



Vouzela Ativa: uma visão integrada de uma população em termos auxológicos e epidemiológicos.

Raquel Nichele de Chaves

2013



Vouzela Ativa: uma visão integrada de uma população em termos auxológicos e epidemiológicos.

Dissertação apresentada ao Programa Doutoral em Ciências do Desporto (Decreto-Lei n.º 74/2006, de 24 de Março), com vista ao grau de Doutor em Ciências do Desporto, sob a orientação do Professor Doutor José António Ribeiro Maia e co-orientação do Professor Doutor Adam Baxter-Jones.

Raquel Nichele de Chaves

Porto, Outubro de 2013

FICHA DE CATALOGAÇÃO

Chaves, R. N. (2013). **Vouzela Ativa: uma visão integrada de uma população em termos auxológicos e epidemiológicos**. Porto: Dissertação de Doutoramento apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chaves: CRESCIMENTO, DESENVOLVIMENTO MOTOR, SAÚDE, CRIANÇAS, ADOLESCENTES, FAMÍLIAS.

“O conhecimento científico e a racionalidade humana que o produz são, em meu entender, sempre falíveis ou sujeitos a erro. Mas são também, creio, o orgulho da humanidade. Pois o homem é, tanto quanto sei, a única coisa no universo que tenta entendê-lo. Espero que continuemos a fazê-lo e que estejamos também cientes das severas limitações de todas as nossas intervenções”.

Karl Popper¹

¹ Popper, Karl. O Mito do Contexto. Em defesa da ciência e da racionalidade. Lisboa: Edições 70, 2009 (Nota do autor, 1993, pág. IX)

DEDICATÓRIAS

In memoriam

À minha **Nonna Olinda Nichele** que com palavras de amor plantou algo muito especial em mim... a "**coragem**". Que eu permita que ela floresça cada vez mais em meu coração e atitude, sentindo por meio dela a sua presença.

Aos meus pais Jair e Dinalva,

Mais importante do que a conquista de um propósito, é ter com quem partilhar a alegria de tê-lo alcançado. Eu acrescentaria mais... é olhar o caminho percorrido e contemplar tantas pegadas unidas, tal como as mãos sempre estiveram. Pelas vossas mãos, pés e corações, este foi, sem dúvida, mais um grande percurso de uma longa caminhada, sempre doce com a vossa presença.

Aos meus irmãos Fagner e Rafael

A intensidade do nosso amor transcende os nossos corações, expande-se por meio de tantos gestos de carinho e multiplica-se pelo nosso exemplo de companheirismo. É algo sem igual. Nossa irmandade é preciosa.

À minha irmã Michele

Para completar ainda mais os meus dias, Deus entrelaçou nossos caminhos. Não tenho dúvidas do quanto cresci ao seu lado. Nesta aventura em terras lusitanas, se houve coragem e renovação diária dos meus sonhos foi, também, por ter a ternura do seu coração.

Ao meu Emanuel

Durante todo o percurso, tentei tornar cada um de nossos momentos eterno. A lembrança de tudo o que vivemos pode transbordar lágrimas em meu rosto, mas nada apagará a imagem do teu sorriso. Estarei sempre ao seu lado, espiritualmente perto.

AGRADECIMENTOS

A escrita desta dissertação é o corolário de um conjunto precioso de “olhares”. Cada um soube dedicar tempo, carinho e amizade na orientação e partilha de ideias e de seu modo de ver. Essas valiosas contribuições permitiram a concretização desta “obra” que, para mim, é o princípio de um longo e belo caminho. Sinto-me muito feliz e grata ao ver traduzido neste documento o extenso aprendizado acadêmico, oriundo de um trabalho mútuo que abracei e por qual fui abraçada, ao longo dos últimos quatro anos. Quero deixar registrado, portanto, todo o meu reconhecimento e profunda gratidão àqueles que direcionaram seu olhar para que esta dissertação fosse concluída. Espero não esquecer de mencionar, publicamente, todos os anjos desta minha trajetória.

Ao meu orientador e mentor de todo o projeto “Vouzela Ativo”, Prof. Doutor José António Ribeiro Maia. Muito obrigada pelo desafio do Doutorado e pela oportunidade de partilhar seu tempo e conhecimento tão preciosos. Foram cinco anos de intensa aprendizagem, de apoio constante e de crescimento ímpar. Seus ensinamentos, rigor científico, críticas e sugestões, não limitados ao domínio científico, foram, e para sempre serão, o que de mais belo recebi nesta aventura. Desde *Kahlil Gibran* a *Karl Popper*, as leituras carinhosamente sugeridas me acompanham, conjuntamente à saudade que irei levar para o Brasil. Para sempre, muito obrigada!

Ao Prof. Doutor Adam D. G. Baxter-Jones, co-orientador desta dissertação. Muito obrigada por aceitar o convite e, não obstante suas muitas ocupações, acompanhar-me durante todo o processo. *“To Professor Adam D. G. Baxter-Jones, my Ph.D. co-advisor. Thank you for accepting the invitation, despite your many occupations, following me across the Ph.D program”*.

Ao Prof. Doutor Go Tani, agradeço imensamente sua disponibilidade, colaboração e acompanhamento, tão presentes e importantes em muitas fases do Programa Doutoral. Quero expressar a minha grande admiração pelo seu trabalho e dedicação.

Ao Prof. Doutor Vincent Diego, grande amigo e cientista do *Texas Biomedical Research Institute*. Sua imensa capacidade científica, partilhada

desde o início do Doutorado, foi um valioso presente. Muito obrigada por toda colaboração. *“To Professor Vincent Diego, good friend and a scientist at Texas Biomedical Research Institute. Your great scientific ability was a valuable gift, which was shared since the beginning of Ph.D. Thank you for your help”*.

Ao Prof. Doutor Rodrigo Siqueira Reis, coordenador do Curso de Educação Física da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e tutor do meu processo de bolsa de Doutorado no exterior. Agradeço profundamente pelo grande apoio, presente ao longo da minha formação acadêmica, desde os primeiros anos do Bacharelado em Educação Física à conclusão do Doutorado.

Ao Prof. Doutor Peter Katzmarzyk do *Pennington Biomedical Research Center*, pelo entusiasmo e colaboração com o nosso trabalho, sobretudo por sua disponibilidade em discutir e ajudar o andamento de nossos projetos.

Ao Prof. Doutor Joey Eisenmann da *College of Osteopathic Medicine, Michigan State University*, por aceitar o convite em colaborar em nossas pesquisas, partilhando ideias e experiências.

À Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADE-UP), na pessoa do respectivo Presidente do Conselho Diretivo, Prof. Doutor Jorge Olímpio Bento. Pelo acolhimento institucional, iniciado no Mestrado, sempre mantido ao longo do Programa Doutoral. E um agradecimento pessoal ao Prof. Doutor Jorge Bento, pelos ensinamentos ministrados em aulas e Seminários e pelas palavras sempre amigas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de Doutorado no exterior (processo de n.º 623110-1), permitindo que esta dissertação fosse desenvolvida.

À Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) de Portugal (financiamento ao projeto de referência *PTDC/DES/67569/2006*), pelo apoio financeiro ao desenvolvimento do projeto.

À Câmara Municipal do Concelho de Vouzela, aos Agrupamentos de Escolas de Vouzela e Campia, ao Centro de Saúde de Vouzela, e demais forças vivas da região que viabilizaram a realização do “Projeto Vouzela Ativo”

e tudo o que ele envolveu, em especial a presente dissertação. Muito obrigada por permitirem esta linda aventura e terem acolhido nossas ideias com carinho.

Ao Prof. Doutor António Manuel Fonseca, Diretor do Programa Doutoral em Ciências do Desporto. Agradeço pelo total apoio concedido durante todo o processo, pelas palavras de incentivo, pelo auxílio nas questões mais burocráticas e pelos conselhos partilhados.

Ao Prof. Doutor Rui Garganta, meu querido amigo e mestre. Muito obrigada pelo companheirismo diário, motivação acadêmica e profissional. Nunca vou esquecer das atitudes de carinho, ajudando-me em muitas situações de dificuldade. Quero expressar meu agradecimento, também especial, à sua esposa Olga Castela, que cuidou de mim quando muito precisei. Sentirei muitas e muitas saudades de vocês. Para sempre, muito obrigada.

Ao Prof. Doutor André Seabra, membro da minha Comissão de Orientação do Programa Doutoral, mas também um grande amigo e professor. Foi das primeiras pessoas que me incentivou a iniciar o Doutorado na FADE-UP e soube estar presente durante todo o processo. Muito obrigada pela confiança e pelo carinho. Sentirei muitas saudades de si e de toda a sua linda família.

Ao Prof. Doutor Gaston Beunen, *in memmorian*. Foi um privilégio participar de suas aulas, cursos e conferências. Seu modo carinhoso, transparente e acolhedor de lecionar acompanhar-me-ão ao longo da minha caminhada.

À Prof.^a Doutora Denisa Mendonça, pela participação na Comissão de Orientação do Programa Doutoral, sempre com preciosas questões e disposição para discutí-las.

À Prof.^a Doutora Maria de Fátima de Pina, do Instituto de Saúde Pública da Universidade do Porto, pela oportunidade de acompanhar o curso em Sistemas de Informação Geográfica, despertando meu interesse maior pela área e por tudo o que ela envolve.

Ao Prof. Doutor Duarte Freitas, pela disponibilidade em ministrar cursos e Seminários na FADE-UP e, sobretudo, pelas ricas discussões

proporcionadas, as quais foram um grande auxílio à elaboração desta dissertação.

Ao amigo e Prof. Doutor Luciano Basso, pela sua atenção e interesse por nossos projetos. Muito obrigada pela amizade, desde o início do Mestrado, sempre mantida e cultivada, bem como todas as contribuições à minha formação. Seu trabalho e dedicação são verdadeiros exemplos.

À amiga e Prof.^a Doutora Carol Leandro Góis. Agradeço as contribuições ao desenvolvimento deste trabalho, as críticas e sugestões tão preciosas. Muito obrigada pela amizade e pelo seu exemplo de dedicação e disciplina. Admiro muito seu trabalho.

À Prof.^a Doutora Cláudia Forjaz, pela participação efetiva em minha formação, partilhando suas experiências, conhecimento, análises e propostas.

À Prof.^a Doutora Olga Vasconcelos, pela amizade e carinho ao longo da minha caminhada na FADE-UP, sempre com seu sorriso acolhedor e palavras de incentivo.

À Prof.^a Doutora Maria Manuel Araújo Jorge da Faculdade de Letras da Universidade do Porto, quero expressar um agradecimento especial por me presentear com suas preciosas aulas e Seminários sobre uma temática desafiadora: responsabilidade científica.

Ao Prof. Mestre João Egdoberto Siqueira, meu querido amigo e mestre. Muito obrigada pelo incentivo e confiança, encorajando minha vinda a Portugal, e por todo o apoio dedicado ao longo desses cinco anos. *“Há gente que fica na história, na história da gente”*. Obrigada por ser parte importante desta minha história.

Ao amigo e Prof. Doutor Rogério Fermينو, pela paciência e atenção nunca negadas. Muito obrigada por partilhar experiências e ideias, sempre acompanhando com alegria minha trajetória acadêmica.

À minha amiga e Prof.^a Teresa Marinho, pelos excelentes momentos de convivência, serenando minhas angústias, sorrindo com minhas vitórias e partilhando ensinamentos com muita dedicação. Muito obrigada por ser tão especial, luz em meu caminho.

De um modo muito especial, agradeço a todos os participantes do Projeto Vouzela Ativo, a todos os profissionais envolvidos e, sobretudo, às crianças, jovens e famílias vouzelenses, que não só possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa, mas também me acolheram com todo o carinho e apreço. Senti-me sempre em casa, sempre entre amigos.

Aos responsáveis políticos do Concelho de Vouzela, Dr. Telmo Antunes (Presidente do Município) e Sr. João Taborda (Vereador do Pelouro de Desporto), pelo apoio ao projeto, desde o início de sua implementação.

À Dr.^a Mercedes Margarida Figueiredo (Diretora Executiva do ACES Dão-Lafões II) e Dr.^a Maria Alexandre Cruz Abreu (Delegada de Saúde de Vouzela) pela ajuda valiosa em desenvolver partes importantes deste trabalho.

