA) (*z* score of attained PMS as covariate). When MANOVA or MANCOVA detected a statistically significant effect, subsequent analysis of variance (ANOVA) and analysis of covariance were used to detect the contribution of the single dependent variables to the multivariate solution. Data were analyzed using IBM SPSS 22.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL). Significance level was set at 5% for all inferential statistics.

Results

Descriptive characteristics of the sample are presented in Tables 1 and 2. Girls showed higher values for attained PMS than boys. Boys presented higher mean values for estimated fat-free mass and attained better performances on 2-kg medicine BT, HGP, 60-s SUP, SLJ, 25-m dash, 10 × 5-m agility, and HH.

As presented in Table 3, correlations between somatic maturation given by attained percentage mature stature and motor performance items were moderate

Table 1. Descriptive statistics (range, mean value including standard error of the mean and 95% confidence limits of the mean, and standard deviation) and test for normality for the total sample of school children aged 8.0–8.9 years ($N = 128$; 61 boys, 67 girls).

X_i : Variables	Range		Mean	SEM	95% CL of the mean		SD	Norm
	Min	Max			Lower	Upper		
X_1 : Chronological age (year)	8.0	8.9	8.5	0.0	8.4	8.5	0.3	0.09*
X_2 : Predicted mature stature (cm)	147.7	189.1	169.6	0.8	168.0	171.2	9.1	0.07
X_3 : Attained PMS (%)	72.1	87.5	77.5	0.3	76.9	78.2	3.5	0.08*
X_4 : z score of APMS	-3.2	5.5	0.3	0.1	0.0	0.5	1.5	0.05
X_5 : Stature of the father (cm)	152.5	189.0	171.3	0.7	169.9	172.6	7.9	0.18‡
X_6 : Stature of the mother (cm)	149.5	179.3	165.1	0.5	164.2	166.0	5.4	0.05
X_7 : Midparental stature (cm)	142.5	176.0	158.9	0.6	157.8	160.1	6.7	0.09*
X_8 : Stature (cm)	119.0	146.2	131.3	0.5	130.3	132.4	5.8	0.04
X_9 : Body mass (kg)	18.1	61.7	31.5	0.7	30.2	32.8	7.4	0.08*
X_{10} : Fat mass (%)	8.5	65.0	27.1	0.8	25.6	28.6	8.6	0.11*
X_{11} : Fat mass (kg)	1.5	40.1	9.1	0.5	8.1	10.0	5.3	0.13‡
X_{12} : Fat-free mass (kg)	15.7	30.3	22.5	0.3	21.9	23.0	3.2	0.05
X_{13} : 2-kg ball throw (cm)	113	327	190	3	184	196	35	0.07
X_{14} : Handgrip strength (kg-f)	5.5	25.0	13.5	0.3	12.8	14.1	3.8	0.12‡
X_{15} : 60-s sit-ups	6	36	16.6	0.8	15.0	18.3	9.4	0.08
X_{16} : standing long jump (cm)	32	198	92	2	88	97	25	0.07
X_{17} : 25-m dash (s)	4.60	8.31	6.11	0.07	5.97	6.24	0.78	0.07
X_{18} : 10 × 5-m agility (s)	20.81	33.97	26.43	0.23	25.98	26.89	2.60	0.09*
X_{19} : 20-m shuttle run (m)	60	880	281	13	256	307	148	0.12‡
X_{20} : Sit-and-reach (cm)	6.5	42.0	25.6	0.5	24.5	26.6	5.9	0.05
X_{21} : Walking backward	3	68	38.2	1.2	35.9	40.6	13.5	0.07
X_{22} : Jumping sideways	6	57	31.3	0.8	29.7	33.0	9.4	0.08*
X_{23} : Moving sideways	16	80	32.0	0.7	30.7	33.3	7.6	0.14‡
X_{24} : Hopping for height	0	60	33.0	1.1	30.8	35.2	12.4	0.08

PMS: predicted mature stature; APMS: attained predicted mature stature; Norm: normality, Kolmogorov–Smirnov test with $df = 128$.

* $p < 0.05$. ‡ $p < 0.01$.

for girls in 2-kg medicine BT, handgrip, and WB. Among boys, three fitness tests also showed a moderate correlation with somatic maturation: 2-kg medicine BT, HGP, and 20-m SHR. When somatic maturation is given by z score values obtained using age- and sex-specific means and standard deviations extracted from the Berkeley Guidance Study, significant correlations were observed for the 2-kg medicine BT, HGP, 20-m SHR, and WB for girls and for the 20-m SHR, SAR, and WB for boys.

Table 2. Descriptive statistics (mean \pm standard deviation) by sex and test for equality of means in addition to mean difference (including standard error and 95% confidence limits) and magnitude effect.

Dependent variables	Descriptive statistics		Mean difference		Magnitude effect		Equality of means		
	Boys (n=61)	Girls (n=67)	Mean	SE	95% CL (Lower; Upper)	d	(Qualitative)	t (df=126)	p
Chronological age (years)	8.5 \pm 0.3	8.4 \pm 0.3	0.1	0.1	(-0.0; 0.2)	0.21	(small)	1.205	0.231
Predicted mature stature (cm)	176.8 \pm 5.8	163.1 \pm 6.2	13.7	1.1	(11.7; 15.9)	2.31	(very large)	13.051	<0.01
Attained PMS (%)	74.7 \pm 1.6	80.2 \pm 2.5	-5.5	0.4	(-6.3; -4.8)	-2.62	(very large)	-14.820	<0.01
Stature (cm)	132.0 \pm 5.5	130.7 \pm 6.0	1.3	1.0	(-0.7; 3.3)	0.23	(small)	1.291	0.199
Body mass (kg)	32.6 \pm 8.0	30.5 \pm 6.8	2.1	1.3	(-0.5; 4.6)	0.28	(small)	1.577	0.117
Fat mass (%)	25.8 \pm 10.5	28.3 \pm 6.2	-2.5	1.5	(-5.5; 0.5)	-0.29	(small)	-1.660	0.099
Fat mass (kg)	9.1 \pm 6.5	9.0 \pm 4.0	0.1	0.9	(-1.7; 2.0)	0.03	(trivial)	0.166	0.868
Fat-free mass (kg)	23.4 \pm 2.8	21.5 \pm 3.2	1.9	0.5	(0.8; 3.0)	0.63	(moderate)	3.555	<0.05
2-kg ball throw (cm)	204 \pm 35	177 \pm 29	27	6	(16; 38)	0.84	(moderate)	4.745	<0.01
Hand grip strength (kg.f)*	14.7 \pm 4.3	12.3 \pm 2.8	2.4	0.6	(1.1; 3.7)	0.67	(moderate)	3.758	<0.01
60-s sit-ups (#)	18.5 \pm 9.5	14.9 \pm 8.9	3.6	1.6	(0.3; 6.8)	0.39	(small)	2.187	<0.05
standing long jump (cm)	102 \pm 21	83 \pm 24	19	4	(11; 27)	0.82	(moderate)	4.657	<0.01
25-m dash (s)	5.89 \pm 0.74	6.31 \pm 0.76	-0.42	0.13	(-0.68; -0.15)	-0.55	(small)	-3.132	<0.05
10 \times 5-m agility (s)*	25.42 \pm 2.43	27.35 \pm 2.43	-1.93	0.43	(-2.78; -1.08)	-0.79	(moderate)	-4.489	<0.01
20-m shuttle run (m)*	295 \pm 169	269 \pm 125	26	26	(-26; 77)	0.17	(trivial)	0.976	0.331
Sit-and-reach (cm)	24.9 \pm 5.7	26.1 \pm 6.0	-1.2	1.0	(-3.3; 0.8)	-0.21	(small)	-1.161	0.248
Walking backward (#)	37.0 \pm 14.7	39.3 \pm 12.4	-2.3	2.4	(-7.0; 2.5)	-0.17	(trivial)	-0.935	0.351
Jumping sideways (#)*	32.3 \pm 9.4	30.4 \pm 9.4	1.9	1.7	(-1.4; 5.2)	0.20	(small)	1.139	0.257
Moving sideways (#)*	32.1 \pm 6.8	31.9 \pm 8.3	0.2	1.3	(-2.5; 2.8)	0.02	(trivial)	0.117	0.907
Hopping for height (#)	35.8 \pm 11.9	30.4 \pm 12.4	5.4	2.2	(1.1; 9.6)	0.44	(small)	2.498	<0.05

* test of equality of means was performed on log-transformed variable; SE (standard error); 95%CL (95% confidence limits); d (d-Cohen for determining effect size); PMS (predicted mature stature); # (no measurement unit).

Table 3. Coefficient correlations among somatic maturation (left: given by attained predicted mature stature expressed in %; right: given by z-score values obtained using Berkeley Guidance Study) and anthropometry, performance and motor coordination for the total sample and, separately, for boys and girls.

Group	Y _i : Variables	X1: Attained predicted mature stature (%)					X2: Attained predicted mature stature (z-score)					
		r	95% CL				r	95% CL				p
			LL	UL	LL	UL		LL	UL	LL	UL	
Total	Stature	0.260	0.091	0.429	<0.05	0.354	0.191	0.517	<0.01			
(n = 128)	Log (body mass)	0.377	0.215	0.539	<0.01	0.673	0.544	0.802	<0.01			
	Log (FM-%)	0.513	0.363	0.663	<0.01	0.475	0.321	0.629	<0.01			
	Log (FM-kg)	0.484	0.331	0.637	<0.01	0.589	0.448	0.730	<0.01			
	FFM	0.207	0.036	0.378	<0.05	0.535	0.387	0.683	<0.01			
	2-kg ball throw	-0.070	-0.244	0.104	0.43	0.332	0.167	0.497	<0.01			
	Log (hand grip strength)	0.052	-0.123	0.226	0.56	0.380	0.218	0.542	<0.01			
	60-s sit-ups	-0.294	-0.461	-0.127	<0.05	-0.151	-0.324	0.022	0.089			
	Standing long jump	-0.359	-0.522	-0.196	<0.01	-0.104	-0.277	0.070	0.25			
	25-m dash	-0.157	-0.329	0.016	0.08	0.048	-0.126	0.223	0.59			
	Log (10×5-m agility)	-0.357	-0.520	-0.194	<0.01	0.030	-0.144	0.205	0.74			
	Log (20-m shuttle run)	-0.233	-0.403	-0.063	<0.05	-0.290	-0.457	-0.123	<0.05			
	Sit-and-reach	0.038	-0.137	0.212	0.67	0.014	-0.160	0.189	0.87			
	Walking backward	-0.064	-0.239	0.110	0.47	-0.347	-0.511	-0.183	<0.01			
	Log(jumping sideways)	-0.168	-0.340	0.004	0.06	-0.163	-0.336	0.009	0.07			
	Log (moving sideways)	-0.113	-0.286	0.061	0.20	-0.142	-0.315	0.031	0.11			
	Hopping for height	-0.267	-0.435	-0.099	<0.05	-0.146	-0.319	0.027	0.10			

(continued)