À Enfermeira-Chefe do Centro de Saúde de Vouzela, Maria Augusta Marques Almeida Costa, pela sua dedicação ímpar, sempre envolvida com alegria e disponibilidade. Estendo meus agradecimentos à equipe de profissionais que coordenou, cuja compreensão e resposta ao trabalho foram exemplares. Muito obrigada pelo carinho com que sempre me receberam.

À Enfermeira do Núcleo de Saúde Escolar, Dr.^a Marisa Rodrigues e seus estagiários, sempre tão prontos a colaborar. Meu sincero agradecimento pela atenção e cuidado amavelmente dispensados.

À Presidente do Conselho Executivo do Agrupamento de Escolas de Vouzela, Dr.^a Maria Raquel Marques Ferreira, pelo carinho com que me recebeu, não medindo esforços para que eu me sentisse verdadeiramente em casa. Jamais vou esquecer de todos os seus gestos atenciosos. Também agradeço a todos os profissionais de sua instituição (Escola Básica Integrada de Vouzela), professores e funcionários, pelo carinho com que me abraçaram e pelo modo exemplar como estiveram e permaneceram neste audacioso projeto. Meu profundo agradecimento e admiração pessoal pelo lindo trabalho que desenvolvem diariamente.

Aos diretores: do Agrupamento de Escolas de Campia, Dr.^a Glória Girão de Carvalho; da Escola Secundária de Vouzela, Dr. José Alberto Pereira; da Escola Profissional de Vouzela, Dr. José Lino Tavares; da Santa Casa da Misericórdia de Vouzela, Educadora Joana Rodrigues Lobo; e respectivas

equipes que coordenaram, pela colaboração e envolvimento, unindo a comunidade escolar.

Ao coordenador do Gabinete de Desporto da Câmara Municipal de Vouzela, Dr. Diogo Carvalho e sua equipe, pela disponibilidade e contribuição a este trabalho, novamente amenizando problemas e criando estratégias para o melhor desenvolvimento deste projeto. Estendo meu agradecimento ao querido amigo Dr. Eneias Arede, que nunca mediu esforços para contribuir nesta pesquisa.

A todos os professores das diversas escolas do Concelho pela colaboração na recolha de dados, divulgação dos procedimentos e envolvimento de toda a comunidade escolar, sobretudo das famílias. A todos os professores das atividades de enriquecimento curricular (AEC's) do 1º ciclo do Ensino Básico e professores de Educação Física dos 2º e 3º ciclos do Ensino Básico, Ensino Secundário e Ensino Profissional, pela disponibilidade que demonstraram desde o início, contribuindo, sem medir esforços, na recolha da informação. Muito obrigada por receberem o nosso trabalho com muito carinho e manterem-se sempre lado a lado conosco.

Ao meu querido amigo Paulo Cálão. Quero expressar meu profundo e terno agradecimento por tudo o que fez para que o “Projeto Vouzela Ativo” e esta dissertação tivessem sucesso em sua concretização. Muito obrigada pelo seu compromisso e empenho inenarráveis, uma contribuição desinteressada e tão preciosa.

À minha amiga tão especial Maria Sidônio Madanelo, Soni, pela disponibilidade carinhosa, sempre de braços abertos para me receber e acolher, também, os meus pedidos. Muito obrigada por presentear-me com a sua sincera amizade, recebendo-me em sua casa, junto à sua linda família. Sentirei muitas saudades. Você e sua família estarão sempre em meu coração.

Ao meu querido amigo Duke de Oliveira, por sua imensa colaboração com a recolha da informação, sempre disposto e atencioso a tudo quanto fosse necessário ser feito. Não obstante tantas ocupações, sempre recebeu meus pedidos com carinho, sendo um amigo verdadeiro. Muito obrigada por ser uma dádiva em minha trajetória. Estendo meus agradecimentos à sua família tão

amável, que tão bem me recebeu. Nunca vou esquecer o que fizeram por mim. Já sinto saudades.

À Sr.^a Palmira Santos e à Sr.^a Amélia Cosme, por todo o carinho durante as minhas várias estadias em Vouzela. Guardo com muito apreço as palavras, os gestos e o cuidado que me dedicaram.

Aos meus queridos amigos Nuno Conceição e Sr. Marinho, pela colaboração com este trabalho, mas sobretudo, pela partilha de uma linda amizade. Levo com muito carinho todas as palavras de apoio.

À equipe da Biblioteca da FADE-UP, especialmente à Mafalda Pereira, Virgínia Pinheiro, Patrícia Martins e Pedro Novais, por toda a colaboração dedicada.

A todos os Professores e Funcionários da FADE-UP. Em especial ao Sr. Coimbra e Sr. Serafim pela disposição e prontidão em ajudar.

À minha querida amiga Maria Domingues, por toda compreensão, ajuda, carinho e cumplicidade. Sentirei muitas saudades, mas levo nossa amizade em meu coração. “És linda amiga!!!!”.

Aos colegas Ana Isabel Ribeiro e Hugo Teixeira, do Instituto de Saúde Pública da Universidade do Porto, pela ajuda e paciência nas análises com o *ArcMap*. Muito obrigada.

Aos meus colegas do laboratório, Alcibíades Bustamante, Rojapon Buranarugsa e Ana Seabra, por todo o apoio e amizade.

À minha amiga Simonete Silva, pela partilha, ajuda e carinho, incentivando constantemente meu crescimento. Admiro muito seu trabalho, sua força e presença forte e determinada.

Ao meu querido amigo e companheiro do Programa Doutoral, Daniel Santos, pela doação, parceria e amizade ao longo desses preciosos anos em Portugal. Estendo meus agradecimentos à sua esposa Bárbara Lourenço, que em tantas recolhas acompanhou-nos, sempre bem disposta e alegre. Espero-vos em Curitiba.

Às minhas amigas queridas, Fernanda Santos e Thayse Gomes, por caminharem lado a lado, dedicarem seu tempo, carinho e muita motivação para

que em tudo tivéssemos sucesso. Nossa amizade é eterna em meu coração. Espero reencontrá-las muitas e muitas vezes nesta longa caminhada. Xero!!!

À Sara Pereira, Sofia Cachada e Alessandra Borges, colegas e amigas, por todo o companheirismo, carinho e paciência diários. Muito obrigada pelos momentos divertidos, toda a alegria e compreensão, não obstante o excesso de trabalho. Preciosas amizades que me acompanharão para sempre.

À minha amiga Mafalda Sofia Roriz, pela disponibilidade desinteressada, pelo apoio nos momentos difíceis e por toda a alegria partilhada. Sentirei muitas saudades e espero que possamos nos reencontrar.

À minha amiga Roseanne Autran, por me reconhecer logo no primeiro dia e manter-se presente em todas as situações adversas e felizes. Muito obrigada pelo seu empenho em amenizar minhas angústias com o SIG. Já estou com muitas saudades, mas sei que nossa amizade será sempre maior do que qualquer oceano. Por tudo amiga, serei para sempre grata.

Aos meus amigos Geise Nascimento, Polly Freitas e Ricardo Arantes. Muito obrigada pela doce e, às vezes, sertaneja convivência que tanto bem me proporcionou. Saudades sempre.

Aos meus amigos Jailton Pelarigo, Márcio Borgonovo, Toni Bovolini, Renata Willig, Cristine Schmidt e Morgana Hoffmann, por todas as palavras de incentivo, preocupação e amizade, partilhando as angústias, alegrias e saudade.

Aos meus amigos gaúchos, minha família em Portugal, Denise Soares, Luciano Silveira e Marcelo Castro. Muito obrigada por estarem carinhosamente ao meu lado, apoiando meus passos e tornando tudo mais simples. Espero revê-los muitas e muitas vezes.

À minha amiga Jenny Carolina Tavares, pelo exemplo de amizade e de determinação. Obrigada por tudo!

À minha amiga Franciele Anziliero, pelo otimismo e alegria cativantes, ouvindo-me com toda a paciência e disposição.

Ao meu querido amigo Hermano Ismael Emílio pelo incentivo inicial, renovado ao longo desta caminhada acadêmica. Não obstante o tempo e a distância, nossa amizade nos manteve sempre próximos.

À minha amiga Minerva de Castro Amorim. Muito obrigada pelo companheirismo e apoio, sempre divertidos.

Às minhas preciosas amigas e colegas de profissão, Simony Wozniak Romaniuk, Daniela Ozelame Chemim, Juliana Maia, Andressa Becker e Ana Maria Cermidi Morello. Embora em diferentes caminhos, nunca nos separamos. Obrigada por todo o apoio, carinho e oração.

Aos meus amigos e amados afilhados, Wesley e Renata Jacob, pelo modo como mantiveram-se presentes ao longo desta trajetória, acalmando minhas angústias e partilhando minhas alegrias. Muito obrigada por tudo.

À minha amiga Janaína O'Donnel Cabral, a querida Jana, por ser a mão amiga, pelos conselhos valiosos, e por toda a torcida pelo meu sucesso. Saiba que essa torcida é mútua e nossa amizade uma dádiva.

Aos meus amigos Carlos Klostermann e Bruno Weiss, por terem me recebido com muito carinho em vossa casa, por acompanharem todo o processo e por serem tão especiais.

Ao amigo e Padre Ednílson de Jesus Silva, do Santuário da Divina Misericórdia, pelos sábios conselhos, exemplo e carinho que me acompanharam ao longo desses cinco lindos anos.

Aos queridos padres jesuítas da Paróquia Nossa Senhora de Fátima. Obrigada por todo o carinho, pelas intrigantes e cativantes homilias aos domingos, pela atenção com que me ouviram e pelo amor com que me receberam, sobretudo na Casa da Torre e nos encontros no CREU-IL. Agradeço, também, a todos os amigos dos nossos encontros e reflexões.

Ao meu namorado e amigo Emanuel Fernandes dos Passos, pelo companheirismo, amor e cumplicidade. Muito obrigada por estar ao meu lado, permitindo-me ser autêntica e tornando-me mais e mais forte diante das adversidades. Que nossos caminhos sejam sempre iluminados e agraciados.

À minha família abençoada. Imensa em número e amor. Vocês são o meu tesouro, meu coração. Quero agradecer, em especial, ao meu avô João Chaves, meus tios e minhas tias, meus queridos primos e primas. Não posso deixar de mencionar minha profunda gratidão aos meus padrinhos, Marlene, Eliene e Álvaro De Conto; aos meus tios Denise e José Fuchs, Gelmari e José

Antônio Maranhão, Elizabete e Gilmar Nichele, Vanusa e William Chaves, que muito me ajudaram, sobretudo nas maiores adversidades.

Às minhas primas-irmãs, Marília Maranhão, Taíse Fuchs, Bruna de Conto, e também à minha prima-irmã-madrinha, Noemi Nichele, pelo amor e amizade tão puros e especiais. Muito obrigada pela partilha de angústias, alegrias, sonhos e realizações, permitindo meu crescimento e, claro, a conclusão desta linda trajetória.

À minha cunhada Camila Vieira e meus sobrinhos Eduardo Chaves, Paola Vieira e Paula Vieira, pelo incentivo constante, cumplicidade e carinho que mantiveram a firmeza de meus passos. Muito obrigada por manterem-se presentes e dedicados.

Ao meu irmão Fagner Chaves, pelo carinho e paciência diários. Você sempre foi meu braço forte, meu ombro amigo, minha fortaleza. Muito obrigada por estar ao meu lado, incansavelmente, desde “o bom dia, eu te amo”, ao “boa noite, estou com saudades”.

Ao meu irmão Rafael Chaves, pela alegria contagiante e apoio incondicional ao longo desses cinco anos. Muito obrigada por ser um afilhado amado, irmão amoroso e amigo dedicado. Guardo todas as músicas e poemas que sempre fez com tanto carinho. Amo você.

À minha irmã Michele Caroline de Souza, por ter sido, também, minha família, irmã e amiga carinhosa. Muito obrigada por todas as palavras, gestos, e até mesmo pelo silêncio, mostrando que tudo poderia ser mais simples do que eu sempre idealizava. E quando eu pensei que já não conseguiria mais, foi a sua amizade verdadeira que me mostrou o contrário. Esta conquista é nossa. Já sinto muitas saudades. Quero estender o meu sincero agradecimento à sua linda família, que agora também é minha: seus pais Júlio César e Sandra Souza, sua irmã Jeane Silveira e seu namorado Roberto Ribas. Muito obrigada por caminharem comigo!

Aos meus pais amados, Jair Chaves e Dinalva Chaves, por suportarem minha ausência com carinho, dedicando toda a força e amor para que meus sonhos se concretizassem. Muito obrigada pelo esforço ilimitado, proporcionando o que há de melhor para nossa família. Sou muito feliz e

agradecida por ter vocês ao meu lado. Seguirei sempre por vocês e por nossa família. Amo vocês.

Muito obrigada, meu Pai e minha Mãe do Céu. Vosso precioso amor me guiou e me fortaleceu, ensinando-me a viver com serenidade em um constante tempo de esperas. Hoje sei e sinto que “tudo posso Naquele que me fortalece” (Filipenses 4:13).

ÍNDICE GERAL

Dedicatórias.....	VII
Agradecimentos.....	IX
Índice Geral.....	XXI
Índice de Tabelas.....	XXV
Índice de Figuras.....	XXIX
Índice de Quadros.....	XXXI
Índice de Anexos.....	XXXIII
Resumo.....	XXXV
Abstract.....	XXXVII
Capítulo I	Introdução e Estrutura da Dissertação
	Introdução Geral..... 3
	Estrutura da Dissertação..... 12
	Referências..... 16
Capítulo II	Metodologia Geral da Dissertação
	Metodologia Geral..... 25
	Caracterização do Concelho de Vouzela: aspectos históricos, demográficos, geográficos, e socioeconómicos 25
	Projeto “Vouzela Ativo”: conceção, delineamento e estratégias para implementação do estudo..... 30
	Amostra..... 33
	Instrumentos e procedimentos de avaliação..... 34
	Referências..... 44
Capítulo III	Estudos Descritivos
Estudo I	Growth, body composition and waist circumference centile charts of rural Portuguese children and adolescents
	Abstract..... 53
	Introduction..... 55
	Material and Methods..... 57
	The sample..... 57
	Anthropometric and body fat measurements..... 57
	Information quality control..... 58
	Statistical analysis..... 58
	Results..... 59
	Comparison with CDC reference charts..... 65
	Body fat comparisons..... 67

	Waist circumference comparisons.....	67
	Discussion.....	68
	Acknowledgements.....	72
	References.....	73
Estudo II	Valores normativos do desempenho motor: construção de cartas percentílicas baseadas no método LMS de Cole and Green	
	Resumo.....	81
	Abstract.....	83
	Introdução.....	85
	Procedimentos Metodológicos.....	87
	Amostra.....	87
	Controle da qualidade da informação.....	88
	Avaliação da aptidão física.....	89
	Procedimentos estatísticos.....	89
	Comparação com outros estudos.....	90
	Resultados.....	90
	Discussão.....	99
	Agradecimentos.....	105
	Fontes de financiamento.....	105
	Referências.....	106
Estudo III	Desempenho coordenativo de crianças. Construção de cartas percentílicas baseadas no método LMS de Cole and Green	
	Resumo.....	113
	Abstract.....	115
	Introdução.....	117
	Procedimentos Metodológicos.....	120
	Amostra.....	120
	Controle de qualidade de informação.....	121
	Avaliação da coordenação motora.....	122
	Procedimentos estatísticos.....	123
	Comparação com outros estudos.....	123
	Resultados.....	124
	Discussão.....	132
	Agradecimentos.....	138
	Referências.....	140

Capítulo IV	Estudos Analíticos	
Estudo IV	Do child and school-level characteristics explain inter-individual differences in gross motor coordination development?	
	Abstract.....	149
	Introduction.....	151
	Material and Methods.....	152
	The sample.....	152
	Anthropometric and body fat measurements.....	153
	Gestational information.....	153
	Physical activity.....	154
	Physical fitness.....	154
	Gross motor coordination.....	154
	School environment.....	155
	Data quality control.....	156
	Statistical Analysis.....	156
	Results.....	157
	Discussion.....	161
	Perspective.....	165
	Acknowledgements.....	165
	References.....	167
Estudo V	The role of sports participation on metabolic syndrome in Portuguese children and adolescents	
	Abstract.....	175
	Introduction.....	177
	Material and Methods.....	178
	The sample.....	178
	Anthropometric and body composition measures.....	179
	Maturity offset.....	179
	Sport participation.....	180
	Cardiorespiratory fitness.....	180
	Metabolic Syndrome.....	180
	Socioeconomic status.....	181
	Statistical Analysis.....	181
	Results.....	182
	Discussion.....	185
	Conclusions.....	189
	Acknowledgements.....	189
	References.....	190

Capítulo V	Estudos em Genética Quantitativa	
Estudo VI	Clustering of body composition, blood pressure and physical activity in Portuguese families	
	Abstract.....	199
	Introduction.....	201
	Material and Methods.....	203
	Sample.....	203
	Anthropometric and body composition measures.....	203
	Blood pressure.....	204
	Physical activity.....	204
	Socioeconomic status.....	205
	Statistical analysis.....	206
	Results.....	208
	Discussion.....	211
	Acknowledgements.....	217
	References.....	218
Estudo VII	Geographical effects in familial clustering of metabolic syndrome indicators	
	Abstract.....	229
	Introduction.....	231
	Material and Methods.....	232
	Sample.....	232
	Anthropometric and body composition measures.....	233
	Metabolic syndrome indicators.....	233
	Physical activity.....	234
	Socioeconomic status.....	234
	Physical activity facilities and GIS environmental areas.....	235
	Statistical genetic models.....	236
	Results.....	237
	Discussion.....	240
	Acknowledgements.....	244
	References.....	245
Capítulo VI	Síntese Final	
	Conclusões finais.....	255
	Limitações do estudo.....	267
	Questões que o tempo ajudará a responder.....	269
	Referências.....	273
Anexos		XXXIX

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Estrutura da Dissertação.....	13
--	----

CAPÍTULO II

Tabela 1. Frequência absoluta e relativa da população residente em Vouzela e respetivas áreas (total e relativa) das 12 freguesias.....	28
Tabela 2. População escolar em 2001 e no ano letivo de 2008/2009 em função do nível de ensino. Últimos dados oficiais publicados.....	30
Tabela 3. Estrutura da bateria de testes de aptidão física.....	38
Tabela 4. Valores de corte para os indicadores de risco metabólico.....	39
Tabela 5. Valores pontuais de R (IC _{95%}) e erro técnico de diferentes variáveis avaliadas.....	42

CAPÍTULO III

- ESTUDO I

Table 1. Sample numbers for anthropometric measures (height, body mass, BMI and waist circumference) and percent body fat by age and sex.....	58
Table 2. Distribution of Z-scores of height, body mass, BMI, waist circumference and percent body fat for the Vouzela sample compared to expectations that assume normality.....	60
Table 3. Percentile values for height, body mass, BMI, waist circumference and percent body fat in girls.....	61
Table 4. Percentile values for height, body mass, BMI, waist circumference and percent body fat in boys.....	62

- ESTUDO II

Tabela 1. Distribuição amostral para cada teste de aptidão física em função da idade e sexo.....	88
Tabela 2. Distribuição das frequências esperadas e observadas nos diferentes percentis de cada uma das provas de aptidão física assumindo normalidade das distribuições. Resultados para meninas e meninos.....	91
Tabela 3. Valores percentílicos dos testes motores em meninas.....	93
Tabela 4. Valores percentílicos dos testes motores em meninos.....	94

- ESTUDO III

Tabela 1. Distribuição amostral em função do sexo e da idade.....	121
--	-----

Tabela 2. Valores percentílicos das quatro provas da Bateria de Testes KTK de meninas.....	126
Tabela 3. Valores percentílicos das quatro provas da Bateria de Testes KTK de meninos.....	127
Tabela-anexo 1. Valores das curvas LMS e respectivos erros-padrão (ep) em função do sexo e da idade.....	139
CAPÍTULO IV	
- ESTUDO IV	
Table I. Descriptive statistics for all variables at student (level I) and school (level II) levels.....	158
Table II. Summary of results of the three nested models.....	160
- ESTUDO V	
Table I. Descriptive statistics [Medians and interquartile ranges (IQR)] for all variables by sex; means and SD's are presented in italic for illustrative purposes.....	183
Table II. Robust correlation coefficients among all variables.	184
Table III. Robust multiple regression results.	184
CAPÍTULO V	
- ESTUDO VI	
Table I. Phenotypes by generation, sex and familial clusters.....	207
Table II. Descriptive statistics of family members.....	209
Table III. Familial intra-trait correlations for body composition, blood pressure and physical activity traits	210
Table IV. Model results (log likelihoods) for body composition, blood pressure and physical activity phenotypes, and h^2 (\pm standard-error) adjusted for covariables.....	210
Table V. Genetic, environmental, and phenotypic correlations (\pm standard-errors) between blood pressure, physical activity and body fat phenotypes.....	212
- ESTUDO VII	
Table I. Descriptive statistics of family members.....	238
Table II. Heritability (\pm standard-error) estimates for all phenotypes and proportion of explained variance due to significant covariates. Note that heritability effect sizes (h^2) are computed from the residual variance, i.e., total variance minus the variance accounted for by the covariates....	239
Table III. Main results (Likelihood Ratio Test and p-values) based of GIS spatial effects based on Mahalanobis-similarity in body composition, metabolic syndrome indicators and total physical activity....	240

CAPÍTULO VI

Tabela 1: Resumo dos principais resultados do estudo I.....	256
Tabela 2: Resumo dos principais resultados do estudo II.....	258
Tabela 3: Resumo dos principais resultados dos estudos III e IV.....	260
Tabela 4: Resumo dos principais resultados do estudo V.....	262
Tabela 5: Resumo dos principais resultados dos estudos VI e VII.....	264

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. “Mecanismos” de desenvolvimento nas trajetórias de atividade física de crianças. Modelo proposto por Stodden et al. (2008). (PI: primeira infância; SI: segunda infância; AD: adolescência).....	7
Figura 2. Modelo descritor das relações entre atividade física, aptidão física e saúde, a que se associam fatores genéticos e ambientais. Proposta de Bouchard e Shephard (1994).....	8
Figura 3. Modelo sequencial de análise do curso de vida da população do Concelho de Vouzela.....	10

CAPÍTULO II

Figura 1. Imagem dos livros publicados nas duas fases do Projeto “Vouzela Ativo”.....	32
Figura 2. Fases do Projeto “Vouzela Ativo”.....	32

CAPÍTULO III

ESTUDO I

Figure 1. Vouzela girls’ reference charts for height, body mass, BMI, waist circumference and percent body fat.....	63
Figure 2. Vouzela boys’ reference charts for height, body mass, BMI, waist circumference and percent body fat.....	64
Figure 3. Comparison of the 50th percentile from Vouzela and CDC (Centers for Disease Control and Prevention) reference charts.....	66
Figure 4. Comparison of Vouzela reference charts (50th percentile) for percent body fat development compared to UK, Spain and USA charts...	67
Figure 5. Comparison of Vouzela reference charts (50th percentile) for waist circumference development compared UK, Portugal, Canada and USA charts.....	68

ESTUDO II

Figura 1. Cartas de referência percentílica dos testes de aptidão física: dinamometria manual e impulsão horizontal de meninas e meninos.....	95
Figura 2. Cartas de referência percentílica dos testes de aptidão física: corrida vai-vem, corrida de 50 jardas e corrida/marcha da milha de meninas e meninos.....	96
Figura 3. Comparação dos valores medianos (P50) da dinamometria manual e impulsão horizontal da população Vouzelense com outros estudos.....	97

Figura 4. Comparação dos valores medianos (P50) da corrida vai-vem, corrida de 50 jardas e corrida/caminhada da milha da população Vouzelense com outros estudos.....	98
--	----

ESTUDO III

Figura 1. Curvas percentílicas das quatro provas da Bateria de Testes KTK de meninos e meninas.....	128
--	-----

Figura 2. Comparação dos valores médios das quatro provas da Bateria de Testes KTK com os de outros estudos.....	129
---	-----

Figura 3. Comparação dos valores medianos (P50) das quatro provas da Bateria de Testes KTK com os de outros estudos.....	130
---	-----

Figura 4. Pseudo-curvas de velocidade das quatro provas da Bateria de Testes KTK de meninos e meninas.....	131
---	-----

ÍNDICE DE QUADROS

CAPÍTULO II

Quadro 1. Etapas amostrais desta dissertação.....	33
--	-----------

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Questionário sobre a gestação e o nascimento dos filhos....	XL I
Anexo 2. Questionário sobre a atividade física habitual – Godin & Shephard.....	XLIII
Anexo 3. Questionário de Baecke e questões adicionadas.....	XLV
Anexo 4. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ-SF)....	XLVII
Anexo 5. Recordatório de 3 dias de atividade física desenvolvido por Bouchard.....	XLIX
Anexo 6. Questionário sobre o comportamento alimentar.....	LI
Anexo 7. Questionário sobre o estado de saúde.....	LIII
Anexo 8. Questionário de avaliação dos espaços escolares.....	LVII
Anexo 9. Mapa desportivo de Vouzela e famílias avaliadas.....	LXI

RESUMO

O propósito principal desta dissertação foi investigar, de modo abrangente e multifacetado, aspetos do crescimento físico, desenvolvimento motor e saúde da população do Concelho de Vouzela, centro de Portugal.