Table 3. Continued

Group	Y _i : Variables	X1: Attained predicted mature stature (%)				X2: Attained predicted mature stature (z-score)			
		r	95% CL		p	r	95% CL		p
			LL	UL			LL	UL	
Girls (n = 67)	Stature	0.570	0.370	0.770	<0.01	0.379	0.154	0.604	<0.05
	Log (body mass)	0.909	0.808	1.010	<0.01	0.755	0.596	0.914	<0.01
	Log (FM-%)	0.693	0.518	0.868	<0.01	0.653	0.469	0.837	<0.01
	Log (FM-kg)	0.838	0.705	0.971	<0.01	0.737	0.573	0.901	<0.01
	FFM	0.881	0.766	0.996	<0.01	0.708	0.536	0.880	<0.01
	2-kg ball throw	0.480	0.267	0.693	<0.01	0.365	0.139	0.591	<0.05
	Log (hand grip strength)	0.511	0.302	0.720	<0.01	0.431	0.212	0.650	<0.01
	60-s sit-ups	-0.214	-0.451	0.024	0.08	-0.170	-0.410	0.069	0.17
	Standing long jump	-0.108	-0.350	0.134	0.38	-0.173	-0.413	0.066	0.16
	25-m dash	0.164	-0.076	0.404	0.19	0.085	-0.157	0.327	0.49
	Log (10×5-m agility)	-0.019	-0.262	0.224	0.88	-0.113	-0.355	0.128	0.36
	Log (20-m shuttle run)	-0.297	-0.529	-0.065	<0.05	-0.282	-0.515	-0.049	<0.05
	Sit-and-reach	-0.160	-0.400	0.080	0.20	-0.175	-0.414	0.064	0.16
	Walking backward	-0.310	-0.541	-0.079	<0.05	-0.283	-0.516	-0.050	<0.05
	Log(jumping sideways)	-0.096	-0.338	0.146	0.44	-0.168	-0.408	0.072	0.17
	Log (moving sideways)	-0.241	-0.477	-0.005	<0.05	-0.165	-0.404	0.075	0.18
	Hopping for height	-0.209	-0.446	0.029	0.09	-0.227	-0.464	0.010	0.07

(continued)

Table 3. Continued

Group	Y _i : Variables	X1: Attained predicted mature stature (%)					X2: Attained predicted mature stature (z-score)						
		r	95% CL				p	r	95% CL				p
			LL	UL	LL	UL			LL	UL			
Boys (n = 61)	Stature	0.634	0.437	0.831	<0.01	0.281	0.036	0.526	<0.05				
	Log (body mass)	0.729	0.554	0.904	<0.01	0.565	0.354	0.776	<0.01				
	Log (FM-%)	0.591	0.385	0.797	<0.01	0.568	0.358	0.778	<0.01				
	Log (FM-kg)	0.660	0.468	0.852	<0.01	0.583	0.376	0.790	<0.01				
	FFM	0.604	0.401	0.807	<0.01	0.190	-0.060	0.441	0.14				
	2-kg ball throw	0.408	0.175	0.641	<0.05	0.168	-0.084	0.419	0.20				
	Log (hand grip strength)	0.413	0.181	0.645	<0.05	0.295	0.051	0.539	<0.05				
	60-s sit-ups	-0.297	-0.541	-0.053	<0.05	-0.255	-0.502	-0.008	<0.05				
	Standing long jump	-0.073	-0.328	0.181	0.58	-0.286	-0.531	-0.041	<0.05				
	25-m dash	-0.009	-0.264	0.247	0.95	-0.154	-0.407	0.098	0.24				
	Log (10×5-m agility)	-0.215	-0.464	0.034	0.096	-0.015	-0.270	0.240	0.91				
	Log (20-m shuttle run)	-0.466	-0.692	-0.240	<0.01	-0.343	-0.583	-0.103	<0.05				
	Sit-and-reach	0.076	-0.179	0.330	0.56	0.339	0.099	0.579	<0.05				
	Walking backward	-0.108	-0.362	0.145	0.41	-0.411	-0.644	-0.178	<0.05				
	Log(jumping sideways)	-0.220	-0.469	0.029	0.09	-0.238	-0.486	0.010	0.07				
Log (moving sideways)	0.000	-0.255	0.255	1.00	-0.134	-0.387	0.119	0.30					
Hopping for height	-0.080	-0.334	0.175	0.54	-0.185	-0.436	0.066	0.15					

95% CL (95% confidence limits); LL (lower limit); UL (upper limit); FM-% (fat mass percentage); FM-kg (fat mass); FFM (fat free mass).

Table 4. Means and standard deviations for girls contrasting in somatic maturation given by z-score of attained predicted mature stature (low z scores: P<50%; high z scores: P>50%) including mean differences magnitude effect and results of t test for comparisons of means.

Y _i : Independent variables	X: Contrasting somatic maturation		Mean differences (95% CL)	Magnitude effect d (Qualitative)	Student's t-test	
	Low z-scores (n=33)	high z-scores (n=33)			t	p
Y ₁ : Chronological age (years)	8.6 ± 0.3	8.3 ± 0.3	0.3 (0.1; 0.4)	0.97 (moderate)	3.950	<0.01
Y ₂ : Stature (cm)	128.9 ± 5.4	132.5 ± 6.1	-3.6 (-6.4; -7.5)	-0.62 (moderate)	-2.528	<0.05
Y ₃ : Body mass (kg)	26.4 ± 4.4	34.5 ± 6.3	-8.1 (-10.8; -5.5)	-1.49 (large)	-6.098	<0.01
Y ₄ : Fat mass (%)	25.0 ± 4.5	31.5 ± 6.0	-6.5 (-9.1; -3.9)	-1.22 (large)	-5.004	<0.01
Y ₅ : Fat mass (kg)	6.7 ± 2.2	11.2 ± 4.2	-4.5 (-6.1; -2.8)	-1.30 (large)	-5.339	<0.01
Y ₆ : Fat-free mass (kg)	19.7 ± 2.5	23.4 ± 2.8	-3.6 (-5.0; -2.4)	-1.40 (large)	-5.744	<0.01
Y ₇ : 2-kg ball throw (cm)	169 ± 24	185 ± 32	-17 (7; -30)	-0.58 (small)	-2.393	<0.05
Y ₈ : Hand grip strength (kg.f)	11.2 ± 2.4	13.4 ± 2.8	-2.2 (-3.4; -0.9)	-0.82 (moderate)	-3.365	<0.05
Y ₉ : 60-s sit-ups (#)	15.5 ± 7.3	14.4 ± 10.4	0.9 (-3.4; 5.4)	0.11 (trivial)	0.461	0.646
Y ₁₀ : Standing long jump (cm)	88 ± 27	79 ± 21	9 (-3; 21)	0.38 (small)	1.560	0.124
Y ₁₁ : 25-m dash (s)	6.42 ± 0.62	6.20 ± 0.87	0.22 (-0.15; 0.59)	0.29 (small)	1.171	0.246
Y ₁₂ : 10 × 5-m agility (s)	27.23 ± 2.64	27.47 ± 2.24	-0.24 (-1.43; 0.96)	-0.10 (trivial)	-0.394	0.695
Y ₁₃ : 20-m shuttle run (s)	287 ± 100	252 ± 144	34 (-27; 95)	0.28 (small)	1.127	0.264
Y ₁₄ : Sit-and-reach (cm)	26.8 ± 6.3	25.5 ± 5.7	1.3 (-1.6; 4.3)	0.22 (small)	0.897	0.373
Y ₁₅ : Walking backward (#)	41.9 ± 12.6	36.8 ± 11.7	5.1 (-0.8; 11.1)	0.42 (small)	1.718	0.090
Y ₁₆ : Jumping sideways (#)	31.7 ± 10.9	29.2 ± 7.7	2.5 (-2.1; 7.1)	0.26 (small)	1.082	0.283
Y ₁₇ : Moving sideways (#)	32.9 ± 9.9	31.0 ± 6.3	1.9 (-2.2; 6.0)	0.23 (small)	0.946	0.348
Y ₁₈ : Hoping for height (#)	32.7 ± 12.6	28.2 ± 12.0	4.5 (-1.5; 10.5)	0.37 (trivial)	1.501	0.138

95%CL (95% confidence limits); # (no measurement unit).

Table 5. Means and standard deviations for boys contrasting in somatic maturation given by z score of attained predicted mature stature (low z scores: $P < 50\%$; high z scores: $P > 50\%$) including mean differences magnitude effect and results of t test for comparisons of means.

Y _i : independent variable	Contrasting somatic maturation		Mean differences (95% CL)	Magnitude effect		Student's t-test	
	Low z-scores (n = 33)	High z-scores (n = 33)		d	(Qualitative)	t	p
Y ₁ : Chronological age (years)	8.6 ± 0.3	8.4 ± 0.3	0.2 (0.1; 0.4)	0.83	(moderate)	3.222	<0.05
Y ₂ : Stature (cm)	131.2 ± 6.1	132.9 ± 4.7	-1.7 (-4.5; 1.1)	-0.31	(small)	-1.201	0.235
Y ₃ : Body mass (kg)	29.5 ± 5.3	35.6 ± 9.1	-6.1 (-9.9; -2.2)	-0.81	(moderate)	-3.152	<0.05
Y ₄ : Fat mass (%)	21.9 ± 7.4	29.6 ± 11.7	-7.7 (-12.7; -2.6)	-0.79	(moderate)	-3.048	<0.05
Y ₅ : Fat mass (kg)	6.8 ± 3.4	11.5 ± 7.9	-4.7 (-7.8; -1.5)	-0.77	(moderate)	-2.985	<0.05
Y ₆ : Fat-free mass (kg)	22.8 ± 2.8	24.1 ± 2.8	-1.3 (-2.8; 0.1)	-0.49	(small)	-1.895	0.063
Y ₇ : 2-kg ball throw (cm)	197 ± 30	210 ± 38	-12 (-30; 5)	-0.37	(small)	-1.419	0.161
Y ₈ : Hand grip strength (kg.f)	14.5 ± 5.0	15.0 ± 3.6	-0.5 (-2.8; 1.7)	-0.13	(trivial)	-0.492	0.624
Y ₉ : 60-s sit-ups (#)	19.7 ± 8.3	17.4 ± 10.6	2.3 (-2.6; 7.2)	0.24	(small)	0.934	0.354
Y ₁₀ : Standing long jump (cm)	110 ± 19	95 ± 21	15 (5; 25)	0.76	(moderate)	2.938	<0.05
Y ₁₁ : 25-m dash (s)	5.84 ± 0.62	5.94 ± 0.85	-0.10 (-0.49; 0.3)	-0.14	(trivial)	-0.539	0.592
Y ₁₂ : 10×5-m agility (s)	25.31 ± 1.98	25.53 ± 2.82	-0.22 (-1.48; 1.0)	-0.09	(trivial)	-0.361	0.719
Y ₁₃ : 20-m shuttle run (s)	306 ± 123	284 ± 206	22 (-65; 109)	0.13	(trivial)	0.507	0.614
Y ₁₄ : Sit-and-reach (cm)	23.9 ± 5.9	25.9 ± 5.6	-2.0 (-4.9; 1.0)	-0.34	(small)	-1.335	0.187
Y ₁₅ : Walking backward (#)	42.8 ± 14.4	31.5 ± 12.8	11.3 (4.3; 18.3)	0.84	(moderate)	3.246	<0.05
Y ₁₆ : Jumping sideways (#)	34.5 ± 9.1	30.2 ± 9.3	4.3 (-0.4; 9.0)	0.47	(small)	1.815	0.075
Y ₁₇ : Moving sideways (#)	34.0 ± 7.1	30.3 ± 6.2	3.7 (0.4; 7.1)	0.57	(small)	2.205	<0.05
Y ₁₈ : Hoping for height (#)	39.3 ± 9.8	32.5 ± 12.9	6.8 (0.9; 12.7)	0.60	(moderate)	2.305	<0.05

95%CL (95% confidence limits); # (no measurement unit).

Table 6. Factorial multivariate analyses of variance (factorial MANOVA) to examine the effects of sex, contrasting maturation and interaction term on fitness and motor coordination; and results of multivariate analyses of covariance (MANCOVA with somatic maturation given by z-scores of attained predicted mature stature as covariate) to examine the effects of sex on fitness and motor coordination.