A amostra foi constituída por 3158 crianças e jovens (6-17 anos), e 260 famílias nucleares. Procedimentos standardizados foram utilizados para medir indicadores do crescimento físico, composição corporal, desempenho motor, coordenação motora, atividade física, risco metabólico, peso ao nascer e estatuto socioeconómico. Condições escolares e desportivas foram também avaliadas. Recorreu-se a análises univariadas e multivariadas implementadas nos *softwares* SPSS, HLM, *LMSchartmaker*, GESEE, SOLAR e *ArcMap*.

Os valores medianos (P50) do peso, índice de massa corporal e massa gorda dos vouzelenses são superiores às referências internacionais. Em comparação com outras amostras, os vouzelenses têm menor desempenho na impulsão horizontal, corrida vai-vem e de 50 jardas, similar na prova de preensão e superior na corrida/marcha da milha. Os valores médios de coordenação motora são inferiores aos alemães e belgas, mas similares aos peruanos e açorianos. Crianças mais aptas e com menos massa gorda têm melhores níveis coordenativos; a dimensão da escola e o espaço desportivo têm efeitos significativos na coordenação motora. A participação desportiva está inversamente associada ao score contínuo de risco metabólico de crianças e jovens. As correlações entre familiares foram significativas na adiposidade, atividade física e tensão arterial; os fatores genéticos explicam entre 26% a 73% da variação dos indicadores de risco metabólico; há pleiotropia parcial entre tensão arterial e massa gorda; as correlações ambientais são significativas entre atividade física, adiposidade e tensão arterial. A proximidade entre equipamentos desportivos e a residência influencia os valores de adiposidade, atividade física e dos fatores de risco metabólico.

Das principais conclusões, destacamos: (1) as cartas de referência locais são sensíveis às características biológicas e ambientais da população vouzelense; (2) as características individuais das crianças explicam a maior proporção da variância total de coordenação motora; (3) a prática desportiva pode atuar como um fator protetor do risco metabólico; (4) os fatores genéticos contribuem significativamente para a variabilidade da massa gorda, atividade física e risco metabólico; (5) massa gorda, tensão arterial e atividade física partilham influências ambientais comuns; (6) ambientes natural e construído influenciam a expressão da adiposidade, risco metabólico e atividade física.

Palavras-chave: crescimento físico, desenvolvimento motor, saúde, crianças, adolescentes, famílias.

ABSTRACT

The main purpose of this thesis was to study the complex relationship among physical growth, motor development and health of a population from the Vouzela, central region of Portugal.

The sample comprised 3158 children and adolescents (6 to 17 years-old), and 260 nuclear families. Standardized procedures were used to assess different aspects of growth, body composition, motor performance, gross motor coordination, physical activity, metabolic risk, socioeconomic status and birth weight. School and sports conditions were also assessed. SPSS, HLM, *LMSchartmaker*, GESEE, SOLAR, and *ArcMap* were used in the univariate and multivariate statistical analysis.

Vouzela median values (P50) for body mass, body mass index and body fat were higher than international references. In comparison with other samples, Vouzela children and adolescents had lower standing jump, agility shuttle run and 50-yard dash values, similar in handgrip, but higher in the 1-mile run/walk. Vouzela gross motor coordination mean values were lower than Germans and Belgians, but similar to Peru and Azorean samples. Children with higher physical fitness levels and less fat were more coordinated; school size and paved sports ground showed significant effects on the gross motor coordination levels. Sport participation was inversely associated with children and adolescents' metabolic risk score. Familial correlations were significant in body fat, blood pressure and physical activity traits; genetic factors explained between 26% and 73% of metabolic risk factors; partial pleiotropy between blood pressure and body fat was observed; environmental correlations were significant among physical activity, adiposity and blood pressure. Family home proximity to physical activity/sports facilities influences the magnitude of adiposity, physical activity and metabolic risk factors' traits.

Main conclusions were: (1) local reference charts were sensible to the genetic and environmental characteristics of Vouzela population; (2) children individual traits explained greater proportion of gross motor coordination total variance; (3) sports participation may act as a protective factor of metabolic risk; (4) significant contribution of genetic factors to variability of body fat, metabolic risk and physical activity traits was observed; (5) body fat, blood pressure and physical activity shared common environmental influences; (6) natural and built environments influence the magnitude of adiposity, metabolic risk and physical activity phenotypes.

Key-words: growth, motor development, health, children, adolescents and families.

Capítulo I

Introdução Geral e Estrutura da Dissertação

INTRODUÇÃO GERAL

A presente dissertação procura apresentar um olhar abrangente e multifacetado sobre onexo relacional que se estabelece entre distintos aspetos do crescimento físico, desenvolvimento motor e marcadores de saúde de uma população em transição económica, demográfica e epidemiológica. A estrutura e sequência analítica dos seus estudos parcelares, detalhados mais adiante, assentam num conjunto de pilares que lhe atribuem coerência interna e que são: a Auxologia, o Desenvolvimento Motor, a Epidemiologia do Curso da Vida (do inglês *Life-course Epidemiology*) e a Genética Quantitativa, percorrendo diferentes janelas do crescimento e desenvolvimento, nomeadamente a infância, adolescência e vida adulta jovem, da população do Concelho de Vouzela, Distrito de Viseu, centro-norte de Portugal.

A introdução geral deste estudo está alicerçada num conjunto de pilares que passamos a referir:

- O **primeiro** assenta na relevância atual atribuída aos estudos populacionais, de natureza interdisciplinar, desenvolvidos em contextos sociais, económicos e culturais próprios. Decorre daqui, obrigatoriamente, a abrangência da leitura dos seus resultados e implicações socioeconómicas, de saúde pública e educativas, a que se associam, eventualmente, novos desafios em termos de intervenção política regional. Uma vantagem deste tipo de orientação temática prende-se com a possibilidade de interpretação mais vasta, e portanto, mais ajuizada, do significado da variabilidade biológica humana em diferentes fases do seu curso de vida.

- O **segundo** pilar, de inegável importância em termos educacionais, sobretudo no domínio da Educação Física Escolar, assenta na necessidade de construção de referências locais, e portanto, adequadas à realidade do espaço sociogeográfico desta população. Tais referências correspondem ao crescimento físico, composição corporal e desempenho motor enquanto categorias essenciais, de cunho marcadamente biológico-social na descrição, interpretação, monitorização e controle de aspetos importantes da saúde das populações.

- O **terceiro** pilar é construído a partir da importância do estudo da coordenação motora grossa nos anos iniciais da Educação Básica das crianças, mormente na disciplina de Educação e Expressão Físico-Motora. Decorre daqui a necessidade da apresentação e atribuição de significado à variabilidade interindividual, às janelas eventualmente mais sensíveis para expressar o seu desenvolvimento, bem como à compreensão dos efeitos de preditores individuais e contextuais. Nesse último aspeto, procura-se entender melhor as fatias do desenvolvimento coordenativo com base num pensamento e análise oriundos da modelação hierárquica ou multinível.

- O **quarto** pilar assenta nas preocupações associadas à agregação de fatores de risco metabólico (excesso de tecido adiposo, níveis elevados de tensão arterial, irregularidades metabólicas lipídicas e da glicose) em crianças e jovens que contribuem, desde cedo, para o aparecimento de doenças cardiovasculares; ao mesmo tempo sugere modos de atuação preventiva centrados na prática desportiva durante a infância e a adolescência.

- O **quinto** pilar assenta no significado indesmentível dos fatores genéticos responsáveis pela variação de diferentes atributos da saúde, nomeadamente fenótipos descritores da obesidade, tensão arterial e atividade física, explorando a sua associação entre gerações e o modo como podem estar etiologicamente relacionadas.

- O **sexto** pilar está construído em torno da influência dos fatores ambientais, para além da contribuição genética, na expressão de diferentes fatores de risco, biológicos e comportamentais. Dentre os fatores ambientais destaca-se o papel dos ambientes natural e construído, direcionados às oportunidades de prática desportiva, na variabilidade dos fatores de risco metabólico, adiposidade e também nos níveis de atividade física.

- Finalmente, o **sétimo** pilar assenta na especificidade geográfica, demográfica, socioeconómica e cultural do Concelho de Vouzela. Nesse pilar, que será aprofundado mais adiante (Capítulo II), o olhar será direcionado a aspetos importantes da região.

Passa-se, de seguida, à apresentação (1) do enquadramento dos diferentes estudos desta dissertação, (2) bem como da estrutura sequencial dos artigos que a compõem.

A inquietação interpretativa do crescimento físico e do desenvolvimento humano possui uma longa e vasta história com origem na Medicina, na Antropologia Física, na Biologia Humana e na Sociologia, cuja riqueza está bem ilustrada em inúmeros livros e artigos publicados nas revistas mais prestigiadas de todo o mundo. Um dos seus temas centrais - a variabilidade biológica, sua origem e significado em diferentes populações humanas - continua extremamente atual, não obstante o olhar aprofundado da Genética Populacional e Molecular ser uma constante (Mielke, Konigsberg, & Relethford, 2011). Face ao resultado das complexas interações entre genes e ambiente, a magnitude e sinal da variação biológica humana está fortemente expressa nas primeiras janelas de vida, isto é, no período gestacional, na infância e na adolescência (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). É indesmentível que as características específicas desses períodos bem como os seus eventos mais importantes possuem um “impacto” relevante na expressão da saúde individual e populacional ao longo da vida (Kuh & Ben-Shlomo, 2004; Malina et al., 2004).

As cartas percentílicas são uma das ferramentas mais importantes para descrever, avaliar e monitorizar aspetos importantes do crescimento e desenvolvimento de crianças e jovens, a que se associa o seu contributo no planeamento de estratégias preventivas de cariz diversificado (de Onis et al., 2007). Há uma preocupação crescente em retratar, de modo bem preciso, o modo como crianças e jovens se desenvolvem do ponto de vista do crescimento físico, de que destacamos os casos da Bélgica (Roelants, Hauspie, & Hoppenbrouwers, 2009), Inglaterra (Wright et al., 2002), Itália (Cacciari et al., 2002; Cacciari et al., 2006), Estados Unidos (Kuczmarski et al., 2000) e China (Pan et al., 2009). Em contrapartida, em países que não possuem referências da sua população, sugere-se a utilização de *growth standards*, propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (2006) ou *growth references* do *Center for Disease Control and Prevention* (CDC) (Kuczmarski et al., 2000), as quais indicam um padrão ideal de como as

crianças e/ou jovens devem ou podem crescer. Esse é o caso de Portugal, onde as referências do CDC são utilizadas em Pediatria. No entanto, tais referências podem estar consideravelmente diferentes das que seriam obtidas localmente, face à especificidade contextual (Silva, Maia, Claessens, Beunen, & Pan, 2012). Importa destacar, contudo, que podem ocorrer diferenças no padrão de crescimento em diferentes regiões do mesmo país, sobretudo quando há disparidades na sua estrutura geográfica, social e económica (Cacciari et al., 2002; Cacciari et al., 2006).

A preocupação crescente com a obesidade pediátrica tem sido um dos grandes propulsores da construção de referências, também, de diferentes indicadores da composição corporal e da aptidão física, com propósitos bem estabelecidos de monitorização e controlo do crescimento e desenvolvimento de crianças e jovens. Nesse complexo processo de “*screening*”, triagem e intervenção, a construção de cartas percentílicas do perímetro da cintura (Katzmarzyk, 2004; Maffeis, Pietrobelli, Grezzani, Provera, & Tato, 2001), da percentagem total de massa gorda (McCarthy, Cole, Fry, Jebb, & Prentice, 2006; Moreno et al., 2007), e de diferentes indicadores da aptidão física (Silva, Beunen, & Maia, 2011) são tarefas de valor inquestionável. Além disso, as cartas percentílicas do desempenho motor são uma ferramenta importante na prática pedagógica do professor de Educação Física (Guedes & Guedes, 1997; Safrit, 1990; Silva et al., 2011), pois possibilitam a atribuição de significado à expressão dos níveis de aptidão física e de coordenação motora, o que contribui para um planeamento mais eficaz de estratégias de ensino-aprendizagem.

Outro importante aspeto do desenvolvimento da saúde física e psicológica ao longo da vida, é o desempenho coordenativo, com significativas implicações também no estado geral de saúde (Cairney, Hay, Faught, & Hawes, 2005; Cantell, Crawford, & Tish Doyle-Baker, 2008), no relacionamento intra e interpessoal e no sucesso académico (Hemgren & Persson, 2009; Missiuna, Moll, King, & Law, 2006). Crianças que apresentam movimentos precisos e equilibrados são melhor sucedidas na realização de diferentes tarefas motoras, sejam elas sistematizadas ou parte do seu repertório motor

diário. Entende-se, daqui, o aumento da motivação para a prática desportiva e/ou participação em atividades físico-motoras variadas das rotinas diárias de vida (Emck, Bosscher, Beek, & Doreleijers, 2009; Missiuna et al., 2006; Rose, Larkin, & Berger, 1998). As relações entre os domínios da coordenação motora, aptidão física, atividade física e composição corporal são dinâmicas e estão bem ilustradas no modelo conceitual sugerido por Stodden et al. (2008) (Figura 1). Nesse ciclo desenvolvimentista, novas oportunidades motoras possibilitam o aumento dos níveis de aptidão física, controlo da massa corporal e, também, o incremento dos níveis de habilidades motoras fundamentais (D'Hondt et al., 2011; Hands & Larkin, 2006; Stodden, Langendorfer, & Robertson, 2009).

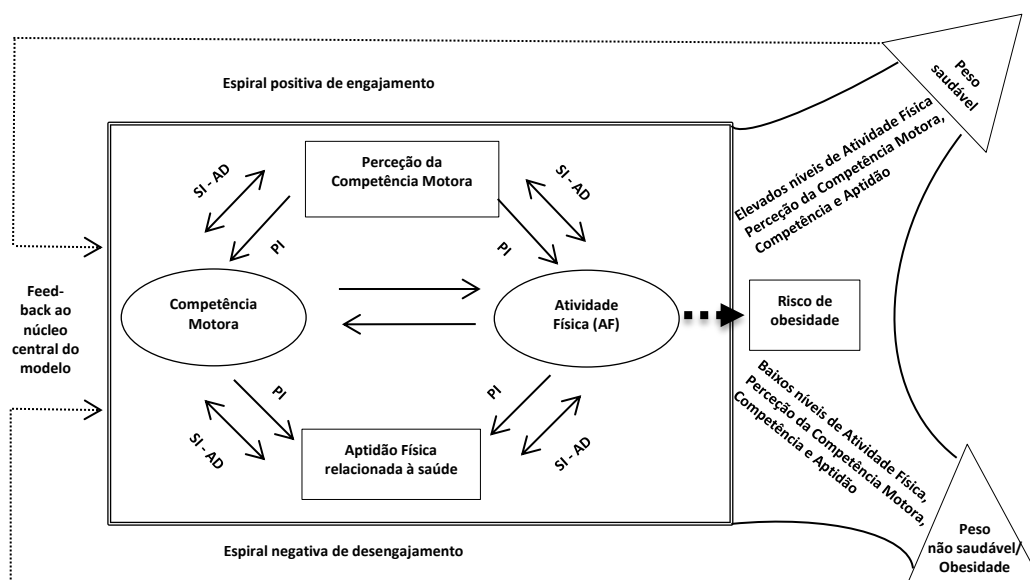


Figura 1. “Mecanismos” de desenvolvimento nas trajetórias de atividade física de crianças. Modelo proposto por Stodden et al. (2008). (PI: primeira infância; SI: segunda infância; AD: adolescência).

A complexa relação entre o estado de saúde e as diferentes facetas do crescimento físico e desenvolvimento motor pode ser analisada e interpretada, também, a partir do modelo sugerido por Bouchard e Shephard (1994) que descreve, sobretudo, as associações recíprocas entre a aptidão física, atividade física e a saúde, bem como a influência de outros fatores biológicos (hereditariedade), ambientais (físicos e sociais) e culturais (Figura 2). Essa complexa teia de relações tem tido elevado grau de visibilidade epidemiológica

internacional, principalmente no que se refere às preocupações centradas na saúde cardiovascular e nos diferentes fatores de risco metabólico. Destacamos a título de exemplo, o *European Youth Heart Study* (EYHS) (Riddoch, Edwards, & Page, 2005), o *AVENA Study* (González-Gross et al., 2003) e o *Leuven Longitudinal Study* (LLS) (Matton et al., 2007), cujas evidências salientam as elevadas prevalências de obesidade e de comorbidades associadas na população adulta e pediátrica, bem como suas implicações ao longo da vida. Portugal também faz parte deste cenário inquisitivo, cujas propostas de escala considerável estão presentes na Região Autónoma da Madeira (Freitas et al., 2002), Região Autónoma dos Açores (Maia & Lopes, 2002), e alguns locais do continente (Maia, 2012).

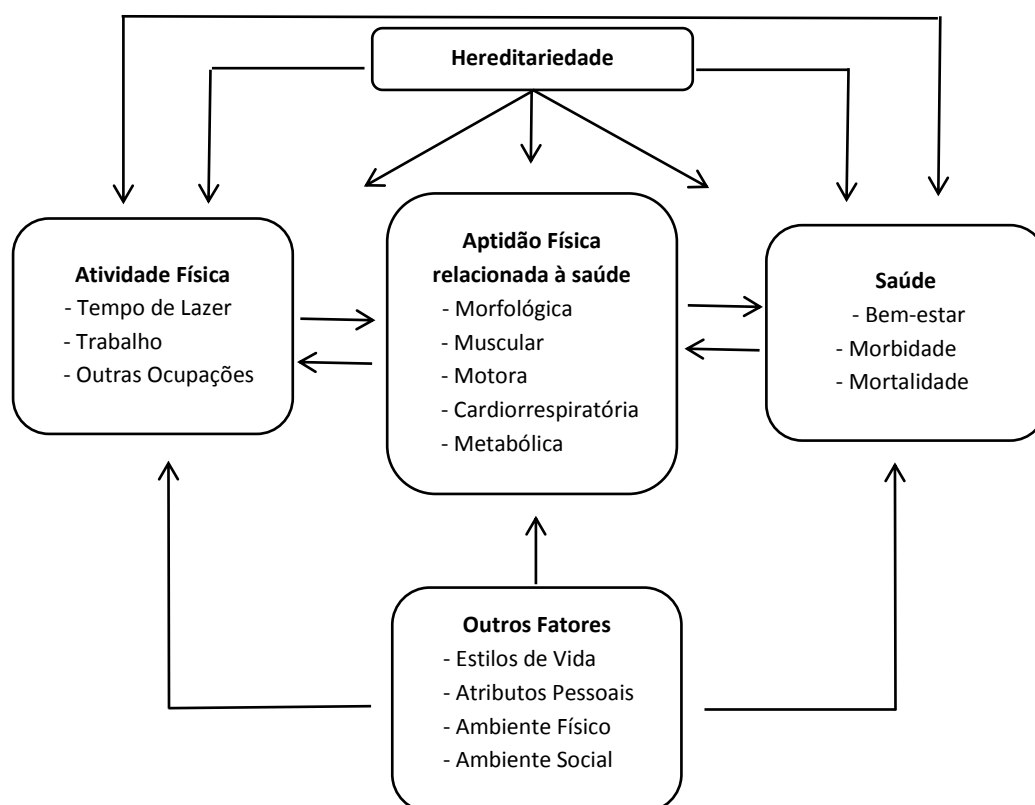


Figura 2. Modelo descritor das relações entre atividade física, aptidão física e saúde, a que se associam fatores genéticos e ambientais. Proposta de Bouchard e Shephard (1994).

Face à complexidade da temática em estudo, pesquisas com estruturas familiares tornam-se essenciais, principalmente pela capacidade de relacionar

aspectos de herança biológica (genética) e de efeitos ambientais na compreensão da variabilidade interindividual, intergeracional e entre populações de diferentes características, além de ajudar a explicar a possível covariação entre fenótipos (Hernelahti et al., 2004; Rankinen & Bouchard, 2002; Schork, Weder, Trevisan, & Laurenzi, 1994), ou seja, a presença de efeitos pleiotrópicos. Importa ressaltar que a inventariação e a atribuição de significado aos fatores ambientais que influenciam a variabilidade dessas características não têm sido tarefa fácil, já que o ambiente corresponde a uma variável latente, cujo significado é extremamente complexo. Ao tratar de tais variáveis bio-comportamentais, constata-se o papel relevante de diferentes marcadores do estatuto socioeconômico (Diez-Roux, Link, & Northridge, 2000), oportunidades para prática de atividades físicas/desportivas, ou seja, relativas aos ambientes natural e construído (Dengel, Hearst, Harmon, Forsyth, & Lytle, 2009; Durand, Andalib, Dunton, Wolch, & Pentz, 2011; Sallis, Floyd, Rodriguez, & Saelens, 2012), bem como a sua distribuição entre os diferentes elementos de uma população. As razões dessas fortes sugestões situam-se nas evidências da proximidade e o fácil acesso a equipamentos dirigidos para a prática do esporte e de outras atividades físicas como benéficos à saúde, podendo atuar como agentes eficazes na prevenção de distúrbios metabólicos (Björk et al., 2008; Dengel et al., 2009). Além disso, a saúde é também modelada pela posição social, cujas associações entre fatores de risco metabólico e estatuto socioeconômico mais baixo têm sido significativas (Galobardes, Smith, & Lynch, 2006; Santos, Ebrahim, & Barros, 2008).

Percorrer os diferentes domínios do crescimento, desenvolvimento motor e da saúde ao longo de suas diversificadas teias de relações e janelas de vida exige a adoção de uma abordagem interdisciplinar, de que se destaca a Epidemiologia do Curso da Vida, do inglês *Life-course epidemiology* (Kuh & Ben-Shlomo, 2004). Esse modo de olhar tem sido descrito como suficientemente robusto para elucidar os efeitos de diferentes processos biológicos, comportamentais e sociais que operam no curso da vida de um indivíduo ou através de gerações, e que influenciam o desenvolvimento de risco ou desordens de vária ordem (Kuh & Ben-Shlomo, 2004; Kuh, Ben-

Shlomo, Lynch, Hallqvist, & Power, 2003). No seu modelo, os períodos críticos e sensíveis do desenvolvimento são importantes janelas onde o modo como as complexas mudanças ocorrem pode favorecer ou prejudicar esses processos. Ao estudar o curso de vida de uma população com base nesta perspectiva, o olhar pode ser direcionado aos períodos críticos determinantes da variabilidade biológica humana, ou seja, os períodos gestacional, da infância e da adolescência, além de estudar a agregação de diferentes aspectos relacionados com a saúde entre as gerações (Lawlor & Mishra, 2009). Na figura 3 está referenciado o modelo sequencial desse olhar abrangente e multifacetado, adotado na presente dissertação, sobretudo nas complexas relações que se estabelecem entre o crescimento físico, desenvolvimento motor e saúde, sobre aspectos do curso da vida da população do Concelho de Vouzela.