Y _i : Dependent variables	Test	X ₁ : Sex				X ₂ : Maturity status ^a				Interaction (X ₁ , X ₂)			
		Wilks'λ	F	p	ES-r	Wilks'λ	F	p	ES-r	Wilks'λ	F	p	ES-r
Y: Fitness	MANOVA	0.701	6.250	<0.05		0.822	3.165	<0.05		0.960	0.604	0.773	
Y ₁ : 2-kg ball throw	ANOVA		23.454	<0.05	0.40		6.851	<0.05	0.23		0.132	0.717	0.03
Y ₂ : Log (hand grip)	ANOVA		8.525	<0.05	0.25		6.645	<0.05	0.23		0.717	0.399	0.08
Y ₃ : 60-s sit-ups	ANOVA		4.779	<0.05	0.19		1.011	0.317	0.09		0.150	0.700	0.03
Y ₄ : Standing long jump	ANOVA		23.149	<0.05	0.40		9.428	<0.05	0.27		0.529	0.468	0.07
Y ₅ : 25-m dash	ANOVA		9.898	<0.05	0.27		0.180	0.672	0.04		1.440	0.232	0.11
Y ₆ : Log (10×5-m agility)	ANOVA		21.254	<0.05	0.38		0.249	0.619	0.04		0.013	0.908	0.01
Y ₇ : Log (20-m shuttle run)	ANOVA		0.100	0.752	0.03		4.675	<0.05	0.19		0.033	0.857	0.02
Y ₈ : Sit-and-reach	ANOVA		1.411	0.237	0.11		0.094	0.760	0.03		2.479	0.118	0.14
Z: Coordination	MANOVA	0.907	3.118	<0.05		0.878	4.186	<0.05		0.981	0.575	0.681	
Z ₁ : Walking backward	ANOVA		0.914	0.341	0.09		12.985	<0.05	0.31		1.850	0.176	0.12
Z ₂ : Log (jumping sideways)	ANOVA		1.531	0.218	0.11		2.689	0.104	0.15		0.837	0.362	0.08
Z ₃ : Log (moving sideways)	ANOVA		0.085	0.772	0.03		4.676	<0.05	0.19		0.765	0.383	0.08
Z ₄ : Hoping for height	ANOVA		6.556	<0.05	0.22		7.160	<0.05	0.23		0.287	0.593	0.05
Y': Fitness	MANCOVA	0.719	5.761	<0.05									
Y' ₁ : 2-kg ball throw	ANCOVA		16.168	<0.05	0.34								
Y' ₂ : Log (hand grip)	ANCOVA		3.840	0.052	0.17								
Y' ₃ : 60-s sit-ups	ANCOVA		7.427	<0.05	0.24								
Y' ₄ : Standing long jump	ANCOVA		27.143	<0.05	0.42								

(continued)

Table 6. Continued

Y _i : Dependent variables	Test	X ₁ : Sex			X ₂ : Maturity status ^a			Interaction (X ₁ · X ₂)					
		Wilks'λ	F	p	ES-r	Wilks'λ	F	p	ES-r	Wilks'λ	F	p	ES-r
Y ₅ : 25-m dash	ANCOVA		9.454	<0.05	0.27								
Y ₆ : Log (10×5-m agility)	ANCOVA		21.948	<0.05	0.39								
Y ₇ : Log (20-m shuttle run)	ANCOVA		1.368	0.244	0.10								
Y ₈ : Sit-and-reach	ANCOVA		1.516	0.221	0.11								
Z ₁ : Coordination	MANCOVA	0.911	2.963	<0.05									
Z ₁ : Walking backward	ANCOVA		0.000	0.999	<0.01								
Z ₂ : Log (jumping sideways)	ANCOVA		3.000	0.086	0.15								
Z ₃ : Log (moving sideways)	ANCOVA		0.458	0.500	0.06								
Z ₄ : Hoping for height	ANCOVA		9.249	<0.05	0.26								

^a(contrasting maturity groups obtained from earliest and latest values of z-score of attained predicted mature stature using means and standard deviations of the Berkeley Guidance Study).

Means and standard deviations for girls contrasting somatic maturation given by z score of attained percentage of mature stature (low z scores: $P < 50\%$; high z scores: $P > 50\%$) are presented in Table 4, which also includes differences between both z scores groups. Girls contrasting in maturation differed significantly for body mass, estimated fat mass and estimated fat-free mass, 2-kg BT, and HGP.

Descriptive statistics for boys contrasting in maturation given by z score of attained percentage of mature stature (low z scores: $P < 50\%$; high z scores: $P > 50\%$) are presented in Table 5. Differences were significant for body mass, estimated fat mass, and SLJ. Among the four items from the KTK battery, boys contrasting in maturation differed on WB, MS, and HH.

Table 6 summarizes the MANOVA for the eight physical fitness tests and showed a significant sex effect and maturity status effect. In addition, subsequent ANOVAs were produced separately for each test, and boys performed better scores compared with girls. Differences were significant for 2-kg medicine BT, HGP, 60-s SUP, SLJ, 25-m dash, and 10 \times 5-m agility. No significant difference was found for the interaction sex \times maturation on physical fitness tests. The MANOVA for the four KTK items showed a significant effect for sex and maturity status. Subsequent ANOVAs presented boys having higher mean values than girls in the HH. The interaction term sex \times maturity status was not significant for motor coordination items.

The results of the MANCOVA to examine sex differences (with maturation as covariate) are presented in Table 6. The MANCOVA showed a significant effect for sex on all physical fitness tests and for all KTK items. For the physical fitness domain, significant differences were found, with boys attaining better scores on 2-kg medicine BT, 60-s SUP, SLJ, 25-m dash, and 10 \times 5-m agility. Finally, the KTK indicated boys had significantly better scores than girls in the protocol HH.

Discussion

The results of the current investigation demonstrate that boys performed better than girls on all but two of the fitness tests (the 20-m SHR and the SAR tests) and all of the KTK tests of motor competence, with the exception of HH. The results also suggested that sex-related differences that were not substantially explained by biological maturation given by z scores of attained PMS. The analyses performed in the current study did not control for inter-individual variation in chronological age because inclusion criteria considered age limits of 8.0 to 8.9 years. Consequently, the comparisons between boys and girls were repeated after controlling for somatic maturation, and the results remained quite similar. For both sexes, the association between maturation and motor tests (physical fitness and motor coordination) consistently suggested an inverse relationship that was particularly evident on the motor performance items that required body displacement.

Fjørtoft, Pedersen, Sigmundsson, and Vereijken (2011) recommended that a battery of physical tests designed to assess motor competence and fitness in young people should include a combination of motor activities including endurance, strength, flexibility, agility, and balance. Accordingly, the tests included in the current study assessed a diverse range of motor and functional attributes that are considered to be indicative of physical and functional health in children. Consistent with previous literature (Colella, Morano, Robazza, & Bortoli, 2009; Drenowatz et al., 2013; Katzmarzyk, Malina, & Beunen, 1997; Marta, Marinho, Barbosa, Izquierdo, & Marques, 2012), boys outperformed girls in tests such as static strength, speed, explosive strength, and agility. Sex differences in fitness and motor competence, and biological maturation, have important implications for engagement in physical activities. Perceptions of physical and sport competence have been documented as important predictors of involvement engagement in both physical activity and sport, with children reporting high perceptions of competence being the most active and most likely to participate in sports. Given that boys tend to perform better on tests of motor competence and fitness, it is perhaps not surprising that one of the most consistent findings in pediatric literature is that boys are generally more physically active and less sedentary than girls of the same age (Malina et al., 2004). Whereas sex differences in physical activity and sedentary behavior have traditionally been attributed to variation in education style, social expectations, and other cultural factors, emerging evidence suggests these differences reflect underlying differences in biological maturity (Malina et al., 2004). That is, girls compared to boys of the same chronological age tend to be less active and more sedentary as a consequence of their advanced maturation (Machado Rodrigues et al., 2010; Sherar et al., 2007; Thompson, Baxter-Jones, Mirwald, & Bailey, 2003).

A number of previous studies have investigated relations between biological maturation, physical fitness, and motor performance in children (Beunen et al., 1997; Drenowatz et al., 2013; Katzmarzyk et al., 1997). In a study of Belgian girls, Beunen et al. (1997) reported an inverse association between skeletal age and performance on a number of health-related physical fitness tests, including bent arm hang, leg lifts, and SUP. Similarly, Katzmarzyk et al. (1997) reported that skeletal age was more closely associated with motor fitness (35-yard dash, SLJ, and soft BT for distance tests) than muscular strength (HGP and pushing and pulling strength of the shoulders with a dynamometer tests) in boys and girls aged 7–12 years. Assessing maturity status based on percentage of adult stature attained, Drenowatz et al. (2013) also showed, in a German sample of boys and girls (7.6 ± 0.4 years), that early-maturing children displayed a more adverse cardiovascular risk profile, presented lower physical fitness scores, and spent more time watching TV compared with their peers, consistent with results observed in the present study. Advanced maturation may adversely affect performance on a number of tests of both physical fitness and motor competence in Brazilian youth.

It has been suggested that individual differences in maturation status may positively or negatively affect performance on tests of motor competence and physical fitness (Beunen et al., 1997; Drenowatz et al., 2013; Katzmarzyk et al., 1997) and that the nature of the association may vary relative to age and sex of the individual, and the nature and demands of the task. Katzmarzyk et al. (1997) suggested while maturation of the neuromuscular system may contribute positively to the development of motor skill, maturity-related changes in both size and body composition could negatively affect performance, particularly on tasks requiring body displacement, and especially for girls who experience greater pubertal gains in absolute and relative fat mass (Beunen et al., 1997; Drenowatz et al., 2013). That said, higher physical fitness levels in early-maturing children have been shown to be associated with sports participation, even accounting for their increased size and mass (Jones, Hitchen, & Stratton, 2000).

The development of fundamental motor coordination has received less attention in relation to the processes of growth and maturation (Freitas et al., 2015). Correlations between skeletal age and outcome-based tests for striking, catching, and balance have generally been found to be low to moderate in primary grade children (Seils, 1951), while no significant relationship was reported between the fine motor task and skeletal age in children 5–9 years (Kerr, 1975). Regarding sex differences in gross motor coordination, a study with German children (*M* age 6.7 years) showed that boys scored better than girls in the overall performance of KTK (Graf et al., 2004). Lopes et al. (2012) assessed 7,175 Portuguese children aged 6–14 years and reported that boys performed better than girls at all ages for total KTK motor quotient. However, in another recent study with 2,470 Flemish children aged 6–12 years from 26 primary schools, Vandorpe et al. (2011) reported that the raw scores of two KTK items were significantly different between boys and girls. Girls attained better scores than boys in WB, while boys performed better on the HH test.

It is important to note that the potential for sex-related differences in biological maturation to contribute toward sex-related differences in motor competence and fitness has not been systematically addressed in the literature. Consequently, it is important to consider and interpret sex differences in fitness and motor competence with caution. In the current study, sex differences were not significant after controlling for somatic maturation, with the exception of hoping for height (boys presented the best values); Vandendriessche et al. (2011) found that maturity status did not load high on motor coordination, which may suggest that somatic maturation does not strongly affect gross motor coordination during the prepubertal years (7–11 years). However, Freitas et al. (2015), in a study conducted with Portuguese children, showed that the results imply a limited role for skeletal maturation per se or interacting with body size in the development of fundamental motor skills and motor coordination among children 7–10 years of age. In addition, many of the relationships were negative,

suggesting that later maturation was associated with better performances on the motor coordination tests.