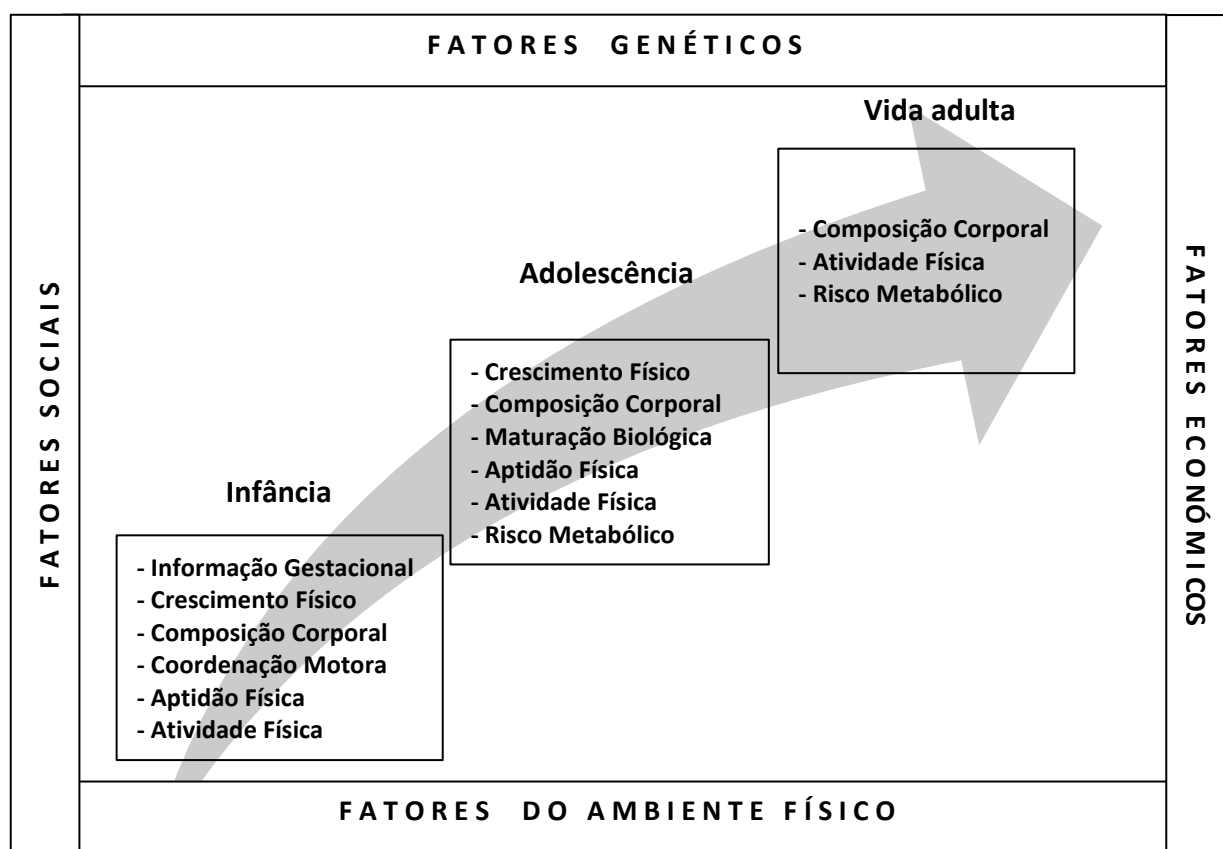


Figura 3. Modelo sequencial de análise do curso de vida da população do Concelho de Vouzela.

A presente dissertação foi guiada pelos seguintes propósitos:

1 - Construir valores de referência para um conjunto diversificado de indicadores do crescimento físico, composição corporal, desempenho motor e coordenação motora grossa.

2 - Descrever e avaliar o significado das diferenças no crescimento físico, composição corporal, desempenho motor e coordenativo das crianças e jovens vouzelenses com referências nacionais e internacionais.

3 - Apresentar pseudo-curvas da velocidade para as provas de coordenação motora grossa e inventariar possíveis janelas temporais de maior expressão de desempenho coordenativo das crianças.

4 - Descrever e interpretar a variabilidade do desempenho coordenativo de crianças a partir de características individuais e do contexto escolar.

5 – Avaliar o efeito da prática desportiva de jovens no *score* contínuo da síndrome metabólica.

6 – Identificar o grau de semelhança familiar na adiposidade, tensão arterial e níveis de atividade física, estimando a magnitude de efeitos genéticos e ambientais, a que se associa a eventual presença de efeitos pleiotrópicos.

7 – Estimar a magnitude de influência genética e ambiental na obesidade, tensão arterial, níveis sanguíneos de glicose, triglicéridos e colesterol total em jejum, e nos níveis de atividade física, bem como o papel dos ambientes natural e construído (oportunidades para a prática desportiva) nesses fenótipos.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação foi concebida de acordo com o modelo designado de Escandinavo. Os capítulos seguintes referem-se aos artigos elaborados em função dos objetivos delineados. Os artigos, redigidos em Língua Portuguesa e Língua Inglesa, foram submetidos para publicação em diferentes periódicos de referência na área, de acordo com as respectivas exigências de formatação.

No capítulo I, foi apresentada a introdução e a estrutura geral da dissertação, justificando a relevância do presente estudo, os seus principais pilares e objetivos. O capítulo II refere-se à metodologia geral da dissertação, descrevendo, de modo aprofundado, o Concelho de Vouzela, os instrumentos e protocolos de avaliação. O capítulo III ilustra as duas primeiras janelas de desenvolvimento deste estudo: a infância e a adolescência, cumprindo o objetivo de disponibilizar cartas de referência percentilica para crianças e jovens da região de Vouzela, com base no método LMS de Cole & Green (Cole & Green, 1992). As curvas percentilicas referem-se ao crescimento físico [altura, massa corporal e índice de massa corporal (IMC)], composição corporal (percentual total de massa gorda), perímetro da cintura, desempenho motor (diferentes provas de aptidão física) e coordenativo (quatro provas da bateria de testes KTK). O capítulo IV apresenta dois estudos analíticos. O primeiro refere-se à variabilidade dos níveis de coordenação motora grossa em crianças a partir da modelação multinível da informação; desse modo, descreve e interpreta os efeitos de características das crianças (sexo, idade, massa gorda, atividade física, aptidão física e peso ao nascer) e da escola (diferentes características do contexto e das condições escolares) nos níveis de desempenho coordenativo. O segundo procura investigar os efeitos da prática desportiva no *score* contínuo de risco de síndrome metabólica em jovens, controlando para as influências de diferentes preditores, nomeadamente o sexo, idade, estatuto socioeconómico, *offset* maturacional, percentagem de massa gorda e níveis aptidão cardiorrespiratória. O capítulo V situa-se no domínio da Epidemiologia Genética, aludindo sobre a terceira janela deste

retrato populacional: vida adulta, nomeadamente as famílias, com base em dois artigos empíricos. O primeiro investiga o grau de semelhança familiar, a magnitude dos fatores genéticos e ambientais, bem como possíveis efeitos pleiotrópicos em fenótipos da adiposidade, tensão arterial e atividade física. O segundo e último desta dissertação investiga, especificamente, a magnitude dos fatores genéticos e ambientais na variação total de indicadores de risco metabólico (obesidade central, tensão arterial, níveis sanguíneos de colesterol total, glicose e triglicéridos em jejum), adiposidade e atividade física, analisando os efeitos do ambiente natural e construído. As conclusões finais, limitações da dissertação e questões direcionadas a pesquisas futuras são apresentadas no capítulo VI, sintetizando os principais resultados e suas contribuições em distintos domínios: pedagógico, auxológico e epidemiológico. As referências bibliográficas estão descritas no final de cada capítulo de acordo com as normas da revista a que o artigo foi submetido; os capítulos gerais da Dissertação (I, II e VI) apresentam as referências bibliográficas em consonância com as normas pré-estabelecidas pela Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Tabela 1. Estrutura da Dissertação.

Capítulo I	Apresenta o enquadramento teórico e os aspetos relativos à relevância do estudo, as principais questões e propósitos, bem como o delineamento e a estrutura geral desta dissertação.
Capítulo II	Descreve os aspetos metodológicos relativos à população e à amostra estudadas, bem como os instrumentos e protocolos utilizados.
	<u>Estudo I</u>
	Growth, body composition and waist circumference centile charts of rural Portuguese children and adolescents
Capítulo III	Objetivos: (1) desenvolver cartas de referência para altura, massa corporal, IMC, perímetro da cintura e massa gorda a crianças e jovens portugueses da área rural; (2) comparar os resultados com padrões de referência internacional.
	<i>Artigo em revisão: HOMO – Journal of Comparative Human Biology (Austrália).</i>
	Autores: Raquel Chaves, Adam Baxter-Jones, Michele Souza, Daniel Santos, José Maia.

Estudo II

Valores normativos do desempenho motor: construção de cartas percentílicas baseadas no método LMS de Cole & Green

Objetivos: (1) construir valores de referência percentílica para provas de aptidão física; (2) comparar os níveis de aptidão física de crianças e adolescentes vouzelenses com os de outras pesquisas nacionais e internacionais.

Artigo aceito para publicação: Revista Motricidade (Portugal).

Autores: Raquel Nichele de Chaves, Adam Baxter-Jones, José Maia.

Estudo III

Capítulo III Desempenho coordenativo de crianças: construção de cartas percentílicas baseadas no método LMS de Cole e Green

Objetivos: (1) apresentar valores de referência percentílica das quatro provas da bateria de testes KTK; (2) comparar o desempenho coordenativo entre as crianças vouzelenses e de outros estudos do país e do exterior; (3) apresentar pseudo-curvas de velocidade para cada prova.

Artigo publicado: Revista Brasileira de Educação Física e Esporte (2013), 27(1):25-42 (Brasil).

Autores: Raquel Nichele de Chaves, Go Tani, Michele Caroline de Souza, Adam Baxter-Jones, José Maia.

Estudo IV

Do child and school-level characteristics explain interindividual differences in gross motor coordination development?

Objetivos: (1) identificar os efeitos das características individuais e da escola que possam explicar as diferenças entre crianças na sua coordenação motora grossa.

Artigo submetido: Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports (Países Escandinavos).

Autores: Raquel Chaves, Adam Baxter-Jones, Thayse Gomes, Michele Souza, José Maia.

Capítulo IV

Estudo V

The role of sports participation on metabolic syndrome risk score development in Portuguese children and adolescents

Objetivos: Identificar o efeito da participação desportiva de jovens com idades compreendidas entre os 9 e os 16 anos no *score* contínuo de síndrome metabólica, controlando para os principais preditores referenciados na literatura.

Artigo submetido: Medicine and Science in Sports Exercise (Estados Unidos da América)

Autores: Raquel Chaves, Adam Baxter-Jones, Michele Souza, Fernanda Santos, Joey Eisenmann, José Maia.

Estudo VI

Clustering in body composition, blood pressure and physical activity in Portuguese families

Objetivos: (1) identificar o grau de semelhança familiar na massa gorda, tensão arterial (sistólica e diastólica) e níveis de atividade física; (2) estimar a magnitude das influências genéticas e ambientais responsáveis pela variabilidade desses fenótipos; (3) investigar a agregação familiar partilhada entre tais traços.

Artigo aceito para publicação: Annals of Human Biology (Inglaterra).

Autores: Raquel Chaves, Adam Baxter-Jones, Daniel Santos, Fernanda Santos, Thayse Gomes, Michele Souza, Vincent Diego, José Maia.

Capítulo V

Estudo VII

Geographical effects in familial clustering of metabolic syndrome indicators.

Objetivos: (1) estimar a magnitude das influências genéticas e ambientais responsáveis pela variabilidade da adiposidade, dos indicadores da síndrome metabólica e dos níveis de atividade física; e (3) investigar a influência dos ambientes natural e construído na variabilidade desses fenótipos.

Artigo em submissão: Diabetes (Estados Unidos da América).

Autores: Raquel Chaves, Vincent Diego, Adam Baxter-Jones, Daniel Santos, Michele Souza, John Blangero, Peter Katzmarzyk, José Maia.

Capítulo VI

Apresenta a síntese final do estudo, destacando as principais conclusões e limitações da pesquisa, bem como a contribuição dos principais resultados no domínio da Educação Física, Auxologia e Epidemiologia.

REFERÊNCIAS

Björk, J., Albin, M., Grahn, P., Jacobsson, H., Ardö, J., Wadbro, J., & Ostergren, P. O. (2008). Recreational values of the natural environment in relation to neighbourhood satisfaction, physical activity, obesity and wellbeing. *Journal of Epidemiology and Community Health, 62*(4).

Bouchard, C., & Shephard, R. J. (1994). Physical activity, fitness and health: The model and key concepts. In C. Bouchard, R. J. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness and health: International proceedings and consensus statement* (pp. 11-20). Champaign, IL: Human Kinetics.