In summary, the findings of the present study suggest sex-related differences in biological maturation may contribute toward sex-related differences in both physical fitness and motor competence in young children aged 8–9 years. Differences between boys and girls during the first decade of life, and during years of primary education, in particular, may be a consequence of morphological, biological, and cultural factors (Armstrong, Lambert, & Lambert, 2011; Krombholz, 2006; Malina et al., 2004). The literature emphasizes the importance of motor coordination in prepubertal years, and a link between motor proficiency in early years with physical fitness and physical activity during adolescent and adult years is consistently assumed (Robinson et al., 2015; Stodden et al., 2008). The adequate interpretation of group and individual performances is believed to be crucial for sport and exercise adherence and maintenance in children and youth. Some limitations should be addressed for future research. The cross-sectional design precludes any statements on causality but should be investigated and confirmed by prospective studies. Second, measurements of stature, weight, and percentage of body fat were not made at a standardized time for all youth (i.e., during the day and not at the beginning of the day). Finally, this study did not include measurements of physical activity or sports participation. Research conducted with nonathlete children showed that individuals needed a repertoire of gross and fine motor skills to adapt for the demands of school, occupational, and other social contexts (Bouffard, Watkinson, Thompson, Causgrove Dunn, & Romanow, 1996; Losse et al., 1991; Skinner & Piek, 2001). The findings from the current study are potential contributors for planning of activities that take into account the success and motivation of preteen girls and boys and thus promote subsequent physical activity and physical fitness.

Acknowledgments

The authors appreciated the comments and suggestions received from Robert Malina (Emeritus Professor at the University of Texas, USA) during the preparation and refinement of this article.

Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The author(s) disclosed receipt of the following financial support for the research, authorship, and/or publication of this article: This research was partially supported by CAPES Foundation (BEX 1617/13-3).

References

- Armstrong, M. E., Lambert, E. V., & Lambert, M. I. (2011). Physical fitness of South African primary school children, 6 to 13 years of age: Discovery vitality health of the nation study. *Perceptual and Motor Skills, 113*(3), 999–1016.
- Baxter-Jones, A. D. G., Eisenmann, J. C., & Sherar, L. B. (2005). Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatric Exercise Science, 17*, 18–30.
- Bayer, L. M., & Bayley, N. (1959). *Growth diagnosis: Selected methods for interpreting and predicting development from one year to maturity*. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Beunen, G. P., Malina, R. M., Lefevre, J., Claessens, A. L., Renson, R., Kanden Eynde, B., . . . Simons, J. (1997). Skeletal maturation, somatic growth and physical fitness in girls 6–16 years of age. *International Journal of Sports Medicine, 18*(6), 413–419.
- Bouffard, M., Watkinson, E. J., Thompson, L. P., Causgrove Dunn, J. L., & Romanow, S. K. E. (1996). A test of the activity deficit hypothesis with children with movement difficulties. *Adapted Physical Activity Quarterly, 13*, 61–73.
- Burns, Y. R., Danks, M., O'Callaghan, M. J., Gray, P. H., Cooper, D., Poulsen, L., . . . Watter, P. (2009). Motor coordination difficulties and physical fitness of extremely-low-birthweight children. *Developmental Medicine and Child Neurology, 51*, 136–142.
- Cairney, J., Hay, J., Veldhuizen, S., & Faught, B. (2010). Comparison of VO₂ maximum obtained from 20m shuttle run and cycle ergometer in children with and without developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities, 31*, 1332–1339.
- Camacho-Araya, T., Woodburn, S. S., & Boschini, C. (1990). Reliability of the Prueba de Coordinación Corporal para Niños (body coordination test for children). *Perceptual and Motor Skills, 70*(3 Pt 1), 832–834.
- Colella, D., Morano, M., Robazza, C., & Bortoli, L. (2009). Body image, perceived physical ability, and motor performance in nonoverweight and overweight Italian children. *Perceptual and Motor Skills, 108*(1), 209–218.
- Committee for the Development of Sports. (1988). *EUROFIT: Handbook for the European test of physical fitness*. Rome, Italy: Council of Europe.
- Cumming, S. P., Sherar, L. B., Eslinger, D. W., Riddoch, C. J., & Malina, R. M. (2014). Concurrent and prospective associations among biological maturation, and physical activity at 11 and 13 years of age. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, 24*(1), e20–e28.
- Cumming, S. P., Standage, M., Gillison, F. B., Dompier, T. P., & Malina, R. M. (2009). Biological maturity status, body size, and exercise behavior in British youth: A pilot study. *Journal of Sports Sciences, 27*, 677–686.
- Cumming, S. P., Standage, M., Gillison, F., & Malina, R. M. (2008). Sex differences in exercise behavior during adolescence: Is biological maturation a confounding factor? *Journal of Adolescent Health, 42*, 480–485.
- Deprez, D., Valente-dos-Santos, J., Coelho e Silva, M., Lenoir, M., Philippaerts, R. M., & Vaeyens, R. (2014). Modeling developmental changes in the yo-yo intermittent recovery test level 1 in elite pubertal soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 9*, 1006–1012.
- D'Hondt, E., Gentier, I., Deforche, B., Tanghe, A., De Bourdeaudhuij, I., & Lenoir, M. (2011). Weight loss and improved gross motor coordination in children as a result of

- multidisciplinary residential obesity treatment. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 19(10), 1999–2005.
- Drenowatz, C., Wartha, O., Klenk, J., Brandstetter, S., Wabitsch, M., & Steinacker, J. (2013). Differences in health behavior, physical fitness, and cardiovascular risk in early, average, and late mature children. *Pediatric Exercise Science*, 25(1), 69–83.
- Fjørtoft, I., Pedersen, A. V., Sigmundsson, H., & Vereijken, B. (2011). Measuring physical fitness in children who are 5 to 12 years old with a test battery that is functional and easy to administer. *Physical Therapy*, 91, 1087–1095.
- Freitas, D. L., Lausen, B., Maia, J. A., Lefevre, J., Gouveia, É. R., Thomis, M., ... Malina, R. M. (2015). Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7–10 years. *Journal of Sports Sciences*, 33(9), 924–934.
- Graf, C., Koch, B., Kretschmann-Kandel, E., Falkowski, G., Christ, H., Coburger, S., ... Dordel, S. (2004). Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-project). *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders?: Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 28, 22–26.
- Graham, D. J., Sirard, J. R., & Neumark-Sztainer, D. (2011). Adolescents' attitudes toward sports, exercise, and fitness predict physical activity 5 and 10 years later. *Preventive Medicine*, 52, 130–132.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(1), 3–13.
- Janssen, I., & Leblanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7, 40.
- Jones, M. A., Hitchen, P. J., & Stratton, G. (2000). The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in girls and boys aged 10 to 16 years. *Annals of Human Biology*, 27(1), 57–65.
- Kakebeeke, T. H., Locatelli, I., Rousson, V., Caflisch, J., & Jenni, O. G. (2012). Improvement in gross motor performance between 3 and 5 years of age. *Perceptual and Motor Skills*, 114(3), 795–806.
- Katzmarzyk, P. T., Malina, R. M., & Beunen, G. P. (1997). The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Annals of Human Biology*, 24(6), 493–505.
- Kerr, R. (1975). Movement control and maturation in elementary-grade children. *Perceptual and Motor Skills*, 41, 151–154.
- Khamis, H. J., & Roche, A. F. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics*, 94, 504–507.
- Kiphard, E. J., & Schilling, F. (1974). *Kör perkoordinationstest für kinder* [Body coordination test for children]. Weinheim, Germany: Beltz Test GmbH.
- Krombholz, H. (2006). Physical performance in relation to age, sex, birth order, social class, and sports activities of preschool children. *Perceptual and Motor Skills*, 102(2), 477–484.

- Krombholz, H. (2013). Motor and cognitive performance of overweight preschool children. *Perceptual and Motor Skills, 116*, 40–57.
- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Lopes, L., Santos, R., Pereira, B., & Lopes, V. P. (2013). Associations between gross motor coordination and academic achievement in elementary school children. *Human Movement Science, 32*, 9–20.
- Lopes, V. P., Stodden, D. F., Bianchi, M. M., Maia, J. A. R., & Rodrigues, L. P. (2012). Correlation between BMI and motor coordination in children. *Journal of Science and Medicine in Sport, 15*, 38–43.
- Losse, A., Henderson, S. E., Elliman, D., Hall, D., Knight, E., & Jongmans, M. J. (1991). Clumsiness in children: Do they grow out of it? A 10-year follow-up study. *Developmental Medicine and Child Neurology, 33*, 55–68.
- Luz, L. G. O., Seabra, A. F. T., Santos, R., Padez, C., Ferreira, J. P., & Coelho-e-Silva, M. J. (2015). Association between BMI and motor coordination among children (KTK): A meta-analysis. *Brazilian journal of Sports Medicine, 21*(3), 230–235.
- Machado Rodrigues, A. M., Coelho e Silva, M. J., Mota, J., Cumming, S. P., Sherar, L. B., Neville, H., . . . Malina, R. M. (2010). Confounding effect of biologic maturation on sex differences in physical activity and sedentary behavior in adolescents. *Pediatric Exercise Science, 22*(3), 442–453.
- Malina, R. M. (2014). Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 85*(2), 157–173.
- Malina, R. M., Bouchard, C., & Bar-Or, O. (2004). *Growth, maturation, and physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Malina, R. M., Coelho e Silva, M. J., Figueiredo, M. J., Carling, C., & Beunen, G. P. (2012). Interrelationships among invasive and noninvasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *Journal of Sports Sciences, 30*, 1705–1717.
- Malina, R. M., Cumming, S. P., Morano, P. J., Barron, M., & Miller, S. J. (2005). Maturity status of youth football players: A noninvasive estimate. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 37*, 1044–1052.
- Malina, R. M., Dompier, T. P., Powell, J. W., Barron, M. J., & Moore, M. T. (2007). Validation of a noninvasive maturity estimate relative to skeletal age in youth football players. *Clinical Journal of Sports Medicine, 17*, 362–368.
- Marta, C. C., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marques, M. C. (2012). Physical fitness differences between prepubescent boys and girls. *Journal of Strength and Conditioning Research, 26*(7), 1756–1766.
- Martins, D., Maia, J., Seabra, A., Garganta, R., Lopes, V., Katzmarzyk, P., . . . Beunen, G. (2010). Correlates of changes in BMI of children from the Azores islands. *International Journal of Obesity, 34*, 1487–1493.
- Okely, A. D., Booth, M. L., & Patterson, J. W. (2001). Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 33*, 1899–1904.
- Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2008). *Physical activity guidelines advisory committee report* (Vol. 67, p. 683). Washington, DC: Author.