Cacciari, E., Milani, S., Balsamo, A., Dammacco, F., De Luca, F., Chiarelli, F., Pasquino, A. M., Tonini, G., & Vanelli, M. (2002). Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (6-20 y). *Eur J Clin Nutr, 56*(2), 171-180.

Cacciari, E., Milani, S., Balsamo, A., Spada, E., Bona, G., Cavallo, L., Cerutti, F., Gargantini, L., Greggio, N., Tonini, G., & Cicognani, A. (2006). Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (2 to 20 yr). *J Endocrinol Invest, 29*(7), 581-593.

Cairney, J., Hay, J. A., Fought, B. E., & Hawes, R. (2005). Developmental coordination disorder and overweight and obesity in children aged 9-14 y. *International Journal of Obesity, 29*(4), 369-372.

Cantell, M., Crawford, S. G., & Tish Doyle-Baker, P. K. (2008). Physical fitness and health indices in children, adolescents and adults with high or low motor competence. *Human Movement Science, 27*(2), 344-362.

Cole, T. J., & Green, P. J. (1992). Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med, 11*(10), 1305-1319.

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), e556-564.

de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., & Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ*, 85(9), 660-667.

Dengel, D. R., Hearst, M. O., Harmon, J. H., Forsyth, A., & Lytle, L. A. (2009). Does the built environment relate to the metabolic syndrome in adolescents? *Health Place*, 15(4), 946-951.

Diez-Roux, A. V., Link, B. G., & Northridge, M. E. (2000). A multilevel analysis of income inequality and cardiovascular disease risk factors. *Social Science and Medicine*, 50(5), 673-687.

Durand, C. P., Andalib, M., Dunton, G. F., Wolch, J., & Pentz, M. A. (2011). A systematic review of built environment factors related to physical activity and obesity risk: implications for smart growth urban planning. *Obes Rev*, 12(5), e173-182.

Emck, C., Bosscher, R., Beek, P., & Doreleijers, T. (2009). Gross motor performance and self-perceived motor competence in children with emotional, behavioural, and pervasive developmental disorders: a review. *Developmental medicine and child neurology*, 51(7), 501-517.

Freitas, D., Maia, J. A. R., Beunen, G., Lefevre, J., Claessens, A., Marques, A., Rodrigues, A., Silva, C., & Crespo, M. (2002). *Crescimento somático, maturação biológica, aptidão física, actividade física e estatuto sócio-económico de crianças e adolescentes madeirenses - O Estudo de Crescimento da Madeira*. Funchal: Universidade da Madeira.

Galobardes, B., Smith, G. D., & Lynch, J. W. (2006). Systematic Review of the Influence of Childhood Socioeconomic Circumstances on Risk for Cardiovascular Disease in Adulthood. *Annals of Epidemiology*, 16(2), 91-104.

González-Gross, M., Castillo, M. J., Moreno, L., Nova, E., González-Lamuño, D., Pérez-Llamas, F., Gutiérrez, A., Garaulet, M., Joyanes, M., Leiva, A., & Marcos, A. (2003). Feeding and assessment of nutritional status of Spanish adolescents (AVENA study). Assessment of risks and intervention proposal. *Alimentación y valoración del estado nutricional de los adolescentes españoles (Estudio AVENA). Evaluación de riesgos y propuesta de intervención. I. Descripción metodológica del proyecto*, 18(1), 15-28.

Guedes, D. P., & Guedes, J. E. R. P. (1997). *Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes*. São Paulo, SP: CLR Balieiro.

Hands, B., & Larkin, D. (2006). Physical fitness differences in children with and without motor learning difficulties. *Eur J Spec Needs Educ*, 21(4), 447-456.

Hemgren, E., & Persson, K. (2009). Deficits in motor co-ordination and attention at 3 years of age predict motor deviations in 6.5-year-old children who needed neonatal intensive care. *Child Care Health Dev*, 35(1), 120-129.

Hernelahti, M., Levalahti, E., Simonen, R. L., Kaprio, J., Kujala, U. M., Uusitalo-Koskinen, A. L., Battie, M. C., & Videman, T. (2004). Relative roles of heredity and physical activity in adolescence and adulthood on blood pressure. *J Appl Physiol*, 97(3), 1046-1052.

Katzmarzyk, P. T. (2004). Waist circumference percentiles for Canadian youth 11-18y of age. *Eur J Clin Nutr*, 58(7), 1011-1015.

Kuczmarski, R. J., Ogden, C. L., Grummer-Strawn, L. M., Flegal, K. M., Guo, S. S., Wei, R., Mei, Z., Curtin, L. R., Roche, A. F., & Johnson, C. L. (2000). CDC growth charts: United States. *Adv Data*(314), 1-27.

Kuh, D., & Ben-Shlomo, Y. (2004). *A life-course approach to chronic disease epidemiology* (2nd ed.). New York: Oxford University Press.

Kuh, D., Ben-Shlomo, Y., Lynch, J., Hallqvist, J., & Power, C. (2003). Life course epidemiology. *J Epidemiol Community Health*, 57(10), 778-783.

Lawlor, D. A., & Mishra, G. D. (2009). *Family matters. Designing, analysing and understanding family-based studies in life course epidemiology*. New York: Oxford University Press.

Maffeis, C., Pietrobelli, A., Grezzani, A., Provera, S., & Tato, L. (2001). Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes Res*, 9(3), 179-187.

Maia, J. (2012). *Jogos de Luz no Santo Tirso COMVIDA. Uma história com 3 anos*. Porto: FADE-UP/CMST.

Maia, J., & Lopes, V. P. (2002). *Estudo do crescimento somático, aptidão física, actividade física e capacidade de coordenação corporal de crianças do 1.º ciclo do Ensino Básico da Região Autónoma dos Açores*. Porto.

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

Matton, L., Beunen, G., Duvigneaud, N., Wijndaele, K., Philippaerts, R., Claessens, A., Vanreusel, B., Thomis, M., & Lefevre, J. (2007). Methodological issues associated with longitudinal research: findings from the Leuven Longitudinal Study on Lifestyle, Fitness and Health (1969 - 2004). *J Sports Sci*, 25(9), 1011-1024.

McCarthy, H. D., Cole, T. J., Fry, T., Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (2006). Body fat reference curves for children. *Int J Obes (Lond)*, 30(4), 598-602.

Mielke, J. H., Konigsberg, L. W., & Relethford, J. H. (2011). *Human biological variation*. (2 ed.). Oxford: Oxford University Press.

Missiuna, C., Moll, S., King, G., & Law, M. (2006b). "Missed and misunderstood": children with coordination difficulties in the school system. *Int J Spec Educ*, 21(1).

Moreno, L. A., Mesana, M. I., Gonzalez-Gross, M., Gil, C. M., Ortega, F. B., Fleta, J., Warnberg, J., Leon, J., Marcos, A., & Bueno, M. (2007). Body fat

distribution reference standards in Spanish adolescents: the AVENA Study. *Int J Obes (Lond)*, 31(12), 1798-1805.

Pan, H., Jiang, Y., Jing, X., Fu, S., Lin, Z., Sheng, Z., & Cole, T. J. (2009). Child body mass index in four cities of East China compared to Western references. *Ann Hum Biol*, 36(1), 98-109.

Rankinen, T., & Bouchard, C. (2002). Genetics and blood pressure response to exercise, and its interactions with adiposity. *Prev Cardiol*, 5(3), 138-144.

Riddoch, C., Edwards, D., & Page, A. (2005). The European Youth Heart Study - Cardiovascular disease risk factors in children: Rationale, aims, study design, and validation of methods. *J Phys Act Health*, 2, 115-129.

Roelants, M., Hauspie, R., & Hoppenbrouwers, K. (2009). References for growth and pubertal development from birth to 21 years in Flanders, Belgium. *Ann Hum Biol*, 36(6), 680-694.

Rose, B., Larkin, D., & Berger, B. (1998). The importance of motor coordination for children's motivational orientations in Sport. *Adapt Phys Act Q*, 15, 316-327.

Safrit, M. (1990). *Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science*. St. Louis, Missouri: Times Mirror/Mosby College Publishing.

Sallis, J. F., Floyd, M. F., Rodriguez, D. A., & Saelens, B. E. (2012). Role of built environments in physical activity, obesity, and cardiovascular disease. *Circulation*, 125(5), 729-737.

Santos, A. C., Ebrahim, S., & Barros, H. (2008). Gender, socio-economic status and metabolic syndrome in middle-aged and old adults. *BMC Public Health*, 8, 62.

Schorck, N. J., Weder, A. B., Trevisan, M., & Laurenzi, M. (1994). The contribution of pleiotropy to blood pressure and body-mass index variation: the Gubbio Study. *Am J Hum Genet*, 54(2), 361-373.

Silva, S., Beunen, G., & Maia, J. (2011). Valores normativos do desempenho motor de crianças e adolescentes: o estudo longitudinal-misto do Cariri. *Rev Bras Educ Fís Esporte*, 25, 111-125.

Silva, S., Maia, J., Claessens, A. L., Beunen, G., & Pan, H. (2012). Growth references for Brazilian children and adolescents: healthy growth in Cariri study. *Ann Hum Biol*, 39(1), 11-18.

Stodden, Langendorfer, S., & Robertson, M. A. (2009). The association between motor skill competence and physical fitness in young adults. *Res Q Exerc Sport*, 80(2), 223-229.

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.

World Health Organization (WHO). (2006). *WHO Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development*. Geneva.

Wright, C. M., Booth, I. W., Buckler, J. M., Cameron, N., Cole, T. J., Healy, M. J., Hulse, J. A., Preece, M. A., Reilly, J. J., & Williams, A. F. (2002). Growth reference charts for use in the United Kingdom. *Arch Dis Child*, 86(1), 11-14.

Capítulo II

Metodologia Geral

METODOLOGIA GERAL

Caracterização do Concelho de Vouzela: aspetos históricos, demográficos, geográficos e socioeconómicos

O Concelho de Vouzela está localizado no Distrito de Viseu, na Região Centro de Portugal, província de Beira-Alta e sub-região Dão-Lafões. Entre a serra e o mar, Vouzela está a 27 km de Viseu, capital do Distrito de Viseu e a 66 km de Aveiro, capital do Distrito de Aveiro, estabelecendo fronteira com outros concelhos do Distrito, nomeadamente Viseu, Tondela, São Pedro do Sul e Oliveira de Frades. O município de Vouzela ocupa uma área de 193.7 km², o que representa cerca de 5.5% da área total de Dão-Lafões e 0.8% da Região Centro de Portugal. É constituído por 12 freguesias, nomeadamente, Alcofra, Cambra, Campia, Carvalhal de Vermilhas, Fataunços, Figueiredo das Donas, Fornelo do Monte, Paços de Vilharigues, Queirã, São Miguel do Mato, Ventosa e Vouzela (sede do Concelho), das quais Figueiredo das Donas, São Miguel do Mato e Vouzela são consideradas áreas mediantemente urbanas, enquanto as outras são predominantemente rurais (Câmara Municipal de Vouzela, 2011).

O rico e vasto património histórico Vouzelense retrata a antiguidade desta região, que percorre alguns vestígios arqueológicos e monumentos megalíticos. Essa riqueza histórica está refletida na arquitetura da cidade, especialmente na própria organização dos aglomerados habitacionais, a que se adiciona a singularidade cultural, das diversas manifestações culturais e religiosas que têm destacado Vouzela como um local de importantes festividades, de peregrinação e gastronomia. Contudo, o que a diferencia de muitas outras regiões com origens históricas e aspetos culturais similares é a preservação da sua ruralidade e da interioridade, muito embora esteja tão próxima de grandes pólos urbanos e inserida, atualmente, num processo de transição económica (Câmara Municipal de Vouzela, 2011).