- Rasmussen, A. R., Wohlfahrt-Veje, C., Tefre de Renzy-Martin, K., Hagen, C. P., Tinggaard, J., Mouritsen, A., ... Main, K. M. (2015). Validity of self-assessment of pubertal maturation. *Pediatrics*, *135*(1), 86–93.
- Rivlis, I., Hay, J., Cairney, J., Klentrou, P., Liu, J., & Faught, B. E. (2011). Physical activity and fitness in children with developmental coordination disorder: A systematic review. *Research in Developmental Disabilities*, *32*(3), 894–910.
- Robinson, L. E., Stodden, D. F., Barnett, L. M., Lopes, V. P., Logan, S. W., Rodrigues, L. P., ... D'Hondt, E. (2015). Motor competence and its effect on positive developmental trajectories of health. *Sports Medicine*, *45*(9), 1273–1284.
- Seils, L. G. (1951). The relationship between measures of physical growth and gross motor performance of primary-grade school children. *Research Quarterly*, *22*, 244–260.
- Sherar, L. B., Cumming, S. P., Eisenmann, J. C., Baxter-Jones, A. D. G., & Malina, R. M. (2010). Adolescent biological maturity and physical activity: Biology meets behavior. *Pediatric Exercise Science*, *22*, 332–349.
- Sherar, L. B., Esliger, D. W., Baxter-Jones, A. D. G., & Tremblay, M. S. (2007). Age and gender differences in youth physical activity: Does physical maturity matter? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *39*, 830–835.
- Skinner, R. A., & Piek, J. P. (2001). Psychosocial implications of poor motor coordination in children and adolescents. *Human Movement Science*, *20*, 73–94.
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boileau, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., ... Bembien, D. A. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology; an International Record of Research*, *60*, 709–723.
- Smart, J. E., Cumming, S. P., Sherar, L. B., Standage, M., Neville, H., & Malina, R. M. (2012). Maturity associated variance in physical activity and health-related quality of life in adolescent females: A mediated effects model. *Journal of Physical Activity & Health*, *9*(1), 86–95.
- Stodden, D. F., Goodway, J. D., Langendorfer, S. J., Robertson, M. A., Rudisill, M. E., Garcia, C., ... Garcia, L. E. (2008). A developmental perspective on the role of motor skill competence in physical activity: An emergent relationship. *Quest*, *60*, 290–306.
- Strong, W. B., Malina, R. M., Blimkie, C. J. R., Daniels, S. R., Dishman, R. K., Gutin, B., ... Trudeau, F. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal of Pediatrics*, *146*, 732–737.
- Thompson, A. M., Baxter-Jones, A. D. G., Mirwald, R. L., & Bailey, D. A. (2003). Comparison of physical activity in male and female children: Does maturation matter?. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *35*, 1684–1690.
- Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B., Coelho-e-Silva, M. J., Vaeyens, R., Lenoir, M., Lefevre, J., ... Philippaerts, R. M. (2011). Multivariate association among morphology, fitness, and motor coordination characteristics in boys age 7 to 11. *Pediatric Exercise Science*, *23*(4), 504–520.
- Vandendriessche, J. B., Vandorpe, B. F. R., Vaeyens, R., Malina, R. M., Lefevre, J., Lenoir, M., ... Philippaerts, R. M. (2012). Variation in sport participation, fitness and motor coordination with socioeconomic status among Flemish children. *Pediatric Exercise Science*, *24*, 113–128.

Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Lefevre, J., Pion, J., Vaeyens, R., Matthys, S., ... Lenoir, M. (2011). The körperkoordinationstest für kinder: Reference values and suitability for 6–12-year-old children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(3), 378–388.

Author Biographies

Leonardo G. O. Luz is an Assistant Professor at Federal University of Alagoas, Brazil. Leonardo is currently a Phd- candidate at the University of Coimbra under the coordination of Manuel J Coelho-e-Silva and is being granted by the Brazilian Government (CAPES: BEX 1617/13-3)

Sean P. Cumming, after studying in the University of Edinburgh (Bsc, 1995), moved to the University of Exeter (Msc under the supervision of Stuart Biddle) and completed the PhD in Michigan State University (thesis: “*Perceptions of adult autonomy support and self-determined motivation in recreational youth soccer: a bio-cultural perspective*”). Additionally, he performed a post-doctoral program at the University of Washington under the supervision of Frank Smoll and Ronal Smith. He is now acting as Associate Professor in the School for Health, University of Bath, UK.

João P. Duarte completed a 3-year Bsc diplom in Sports Sciences by the University of Coimbra where he also obtained a 2-year master specialization in Sport Training. He is now PhD-candidate funded by the Portuguese Foundation for Science and Tecnology (SFRH/BD/101083/2014) and is currently obtaining an extra 4-year diplom as Athletic Training. Joao Duarte was distinguished by Han Kemper with the Hans Stoboy award (the 2013 edition of Pediatric Work Physiology Meeting).

João Valente-dos-Santos, after obtaining a 5-year diplom in Sports Sciences, experienced a in-service training at the roller hockey department of Barcelona Football Club using Leonardo da Vinci program. Acted as Physical Educator while attending the master in Youth Sports by the University of Coimbra and was granted by the Portuguese Foundation for Science and Tecnology: doctoral studies (PhD: SFRH/BD/64648/2009, 2001-2014; Post-PhD: SFRH/BPD/100470/2014, 2016-2017). Joao Valente-dos-Santos received the best poster award in the XXVIII edition of PWP, Children and Exercise).

Maria J. Almeida acted as Assistant Professor at the University of Madeira and is now experiencing a 5-year contract as Assistant Professor at the University of Coimbra.

Aristides Machado-Rodrigues completed his 5-year Bsc, 2-yr Msc and 4-year PhD in the University of Coimbra. He was granted by the Portuguese Foundation for Science and Technology (SRFH/BD/38988/2007). Machado-Rodrigues received several awards by the Portuguese Society of Pediatric Obesity.

Cristina Padez is Assistant Professor in the Department of Anthropology, University of Coimbra and is acting as Head of the Research Unit in Anthropology and Health.

Bruno Cleiton M. Carmo, LACAPS, Federal University of Alagoas, Brazil, is Assistant Professor at Federal University of Alagoas, Brazil.

Rute Santos, Early Start Research Institute, Faculty of Social Sciences, University of Wollongong, Australia; CIAFEL, University of Porto, Portugal.

André Seabra, PhD and Assistant Professor in the University of Porto and research member of CIAFEL. Seabra was granted by UEFA to implement a soccer-based intervention for obese children and youth that is receiving an impressive impact.

Manuel J. Coelho-E-Silva obtained his PhD under the supervision of Robert Malina supported by the Portuguese Foundation for Science and Technology and after studying in Michigan State University is now professor at the University of Coimbra (Portugal). He is teaching and conducting on going research in topics such as growth, maturation and talent; modelling performance; testing; pediatric ergometry; concurrent protocols including physical activity, biological maturation, body composition (field vs. laboratory; invasive vs. non-invasive). Chaired the 2013 edition of Pediatric Work Physiology Group.

ANEXO 7

Estudo 3

Luz, L. G., Seabra, A., Padez, C., Duarte, J. P., Rebelo-Gonçalves, R., Valente-Dos-Santos, J., Luz, T. D., Carmo, B. C., & Coelho-E-Silva, M. J. (2016). Perímetro de cintura como mediador da influência da maturação biológica no desempenho de coordenação motora em crianças. *Rev Paul Pediatr*, 34(3), 352-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rppede.2016.02.004>

Rev Paul Pediatr. 2016;34(3):352-358



REVISTA PAULISTA DE PEDIATRIA

www.rpped.com.br



ARTIGO ORIGINAL

Perímetro de cintura como mediador da maturação biológica no desempenho de coordenação motora em crianças



Leonardo G.O. Luz^{a,d}, André Seabra^b, Cristina Padez^c, João P. Duarte^d,
Ricardo Rebelo-Gonçalves^d, João Valente-dos-Santos^{d,e}, Tatiana D.D. Luz^a,
Bruno C.M. Carmo^a e Manuel Coelho-e-Silva^{d,*}

^a Laboratório de Cineantropometria, Atividade Física e Promoção da Saúde (Lacaps), Universidade Federal de Alagoas (Ufal), Arapiraca, AL, Brasil

^b Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer (CIAFEL), Universidade do Porto, Porto, Portugal

^c Centro de Investigação em Antropologia e Saúde (CIAS), Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

^d Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

^e Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, Portugal

Recebido em 4 de agosto de 2015; aceito em 17 de janeiro de 2016
Disponível na Internet em 21 de fevereiro de 2016

PALAVRAS-CHAVE

Maturação biológica;
Aptidão física;
Antropometria;
Crianças

Resumo

Objetivo: O presente estudo teve como objetivos: 1) analisar a associação do estado maturacional com o desempenho nas provas de coordenação motora em crianças e 2) examinar se a relação entre o estado maturacional e o desempenho no KTK é mediada por alguma medida antropométrica.

Métodos: A amostra de conveniência foi composta por 73 crianças do sexo masculino com 8 anos. A antropometria considerou a estatura, massa corporal, altura sentado, o perímetro de cintura, índice de massa corporal, as estimativas de massa gorda e massa livre de gordura. A maturação biológica foi avaliada pelo percentual da estatura matura predita. A coordenação motora foi testada pela bateria *Körperkoordinationstest für Kinder*. Foi feita a correlação parcial entre as medidas antropométricas, z-escore da maturação e as provas de coordenação motora, com controle para idade cronológica. Por último, a análise de mediação causal foi feita.

Resultados: Estatura, massa corporal, perímetro de cintura e massa gorda apresentaram correlação inversa de magnitude pequena a moderada com as provas de coordenação motora. A maturação biológica associou-se significativamente à prova de equilíbrio em marcha à retaguarda ($r = -0,34$). Foi identificada mediação total do perímetro de cintura na relação do estado maturacional com o equilíbrio em marcha à retaguarda (77%).

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rppede.2016.02.004>

* Autor para correspondência.

E-mail: mjcesilva@hotmail.com (M. Coelho-e-Silva).

0103-0582/© 2016 Sociedade de Pediatria de São Paulo. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>).

KEYWORDS

Biological maturation;
Physical fitness;
Anthropometrics;
Children

Conclusões: Foi possível identificar a associação entre o estado físico maturacional e o desempenho em uma prova de bateria de coordenação motora em crianças do sexo masculino e, ainda, afirmar que há mediação do perímetro de cintura. Recomenda-se que estudos sejam feitos com indivíduos de outras idades e do sexo feminino.

© 2016 Sociedade de Pediatria de São Paulo. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob a licença CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt>).

Waist circumference as a mediator of biological maturation effect on the motor coordination in children

Abstract

Objective: The present study aimed to: 1) examine the association of biological maturation effect on children's performance at a motor coordination battery and 2) to assess whether the association between biological maturation and scores obtained in motor coordination tests is mediated by some anthropometric measurement.

Methods: The convenience sample consisted of 73 male children aged 8 years old. Anthropometric data considered the height, body mass, sitting height, waist circumference, body mass index, fat mass and fat-free mass estimates. Biological maturation was assessed by the percentage of the predicted mature stature. Motor coordination was tested by the Körperkoordinationstest für Kinder. A partial correlation between anthropometric measurements, z-score of maturation and the motor coordination tests were performed, controlling for chronological age. Finally, causal mediation analysis was performed.

Results: Height, body mass, waist circumference and fat mass showed a slight to moderate inverse correlation with motor coordination. Biological maturation was significantly associated with the balance test with backward walking ($r=-0.34$). Total mediation of the waist circumference was identified in the association between biological maturation and balance test with backward walking (77%).

Conclusions: We identified an association between biological maturation and KTK test performance in male children and also verified that there is mediation of waist circumference. It is recommended that studies be carried out with female individuals and at other age ranges.

© 2016 Sociedade de Pediatria de São Paulo. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

A coordenação motora de crianças parece estar associada à aptidão física relacionada à saúde,¹ à atividade física,² à morfologia corporal,³ às características sociodemográficas⁴ e, conseqüentemente, à saúde global dessa população. Mais, o desenvolvimento motor nas idades pré-pubertárias parece influenciar decisivamente a motivação⁵ e até o envolvimento em práticas motoras na adolescência, como jogos e esportes.⁶

O *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK) tem sido usado como teste para avaliar a coordenação motora em crianças e adolescentes.^{7,8} Contudo, a literatura é carente de estudos dedicados à descrição dos múltiplos fatores que podem apresentar relação com o desenvolvimento motor das crianças, dentre eles o estado maturacional dos sujeitos. Os estudos feitos com a bateria KTK tiveram como objetivo, basicamente, associar as características antropométricas das crianças e jovens, principalmente o índice de massa corporal (IMC), com o desempenho no teste.^{7,8} No entanto, em recente estudo de revisão sistemática com metanálise sobre o tema, nenhum estudo selecionado levou em consideração a relação do estado maturacional

dos indivíduos com os valores de IMC, muito menos com o desempenho nas provas de coordenação motora.⁷

O estado maturacional tem sido relacionado com a prática de atividades físicas⁹ e com a aptidão física de sujeitos jovens.¹⁰ Contudo, as medidas mais populares de maturação biológica resultam dos estágios de maturação sexual que são exclusivos dos anos pubertários e não correspondem a uma escala contínua, suscetível de ser usada num desenho correlacional.¹¹ Katzmarzyk et al.¹⁰ recorreram ao método da maturação esquelética e os resultados evidenciaram a complexidade das inter-relações entre o tamanho corporal, a maturação biológica e a aptidão física. Ainda, os autores afirmaram que os efeitos da maturação biológica em crianças são expressos principalmente por meio do tamanho corporal e que o estado maturacional foi o que mais influenciou no desempenho físico das crianças.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivos: 1) analisar a associação do estado maturacional com o desempenho nas provas do KTK em crianças pré-púberes e 2) examinar se a relação entre o estado maturacional e o desempenho no KTK é mediada por alguma medida antropométrica dos indivíduos.

Método

Trata-se de um estudo descritivo, em que os dados foram coletados num único ponto no tempo e representam um corte transversal das características dos indivíduos em estudo. As quatro escolas de Arapiraca, Alagoas, Brasil, foram selecionadas por meio da amostragem não probabilística por acessibilidade. Teve-se como critério de escolha apenas a estratificação quanto à sua natureza pública (duas escolas) e privada (duas escolas). Os termos de consentimento foram entregues a todas as crianças do sexo masculino que apresentaram a faixa etária de interesse do estudo, assim como aos seus respectivos responsáveis. A amostra foi composta por 73 escolares do sexo masculino, entre 8 e 8,99 anos, o que representa 90% do número de crianças elegíveis. A omissão na entrega do termo de consentimento, a ausência no dia da coleta dos dados ou alguma incapacidade física para a bateria de testes foram critérios de exclusão. O estudo foi planejado e conduzido na observância de normas internacionais de experimentação com humanos (Declaração de Helsinque de 1975) e foi devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Alagoas, registrado sob o parecer CAAE 09200413.5.0000.5013.

As medidas antropométricas mensuradas foram: estatura (EST), massa corporal (MC), altura sentado (AS), perímetro de cintura (PC) e dobras cutâneas, todas feitas na escola, no mesmo turno do dia. A EST (0,1cm) e a AS (0,1cm) foram mensuradas com estadiômetro portátil (Sanny Caprice, São Paulo, Brasil). A MC (0,1kg) foi mensurada com balança digital (Techline, São Paulo, Brasil). Os escolares vestiam apenas roupas leves e ficaram descalços, permaneceram com os membros superiores descontraídos e soltos lateralmente. O PC (0,1 cm) foi mensurado no ponto médio entre o último arco costal e a crista ilíaca, no momento de respiração mínima, com uma trena antropométrica em aço (Sanny Medical Starrett, São Paulo, Brasil). As dobras cutâneas (1 mm) subescapular, tricipital e de perna foram aferidas com adipômetro da marca Lange (Beta Technology, Santa Cruz, Califórnia, USA), a partir de uma média de três medidas coletadas em cada ponto anatômico preestabelecido, em uma ordem rotacional, no lado direito dos avaliados. Os procedimentos usados tiveram como referência as instruções trazidas por Lohman et al.¹² Foram calculados o índice de massa corporal (IMC) e o percentual de gordura,¹³ usado para fragmentação da MC em massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG). O erro técnico de medida e o coeficiente de confiabilidade das variáveis antropométricas foram obtidos por teste-reteste, com intervalo de uma semana, em um grupo de 19 crianças. Os valores foram, respectivamente: estatura (0,6cm; 0,98), massa corporal (0,6kg; 0,99), perímetro de cintura (1,6cm; 0,93), altura sentado (0,5cm; 0,96) e dobras cutâneas (1,0-1,4mm; 0,94-0,98).

A avaliação do estado maturacional foi feita a partir do percentual da estatura matura alcançado num determinado momento. A percentagem de estatura matura predita (%EMP) obtida em uma determinada idade pelo método de Khamis e Roche¹⁴ é tida como uma metodologia não invasiva e oferece os dados em formato contínuo. A medida, como variável contínua, está moderadamente associada à idade óssea, considerada um indicador de referência da maturação

biológica.^{9,15} Para avaliar o estado maturacional, o %EMP foi expresso como z-escore relativo à média e desvio padrão por sexo e faixa etária da amostra do Berkeley Guidance Study, Universidade da Califórnia.¹⁶ Os z-escores da maturação são normalmente usados para estimar o estado maturacional: normomaturado, z-escore entre -1,0 e 1,0; atrasado, z-escore < -1,0; adiantado, z-escore > 1,0.^{17,18} No presente estudo, as estaturas dos pais foram autorreportadas e o z-escore da maturação foi a variável usada para representar o estado maturacional dos indivíduos.

A coordenação motora foi avaliada com o teste de coordenação corporal para crianças (*Körperkoordinations-test für Kinder - KTK*).¹⁹ A escolha baseou-se nos aspectos positivos destacados por Cools et al.²⁰ As características psicométricas do KTK¹⁹ apontam para um coeficiente de confiabilidade teste-reteste para cada prova, separadamente, que varia entre 0,80 e 0,96. Sua aplicação requer um espaço com uma área de 4x5 metros. O KTK tem, em sua forma final, quatro provas: equilíbrio em marcha à retaguarda (ER), saltos laterais (SL), transposição lateral (TL) e saltos monopodais (SM). Os indivíduos fizeram o teste sem familiarização com as provas do instrumento. No presente estudo foi considerado o desempenho isolado em cada prova do KTK. Dessa forma, não se recorreu aos valores padronizados pelos autores originais¹⁹ nem foi calculado o quociente motor, uma vez que, no estudo original, pretendia-se obter uma avaliação categórica de crianças e jovens com déficit motor. O mesmo procedimento foi adotado em outro estudo.²¹ Tal decisão baseou-se em: 1) Não existir qualquer estudo que tenha mostrado a validade transcultural da pontuação sugerida pelos autores originais dos resultados de cada prova em crianças brasileiras; 2) Não haver informação sólida acerca da validade dos valores de corte do quociente motor em crianças brasileiras; 3) Não se conhecer o significado clínico e pedagógico da classificação proposta pelos autores alemães; 4) No fato de a amostra do presente estudo ser formada apenas por indivíduos do mesmo sexo e da mesma faixa etária e, finalmente, 5) No fato de o interesse central do estudo ser o de examinar a associação das variáveis antropométricas e do estado maturacional com o desempenho nas provas do KTK.

As avaliações ocorreram nas instalações das escolas. As avaliações em cada escola duraram quatro semanas. Em cada semana, foi avaliado um quantitativo médio de 10 indivíduos. Em atenção aos momentos avaliativos, primeiramente, foram tiradas as medidas antropométricas e, em outra semana, foi aplicado o KTK, individualmente e com as crianças calçadas. A sequência das provas do KTK foi uniformemente aplicada aos indivíduos na seguinte ordem: equilíbrio em marcha à retaguarda, saltos laterais, transposição lateral e saltos monopodais.

Foram determinadas as estatísticas descritivas de tendência central e dispersão e, adicionalmente, testada a normalidade das distribuições com a prova de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis que não configuraram os pressupostos da distribuição normal foram alvo de transformação logarítmica para as análises inferenciais. No entanto, optou-se por apresentar os valores originais nas tabelas dos resultados. Em seguida, fez-se o teste de correlação parcial, controlado pela idade cronológica, entre as variáveis antropométricas (estatura, massa corporal, IMC, altura sentado, perímetro de

cintura, massa gorda e massa livre de gordura), o z-escore da maturação e os resultados em cada prova do KTK. Os coeficientes de correlação foram interpretados de acordo com Hopkins et al.²² Após as correlações, com o propósito de examinar o quanto da associação entre o estado maturacional e o desempenho no KTK foi mediada pelas características antropométricas, modelos de regressão linear foram ajustados com base nos procedimentos descritos por Baron e Kenny.²³ A primeira equação tem o mediador (antropometria) e a variável independente (z-escore da maturação biológica). A segunda equação usa a variável dependente (escore do KTK) e a variável independente (z-escore da maturação biológica). A terceira equação analisou a variável dependente (escore do KTK) juntamente com a variável independente (z-escore da maturação biológica) e o mediador (antropometria). Os seguintes critérios foram usados para estabelecer uma mediação: 1) a variável independente deve ser significativamente relacionada com o mediador; 2) a variável independente deve ser significativamente relacionada com a variável dependente; 3) o mediador deve ser significativamente relacionado com a variável dependente; e 4) a associação entre a variável independente e a variável dependente deve ser atenuada quando o mediador é incluído no modelo de regressão. Por fim, testou-se a mediação com as etapas descritas por Sobel:²⁴ em primeiro lugar, estima-se a atenuação ou efeito indireto (isto é, o efeito da variável independente sobre o mediador, equação 1, multiplicado pelo efeito do mediador sobre a variável dependente, equação 3); e, em segundo, divide-se o efeito indireto pelo efeito calculado na equação 2. Foi adotada significância de $p < 0,05$ nas análises. Usou-se o software IBM SPSS 22.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL).

Resultados

Os resultados descritivos são apresentados na tabela 1. Em relação à maturação biológica, os escolares encontram-se num percentual médio da estatura matura predita de 74,7%, com pequena magnitude de desvio-padrão ($\pm 1,6$). O mesmo

não se observa nas provas do KTK. O teste de transposição lateral é o que apresenta menor variação nos valores do desvio-padrão.

Na tabela 2 são apresentados os coeficientes de correlação parcial entre as variáveis antropométricas, o estado maturacional (z-escore da maturação) e o desempenho em cada prova do KTK, controlados para o efeito espúrio da idade cronológica. O estado maturacional não se correlacionou significativamente com a maioria das provas do KTK, notadamente saltos laterais, transposição lateral e saltos monopodais. Em contrapartida, observa-se correlação significativa inversa e de magnitude moderada com o equilíbrio em marcha à retaguarda ($r = -0,34$). Estatura, massa corporal, MC, perímetro de cintura e massa gorda associaram-se inversamente de forma significativa com o z-escore da maturação e com a prova de equilíbrio em marcha à retaguarda do KTK, variaram entre as magnitudes fraca e moderada.

De todas as variáveis antropométricas que mostraram associação significativa com a prova de equilíbrio em marcha à retaguarda do KTK, o perímetro de cintura foi a única que se apresentou como mediadora da relação entre o estado maturacional e o desempenho na prova (fig. 1). Os resultados evidenciam que o efeito do estado maturacional sobre o desempenho na prova de equilíbrio em marcha à retaguarda do KTK teve mediação total do perímetro de cintura (77%; $z = -2,523$; $p < 0,05$).

Discussão

O presente estudo encontrou associação inversa entre o estado maturacional e a prova de equilíbrio em marcha à retaguarda do KTK, cujo coeficiente de correlação apresentou-se de magnitude moderada. O perímetro de cintura foi a única variável antropométrica que apresentou mediação na relação entre o estado maturacional e o desempenho no KTK, notadamente na prova de equilíbrio em marcha à retaguarda.

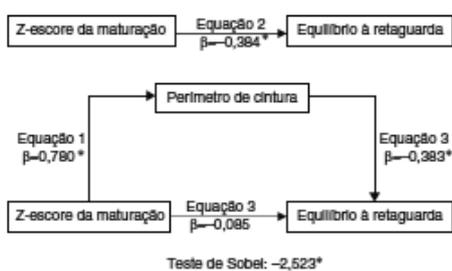
Tabela 1 Características gerais do total da amostra (n=73)

Variáveis	Amplitude		Média		Desvio-padrão
	Mínimo	Máximo	Valor	(IC95%)	
Idade cronológica (anos)	8,00	8,99	8,52	(8,45-8,59)	0,30
Estatura matura predita (cm)	161,6	188,7	175,4	(173,9-176,9)	6,4
Estatura matura predita (%)	72,2	78,6	74,7	(74,4-75,1)	1,6
Estatura (cm)	119,2	146,2	131,1	(129,8-32,5)	5,8
Massa corporal (kg)	18,1	61,7	31,4	(29,6-33,3)	7,9
Índice de massa corporal ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	12,0	30,8	18,1	(17,3-18,9)	3,4
Altura sentado (cm)	41,8	79,0	68,3	(67,3-69,4)	4,5
Perímetro de cintura (cm)	48,0	92,8	61,6	(59,7-63,4)	7,9
Massa gorda (kg)	1,5	40,1	8,4	(7,0-9,9)	6,2
Massa livre de gordura (kg)	16,6	30,3	23,0	(22,3-23,6)	2,9
Equilíbrio à retaguarda ^a	3	68	37,8	(34,4-41,2)	14,4
Saltos laterais ^a	11	57	33,2	(31,0-35,5)	9,7
Transposição lateral ^a	18	60	32,4	(30,8-34,0)	6,8
Saltos monopodais ^a	9	65	36,6	(33,8-39,4)	12,1

^a Não há unidade de medida.

Tabela 2 Coeficientes de correlação parcial entre as variáveis antropométricas e o desempenho nas provas do teste de coordenação motora (KTK), controlados pela idade cronológica

Variáveis antropométricas	z-escore da maturação	KTK			
		Equilíbrio à retaguarda	Saltos laterais	Transposição lateral	Saltos monopodais
Estatura	0,52 ^a	-0,25 ^a	-0,42 ^a	-0,26 ^a	-0,24 ^a
Massa corporal	0,68 ^a	-0,36 ^a	-0,41 ^a	-0,27 ^a	-0,30 ^a
Índice de massa corporal	0,60 ^a	-0,35 ^a	-0,30 ^a	-0,22	-0,29 ^a
Altura sentado	0,42 ^a	-0,16	-0,18	-0,24 ^a	-0,23
Perímetro de cintura	0,67 ^a	-0,44 ^a	-0,43 ^a	-0,27 ^a	-0,36 ^a
Massa gorda	0,68 ^a	-0,37 ^a	-0,37 ^a	-0,27 ^a	-0,33 ^a
Massa livre de gordura	0,40 ^a	-0,13	-0,34 ^a	-0,27 ^a	-0,14
z-escore da maturação	-	-0,34 ^a	-0,17	-0,10	-0,15

^a $p < 0,05$.Figura 1 Modelo de mediação do perímetro de cintura sobre a relação entre estado maturacional e o desempenho na prova equilíbrio à retaguarda do teste de coordenação motora (KTK), controlados pela idade cronológica (* $p < 0,05$).

O estado maturacional tem sido levado em consideração em estudos que envolvem a população pediátrica. Atualmente, a relação da maturação biológica com o nível de atividade física⁹ e o desempenho motor¹⁰ são aspectos reportados na literatura. No entanto, vale ressaltar que, normalmente, os estudos tratam como desempenho motor a *performance* em testes de aptidão física relacionada à saúde, e não, necessariamente, em testes de coordenação motora. São poucos os estudos com crianças que tenham considerado o estado maturacional juntamente com o desempenho em testes de coordenação motora ou habilidade motora.^{25,26} Recentemente, Freitas et al.²⁵ analisaram a contribuição da maturação esquelética no desempenho das provas do KTK em crianças de 7-10 anos. Os autores afirmaram que, na maioria dos casos, os coeficientes de correlação são negativos, sugerindo que o estado maturacional mais atrasado está associado com melhores resultados nas provas do teste. Ainda, concluíram que a maturação biológica isoladamente, ou mesmo combinada ao tamanho corporal, apresenta pequena influência sobre os resultados do KTK.

Deus et al.,²⁷ em estudo longitudinal, acompanharam o desempenho de crianças de 6-10 anos no KTK e os resultados evidenciaram que as competências coordenativas das provas do KTK apresentaram trajetórias distintas. A prova de equilíbrio em marcha à retaguarda foi a única que apresentou uma trajetória linear, o que não ocorreu nas outras provas,

e demonstrou em seus resultados que quanto maior for o valor de partida, menores são os ganhos anuais ($r = -0,55$). Além disso, os achados de Deus et al.²⁷ também revelaram que o IMC é um fator essencial para o bom desempenho dessa prova. De fato, essa prova exige o deslocamento do centro de gravidade de uma forma equilibrada, o que pode penalizar as crianças com maior adiposidade corporal, principalmente localizada na região do tronco. D'Hondt et al.²⁸ também afirmaram haver uma relação inversa entre a adiposidade corporal e o desempenho nas provas do KTK, que parece mais pronunciada naqueles com idade mais avançada. Uma possível explicação para tais achados da literatura pode ser a de que o desenvolvimento motor das crianças aumenta à medida que se tornam mais maduras. No entanto, quanto mais avançado tende a ser o estado maturacional do indivíduo, esse aumento tende a ser mais lento e estabilizar-se.¹¹ Por outro lado, o ganho de peso, que também se encontra relacionado ao estado maturacional, tende a aumentar, o que contribuiria para uma maior chance de haver associação inversamente proporcional entre a adiposidade corporal e o desempenho no KTK, em crianças de estado maturacional mais avançado.

Em estudo recentemente feito com crianças de ambos os sexos, Lopes et al.⁸ afirmaram que, além do IMC, o perímetro de cintura, a razão cintura-estatura e o percentual de gordura corporal também apresentaram associação com o desempenho no KTK. Contudo, o percentual de gordura ($\beta = 2,395$; IC95% 1,234-4,646; $p = 0,010$) apresentou maior sensibilidade para prever baixa coordenação motora em meninas. Já no sexo masculino, o valor aumentado do perímetro de cintura ($\beta = 3,296$; IC95% 1,784-6,090; $p < 0,001$) foi o que mais se destacou na associação com baixa *performance* no KTK. Tais evidências vão ao encontro dos resultados do presente estudo, na medida em que foi encontrada relação inversa entre o estado maturacional e o desempenho na prova de equilíbrio em marcha à retaguarda do KTK mediada pela adiposidade central, caracterizada pelos valores do perímetro de cintura.

Diante do exposto, os achados do presente estudo levantam indícios de que o estado maturacional, embora em pequena proporção, apresenta relação com o desempenho do KTK em crianças pré-púberes do sexo masculino, notadamente pela relação inversa e de magnitude moderada que obteve com a prova de equilíbrio em marcha à retaguarda. Contudo, não se pode concluir o mesmo para as

outras provas do KTK. Esses achados corroboram a literatura e levantam indícios de que o desenvolvimento coordenativo das crianças não se encontra relacionado apenas à influência da maturação biológica, mas também às influências comportamentais, ambientais e à interação delas.^{25,29,30}

O presente estudo é um dos poucos que levam em consideração o estado maturacional de crianças na relação com o desempenho em teste de coordenação motora. Contudo, algumas limitações devem ser reconhecidas. Tendo em conta que foi usado um desenho transversal de coleta de dados e que a composição da amostra foi feita de maneira não aleatória por apenas indivíduos do sexo masculino, de uma única região do Estado de Alagoas, sem cálculo do tamanho amostral, não se recomenda a generalização dos resultados para outras crianças que não satisfaçam as características da amostra do estudo. Outros dois aspectos a serem mencionados dizem respeito ao fato de não ter sido mensurada variável de nível de atividade física das crianças para fins de controle e o fato de as estaturas parentais não terem sido medidas diretamente para o cálculo do %EMP. No entanto, os resultados encontrados contribuem para o conhecimento acerca do desempenho coordenativo de crianças. Ainda, denotam a possibilidade de haver interferência da maturação biológica na relação que o tamanho corporal apresenta com os resultados dos testes de coordenação motora, em especial na bateria KTK.

Concluindo, levando-se em consideração que o desenvolvimento coordenativo é de suma importância na infância, por sua característica de preditor de atividade física nas fases subsequentes da vida,⁶ fica evidente que os resultados reforçam não apenas a necessidade de atenção ao conhecimento do estado maturacional dos indivíduos, mas, principalmente, enaltecem o conceito de que o crescimento, a maturação e o desenvolvimento motor são fenômenos bioculturais.¹¹ Recomenda-se que futuros estudos sejam feitos com indivíduos de outras idades, que a amostra tenha mais participantes e que o efeito da maturação seja testado em desempenho de outros métodos de avaliação da coordenação motora na população pediátrica.

Financiamento

O primeiro autor é estudante de doutoramento da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra (registro uid/dtp/04213/2013), Portugal, e é financiado pela bolsa de doutorado pleno no exterior da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), processo nº BEX 1617/13-3.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Cairney J, Hay J, Veldhuizen S, Faught B. Comparison of VO2 maximum obtained from 20 m shuttle run and cycle ergometer in children with and without developmental coordination disorder. *Res Dev Disabil.* 2010;31:1332–9.
- Rivlis I, Hay J, Cairney J, Klentrou P, Liu J, Faught BE. Physical activity and fitness in children with developmental coordination disorder: a systematic review. *Res Dev Disabil.* 2011;32:894–910.
- Krombholz H. Motor and cognitive performance of overweight preschool children. *Percept Mot Skills.* 2013;116:40–57.
- Mutunga M, Gallagher AM, Boreham C, Watkins DC, Murray LJ, Cran G, Reilly JJ. Socioeconomic differences in risk factors for obesity in adolescents in Northern Ireland. *Int J Pediatr Obes.* 2006;1:114–9.
- Okely AD, Booth ML, Patterson JW. Relationship of physical activity to fundamental movement skills among adolescents. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1899–904.
- Graham DJ, Sirard JR, Neumark-Sztainer D. Adolescents' attitudes toward sports, exercise, and fitness predict physical activity 5 and 10 years later. *Prev Med.* 2011;52:130–2.
- Luz LG, Seabra AF, Santos R, Padez C, Ferreira JP, Coelho-e-Silva MJ. Associação entre IWC e teste de coordenação corporal para crianças (KTK). Uma metanálise. *Rev Bras Med Esporte.* 2015;21:230–5.
- Lopes L, Santos R, Moreira C, Pereira B, Lopes VP. Sensitivity and specificity of different measures of adiposity to distinguish between low/high motor coordination. *J Pediatr (Rio J).* 2015;91:44–51.
- Bacil ED, Mazzardo Júnior O, Rech CR, Legnani RF, de Campos W. Physical activity and biological maturation: a systematic review. *Rev Paul Pediatr.* 2015;33:114–21.
- Katzmarzyk PT, Malina RM, Beunen GP. The contribution of biological maturation to the strength and motor fitness of children. *Ann Hum Biol.* 1997;24:493–505.
- Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics; 2004.
- Lohman TG, Martorell R, Roche AF. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics Books; 1988.
- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988;60:709–23.
- Khamis HJ, Roche AF. Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics.* 1994;94:504–7.
- Malina RM, Dompier TP, Powell JW, Barron MJ, Moore MT. Validation of a noninvasive maturity estimate relative to skeletal age in youth football players. *Clin J Sport Med.* 2007;17:362–8.
- Bayer LM, Bayley N. Growth diagnosis: selected methods for interpreting and predicting development from one year to maturity. Chicago: University of Chicago Press; 1959.
- Cumming SP, Standage M, Gillison FB, Dompier TP, Malina RM. Biological maturity status, body size, and exercise behaviour in British youth: a pilot study. *J Sports Sci.* 2009;27(7):677–86.
- Malina RM, Coelho E, Silva MJ, Figueiredo AJ, Carling C, Beunen GP. Interrelationships among invasive and non-invasive indicators of biological maturation in adolescent male soccer players. *J Sports Sci.* 2012;30:1705–17.
- Kiphard EJ, Schilling F. Körperkoordinationstest für Kinder [Body Coordination Test for Children]. Weinheim: Beltz Test GmbH Manual; 1974.
- Cools W, Martelaer KD, Samaey C, Andries C. Movement skill assessment of typically developing preschool child: a review of seven movement skill assessment tools. *J.Sports Sci Med.* 2009;8:154–68.
- Valdivia AB, Cartagena LC, Sarria NE, Távora IS, Seabra AF, Silva RM, et al. Coordinación motora: influencia de la edad, sexo, estatus socioeconómico y niveles de adiposidad en niños peruanos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2008;10:25–34.
- Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:3–13.

23. Baron RM, Kenny DA. The moderator/mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations. *J Pers Soc Psychol.* 1986;51:1173–82.
24. Sobel M. Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models. In: Leinhardt S, editor. *Sociological methodology.* Washington: American Sociological Association; 1982. p. 290–312.
25. Freitas DL, Lausen B, Maia JA, Lefevre J, Gouveia ER, Thomis M, et al. Skeletal maturation, fundamental motor skills and motor coordination in children 7-10 years. *J Sports Sci.* 2015; 33:924–34.
26. Kerr R. Movement control and maturation in elementary-grade children. *Percept Mot Skills.* 1975;41:151–4.
27. Deus RK, Bustamante A, Lopes VP, Seabra AT, Silva RM, Maia J. Modelação longitudinal dos níveis de coordenação motora de crianças dos seis aos 10 anos de idade da Região Autónoma dos Açores, Portugal. *Rev Bras Educ Fis Esporte.* 2010;24: 259–73.
28. D'Hondt E, Deforche B, Vaeyens R, Vandorpe B, Vandendriessche J, Pion J, Philippaerts R, et al. Gross motor coordination in relation to weight status and age in 5- to 12-year-old boys and girls: a cross-sectional study. *Int J Pediatr Obes.* 2011;6: 556–64.
29. Laukkanen A, Pesola A, Havu M, Sääkslahti A, Finni T. Relationship between habitual physical activity and gross motor skills is multifaceted in 5- to 8-year-old children. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24:e102–10.
30. Iivonen S, Sääkslahti AK. Preschool children's fundamental motor skills: a review of significant determinants. *Early Child Development Care.* 2014;184:1107–26.

ANEXO 8

Atividades acadêmicas no período doutoral

1) Programa doutoral: disciplinas

O curso tem a duração mínima de 6 semestres, incluindo a realização de uma dissertação de doutoramento, num total de 180 ECTS. O percurso académico até agora percorrido totaliza 75 ECTS e segue abaixo:

Código	Nome	ECTS	Regime	Tipo	Nota	Classificação ECTS	Data
03920027	Epidemiologia da Actividade Física e Políticas de Saúde	10	Semestral	AV	17	B **	21-12-2013
03920038	Estudo Independente em Fisiologia do Exercício e Prática Laboratorial	5	Semestral	AV	18	A **	21-12-2013
03920016	Metodologia da Investigação em Ciências do Desporto I	7.5	Semestral	AV	18	A	21-12-2013
03920109	Metodologia da Investigação em Ciências do Desporto II	7.5	Semestral	AV	18	B	31-05-2014
03920191	Projecto de Dissertação - RAFS	7.5	Semestral	EP	18	A **	11-02-2014
03920137	Psicologia da Actividade Física e Saúde	7.5	Semestral	AV	18	A **	31-05-2014
03010301	Seminário I - RAFS	2.5	Semestral	AV	19	A **	30-05-2015
03010323	Seminário II - RAFS	2.5	Semestral	AV	18	A **	19-12-2015
03010334	Seminário III - RAFS	2.5	Semestral	AV	19	A **	31-05-2016
	Créditos Área Científica: Actividade Física e Saúde	7.5		CA	AP	-	11-02-2014
	Créditos Área Científica: Ciências do Desporto	15		CA	AP	-	11-02-2014

AV - Avaliação

EP - Equivalência a Pedido

ET - Equivalência Transitória

CAC - Créditos Áreas Científicas

Os 105 ECTS restantes dizem respeito à disciplina *Dissertação de Doutoramento – RAFS* (código 03920264), plurianual, que será concluída com a Defesa da tese.

2) Cursos breves não conferentes de grau

- Participação no *Journal Club* (coordenado pelo Prof. Doutor Manuel João Coelho e Silva) com bolsiros de doutoramento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (João Valente-dos-Santos; Ricardo Rebelo-Gonçalves; Vitor Severino) e outros estudantes de doutoramento. Periodicidade semanal, desde Setembro de 2013, Coimbra – Portugal;

- Participação no *Intensive Programme* (15 dias, 80 horas), organizado pela Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra (FCDEF-UC) e com a participação de universidades da Espanha, Itália, Suécia, Noruega e Turquia. Março de 2014, Coimbra – Portugal;

- Participação no curso *Advanced Course in Statistics*, organizado pela FCDEF-UC. Novembro de 2014, Coimbra – Portugal;

- Curso de inglês na Universidade de Coimbra (módulo elementar). 2014, Coimbra – Portugal;

- Participação no ciclo de palestras em Atividade física e Saúde “*Workshop LabMed Physical Activity Study Data Analysis*”, organizado pelo Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer da Faculdade de Desporto do Porto da Universidade do Porto. Março de 2015, Porto – Portugal;

- Participação no ciclo de palestras em Atividade física e Saúde “*Mediation Analysis*”, organizado pelo Centro de Investigação em Atividade Física, Saúde e Lazer da Faculdade de Desporto do Porto da Universidade do Porto. Abril de 2015, Porto – Portugal;

- Curso de inglês na Universidade de Coimbra (módulo pré-intermédio). 2015, Coimbra – Portugal;

- Curso de inglês na Universidade de Coimbra (módulo intermédio). 2016, Coimbra – Portugal;

- Participação no curso de 6 horas de Regressão Logística e Análise ROC, organizado pelo Laboratório de Bioestatística e Informática Médica (LBIM) da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Abril de 2016, Coimbra – Portugal;

- Participação no curso de 6 horas de Modelos de Regressão, organizado pelo Laboratório de Bioestatística e Informática Médica (LBIM) da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Maio de 2016, Coimbra – Portugal;

- Participação no curso de 8 horas de *Multilevel Modelling of Developmental Changes During the Pubertal Years*, organizado pelo Prof. Doutor Manuel João Coelho e Silva e ministrado pelo Prof. Doutor João Valente-dos-Santos, na Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra. Abril e Maio de 2016, Coimbra – Portugal;

- Participação no curso de 6 horas de Análise factorial e análise de *clusters*, organizado pelo Laboratório de Bioestatística e Informática Médica (LBIM) da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Outubro de 2016, Coimbra – Portugal.

3) Frequências de congressos internacionais

- Participação na XXVIII edição do *Pediatric Work Physiology Meeting*. Outubro de 2013, Anadia – Portugal;

- Participação na XIV edição do Fórum Internacional do Desporto de Jovens. Março de 2014, Coimbra – Portugal;

- *IPLeia International Health Congress - Challenges and Innovation in Health*. Maio de 2014, Leiria – Portugal;

- Participação na XV edição do Fórum Internacional do Desporto de Jovens. Março de 2015, Coimbra – Portugal;
- Participação no *20th Annual Congress of the European College of Sport Science*. Junho de 2015, Malmö – Suécia;
- Participação na XVI edição do Fórum Internacional do Desporto de Jovens. Março de 2016, Coimbra – Portugal;
- Participação no *3^d IPLeiria International Health Congress: Health, Demographic Changes & Well-being*. Maio de 2016, Leiria – Portugal;
- Participação no XVI Congresso de Ciências do Desporto e Educação Física dos Países de Língua Portuguesa. Setembro de 2016, Porto – Portugal.

4) Apresentação de posters em congressos internacionais

Relationship between motor coordination and physical fitness of prepubertal children. *IPLeiria International Health Congress*. Maio de 2014, Leiria – Portugal;

Sex differences in fitness and motor coordination in prepubertal children before and after controlling for maturation. *19th annual Congress of the European College of Sport Science*. Julho de 2014, Amsterdam – Holanda;

Predictors of motor coordination performance in prepubertal children. *20th Annual Congress of the European College of Sport Science*. Junho de 2015, Malmö – Suécia;

Massa magra e gordura corporal como mediadores do efeito da maturação biológica no desempenho motor de crianças. XVI Congresso de Ciências do Desporto e Educação Física dos Países de Língua Portuguesa. Setembro de 2016, Porto – Portugal.

5) Apresentação de comunicações orais em congressos internacionais

Interrelationship among somatic and skeletal age protocols of biological maturation in 6 to 10 years old girls. *IP-SMEC Sport as Mean for European Citizenship*. Fevereiro de 2014, Coimbra – Portugal;

Cross-cultural comparison of gross motor coordination in children from Brazil and Portugal. *3rd IPLeia International Health Congress: Health, Demographic Changes & Well-being*. Maio de 2016, Leiria – Portugal.

6) Publicação de abstracts em livros de actas

Interrelationship among somatic and skeletal age protocols of biological maturation in 6 to 10 years old girls. (2014). *Annals of Research in Sport and Physical Activity*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, p. 85-86;
DOI:http://dx.doi.org/10.14195/2182-7087_5_13

Sex differences in fitness and motor coordination in prepubertal children before and after controlling for maturation. (2014). *19th Annual Congress of the European College of Sport Science*. Book of Abstracts;

Predictors of motor coordination performance in prepubertal children. (2015). *20th Annual Congress of the European College of Sport Science*. Book of Abstracts;

Massa magra e gordura corporal como mediadores do efeito da maturação biológica no desempenho motor de crianças. (2016). *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, S2R²*.

7) Publicação de abstracts em periódicos internacionais com arbitragem

Relationship between motor coordination and physical fitness of prepubertal children. (2014). *Revista de Saúde Pública*, 48 (número especial), 218;

Cross-cultural comparison of gross motor coordination in children from Brazil and Portugal. (2016). *BMC Health Services Research*, 16 (Suppl 3), 62.

8) Publicações em revistas internacionais com arbitragem

Waist circumference as a mediator of biological maturation effect on the motor coordination in children. (2016). *Revista Paulista de Pediatria (english edition)*, 34, 352-358.

9) Publicações em revistas internacionais com arbitragem e factor de impacto (como primeiro autor)

Independent and combined effects of sex and biological maturation on motor coordination and performance in prepubertal children. (2016). *Perceptual and Motor Skills*, 122(2), 610-635;

Associação entre IMC e teste de coordenação corporal para crianças (KTK). Uma meta-análise. (2015). *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 21, 230-235.

10) Publicações em revistas internacionais com arbitragem e factor de impacto (como co-autor)

Reproducibility of peak power output during a 10-s cycling maximal effort using different sampling rates. *Acta Physiologica Hungarica (Print)*, 1, 1-9, 2014.

11) Submissões em revistas internacionais com arbitragem e factor de impacto (como primeiro autor)

Motor coordination and fitness of prepubertal girls: morphology and maturity effects. Submetido em Dezembro de 2016 ao *Journal of Sports Science and Medicine*.

12) Submissões em revistas internacionais com arbitragem e factor de impacto (como co-autor)

Repeated sprint ability in youth soccer: independent and combined effects of relative age and biological maturation. Submetido em Novembro de 2016 à *Science and Medicine in Football*.