O território Vouzelense integra-se numa zona montanhosa que constitui a Serra do Caramulo e a Serra da Arada e é marcado por uma grande variação de altitude, entre 125 m a 1040 m, considerada elevada face à pequena dimensão do município. As regiões com altitude inferior a 400 m correspondem

aos principais vales de rios e ribeira do Concelho; entre 400 e 600 m, situa-se a parte mais representativa, numa extensão de leste a oeste; as áreas com altitude superior a 1000 m situam-se na zona de Fornelo do Monte, a porção mais alta do município. Com efeito, observa-se a presença de duas áreas de relevo relativamente distintas: a área de relevo acidentado a Sudeste em direção ao Nordeste-Sudoeste, onde se verificam as maiores altitudes; e demais áreas com relevo mais suave, ou seja, espaços aplanados. Outro importante aspeto geográfico é a forte presença de água ao longo do território concelhio, assente na bacia do Rio Vouga e outras linhas superficiais, nomeadamente os Rios Zela, Troço, Alcofra, Alfusqueiro e Couto e a Ribeira de Ribamá (Câmara Municipal de Vouzela, 2011; Gabinete Técnico Florestal, 2006; Pereira, Marta, & Peixoto, 2011).

O processo de desenvolvimento do Concelho de Vouzela, bem como a manutenção de suas características ao longo de todo o seu processo histórico está intimamente relacionado com o singular conjunto de características geográficas, anteriormente descrito, e no modo como esses atributos condicionam, até hoje, a organização socioeconómica e demográfica da região. A orografia e a hidrografia Vouzelense foram fatores determinantes na organização dos aglomerados populacionais do Concelho, face à busca por terrenos propícios à agricultura e pela mobilidade das vias de acesso existentes, considerando que a fertilidade do solo e a irrigação necessária estavam naturalmente disponíveis (Pereira et al., 2011).

As condições geográficas favoreceram o fortalecimento do Concelho de Vouzela no setor primário, sendo a sua principal atividade económica até o fim do século XX. Desde então, a estrutura socioeconómica do Concelho de Vouzela tem sofrido diferentes alterações no seu tecido produtivo, com uma diminuição das atividades agrícolas em detrimento do crescimento dos outros setores, sobretudo o secundário. Embora, os fenómenos de industrialização e terciarização da economia sejam muito recentes em Vouzela e a tradição agropecuária seja ainda forte, grande parte da população ativa, residente e empregada, já trabalha em indústrias ou no comércio. De acordo com os diagnósticos do Departamento de Planeamento da Câmara Municipal de

Vouzela, essa transição económica pode estar relacionada com as políticas agrícolas nacionais e europeias, ou também com a diminuição da população residente, a baixa remuneração salarial no setor agrícola e a falta de mão-de-obra (Câmara Municipal de Vouzela, 2011; Pereira et al., 2011). Desse modo, a agricultura praticada tem sido restrita à subsistência, por meio de pequenas explorações familiares. No que se refere ao setor terciário, há pouca diversificação e qualificação, sendo que tais atividades se concentram em torno do comércio tradicional, ou seja, bens alimentares.

Em termos demográficos, a população total do Concelho de Vouzela é de 10540 habitantes (Tabela 1) de acordo com o último censo populacional (INE, 2011). Das doze freguesias, os maiores aglomerados populacionais estão presentes em Campia, Queirã e Vouzela (sede), sendo que juntas representam 41% da população Vouzelense residente. As freguesias menos populosas são Carvalhal de Vermilhas, Fornelo do Monte e Figueiredo das Donas. Destaca-se que Fornelo do Monte é das zonas com maior altitude, e Carvalhal de Vermilhas também apresenta uma área acidentada, o que pode dificultar as construções habitacionais, mas sobretudo, reduzir a mobilidade pela escassez e/ou precariedade das vias de acesso.

Em comparação com os dados reportados pelo Censo de 2001, nota-se um decréscimo populacional, com uma taxa negativa de crescimento (-0.54%) registada em 2007 (INE, 2007). Os maiores índices de perda populacional situam-se nas áreas mais periféricas, sobretudo pela escassez de condições que garantam um padrão moderado a elevado de qualidade de vida, i.e., infraestruturas, oportunidades de emprego, espaços públicos, habitações, atividades culturais, comércio e boas vias de acesso (Pereira et al., 2011). Essas evidências, associadas também a outros critérios de análise relativos à saúde, educação e remuneração salarial mostram um desfasamento no desenvolvimento regional do Concelho de Vouzela quando comparado com dados da região Centro de Portugal e indicadores nacionais (Pereira et al., 2011).

Tabela 1. Frequência absoluta e relativa da população residente em Vouzela e respetivas áreas (total e relativa) das 12 freguesias.

Freguesias	Habitantes		Área	
	N	%	km ²	%
Alcofra	1001	9.5	28.7	14.9
Cambra	1244	11.8	24.7	12.8
Campia	1542	14.6	39.3	20.3
Carvalho de Vermilhas	215	2.0	7.9	4
Fataunços	751	7.1	8.4	4.3
Figueiredo das Donas	352	3.3	4.3	2.2
Fornelo do Monte	288	2.7	15.1	7.8
Paços de Vilharigues	647	6.1	8.7	4.5
Queirã	1432	13.6	23.8	12.3
São Miguel do Mato	924	8.8	9.0	4.7
Ventosa	794	7.5	18.3	9.5
Vouzela (sede)	1350	12.8	5.2	2.7
Concelho de Vouzela	10540	100.0	193.7	100.0

Fonte: INE, Censo 2011

Os serviços de saúde estão centralizados no Centro de Saúde de Vouzela, localizado na sede do município e inserido no Agrupamento de Centros de Saúde (ACeS) Dão-Lafões. Outras extensões também estão disponíveis nas freguesias de Alcofra, Cambra, Campia e Queirã, embora o estado de conservação seja considerado razoável. Em 2009, o rácio de médicos e enfermeiros por população inscrita nas unidades de saúde do ACeS em Vouzela foi de 1/1330 e 1/1088, respetivamente. Os programas desenvolvidos na comunidade inserem-se no plano nacional de políticas públicas da saúde e estão direcionados aos diferentes estratos etários populacionais, por exemplo, programa de planeamento familiar, acompanhamento no primeiro ano de vida, avaliação da saúde dos escolares, programa de combate à hipertensão, diabetes, bem como rastreios oncológicos (ACeS Dão-Lafões, 2010; Câmara Municipal de Vouzela, 2011).

O grau de qualificação e as habilitações literárias também refletem algum desfasamento do Concelho de Vouzela em relação à região Centro e ao país. Embora a taxa de analfabetismo apresente considerável diminuição nas últimas décadas e seja inferior à média da sub-região de Dão-Lafões, os dados relativos ao nível de escolarização são preocupantes. Em 2001, aproximadamente 15% da população não possuía qualquer nível de ensino,

48% o 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB); adiciona-se o fato de menos de 6% da população Vouzelense ter completado o Ensino Superior. Não obstante os inúmeros esforços das entidades de ensino para melhorar a qualidade do ensino e a extensão de oportunidades educativas para toda população, há ainda barreiras que dificultam o sucesso das estratégias adotadas, entre as quais se destacam o abandono e o insucesso escolar, a baixa escolaridade e estatuto socioeconómico das famílias, dificuldades de acesso ao corpo docente, ausência de profissionais especializados e o início laboral precoce dos jovens (Câmara Municipal de Vouzela, 2011).

A rede escolar do Concelho de Vouzela está subdividida em dois agrupamentos principais, segundo o regime jurídico de administração, gestão e autonomia, designados por Vouzela e Campia; as escolas estão distribuídas de acordo com a localidade. O Agrupamento de Escolas de Vouzela integra as instituições de ensino de Fataunços, Figueiredo das Donas, Fornelo do Monte, São Miguel do Mato, Paços de Vilharigues, Queirã, Ventosa e Vouzela. O Agrupamento de Escolas de Campia inclui as instituições de ensino de Cambra, Campia, Alcofra e Carvalhal de Vermilhas. Até o final do ano letivo 2009/2010, ao nível dos Ensinos Básico e Secundário, a rede escolar de Vouzela estava constituída por 16 escolas do 1.º CEB; uma Escola Básica Integrada na sede do Concelho com a oferta do 1.º e 2.º CEB; uma Escola Básica Integrada na freguesia de Campia envolvendo o 1.º, 2.º e 3.º CEB; uma Escola Secundária, também situada na sede do concelho, ministrando o 3.º CEB, o ensino secundário e o profissional; e uma Escola Profissional na freguesia de Vouzela. A partir do segundo semestre de 2010, duas escolas do 1.º CEB foram encerradas devido ao pequeno número de alunos; estes foram transferidos para outra unidade mais próxima (Câmara Municipal de Vouzela, 2006, 2011). As informações sobre o número de estudantes em cada nível de ensino estão descritas na Tabela 2. Os dados referem-se aos resultados publicados na Carta Educativa do município (Câmara Municipal de Vouzela, 2006) com base no censo populacional de 2001 (INE, 2001), bem como nos

últimos dados disponibilizados na página oficial da Câmara Municipal de Vouzela².

Tabela 2. População escolar no ano de 2001 e no ano letivo de 2008/2009 em função do nível de ensino. Últimos dados oficiais publicados.

Nível de Ensino	2001*	2008/2009**
1.º CEB	547	438
2.º CEB	260	238
3.º CEB	432	312
Ensino Secundário	423	164
Ensino Profissional	n/a	302
Total	1662	1454

*Dados do Censo 2001 (INE, 2001)

** Dados disponíveis no site da Câmara Municipal de Vouzela¹
n/a= não há informações

Em termos da prática de atividades físico-desportivas há uma grande preocupação autárquica em disponibilizar e gerir variadas oportunidades para todos os munícipes. Desse modo, a oferta de equipamentos desportivos supera os índices oficiais exigidos que determinam a necessidade de se ter 4m²/hab de superfície desportiva útil (Câmara Municipal de Vouzela, 2011), apresentando 6m²/hab. No entanto, observam-se disparidades na distribuição dos equipamentos ao longo do concelho, pois as ofertas mais diversificadas de prática desportiva estão concentradas em sua sede do Concelho, enquanto que em algumas freguesias as opções são muito reduzidas.

PROJETO “VOUZELA ATIVO”: conceção, delineamento e estratégias para implementação do estudo.

A presente dissertação é parte de um amplo projeto implementado no Concelho de Vouzela no ano letivo de 2006/2007. Nesse período, investigadores da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADE-UP), nomeadamente do Laboratório de Cineantropometria e Estatística Aplicada, o Agrupamento de Escolas de Vouzela, e a Câmara Municipal de

² Página oficial da Câmara Municipal de Vouzela: www.cm-vouzela.pt

Vouzela estabeleceram um acordo de cooperação e parceria para a realização do projeto designado por “Vouzela Ativo”. A preocupação inicial das Instituições envolvidas centrava-se em mapear a população infanto-juvenil entre os 7 e os 18 anos de idade, no que se refere ao seu crescimento físico (altura, peso e IMC), níveis de competências físico-motoras (níveis de coordenação motora grossa, atividade e aptidão física), analisar relações entre esses domínios, e estudar a saúde das famílias vouzelenses (fatores de risco cardiometabólico, níveis de atividade física e composição corporal). Após toda a recolha da informação e análise dos resultados, um relatório detalhado, claro e objetivo foi divulgado por meio do primeiro livro intitulado “Vouzela Ativo. Um olhar sobre o crescimento, o desenvolvimento e a saúde de crianças, jovens e famílias do Concelho de Vouzela”, que foi direcionado à comunidade educativa, aos gestores públicos e aos profissionais da saúde (Maia, Seabra, & Garganta, 2009).

No ano letivo de 2009/2010, o acordo entre as Instituições foi renovado e o estudo prosseguiu para uma segunda fase, com propósitos ainda mais abrangentes. A Figura 2 ilustra a complexidade relacional do segundo momento projeto e o contraste entre as duas fases de investigação. Com a conclusão da segunda etapa, um novo livro foi editado (Chaves et al., 2012). Novamente, uma síntese clara, direta e descritiva das variáveis estudadas foi apresentada. No entanto, o esforço interpretativo foi direcionado para o contraste dos dados das duas fases, com o propósito maior de dispor de uma visão longitudinal de variáveis do crescimento somático, composição corporal, coordenação motora, atividade física, aptidão física relacionada à saúde e fatores de risco cardiometabólico, além de estudar possíveis influências do contexto desportivo na saúde das famílias da região. Tão importante quanto os resultados providenciados, foi o conjunto de sugestões relacionadas com a ação educativa. O livro foi intitulado “Cada vez mais ativo. Uma história com muitas voltas”.



Figura 1. Imagens dos livros publicados nas duas fases do Projeto “Vouzela Ativo”.

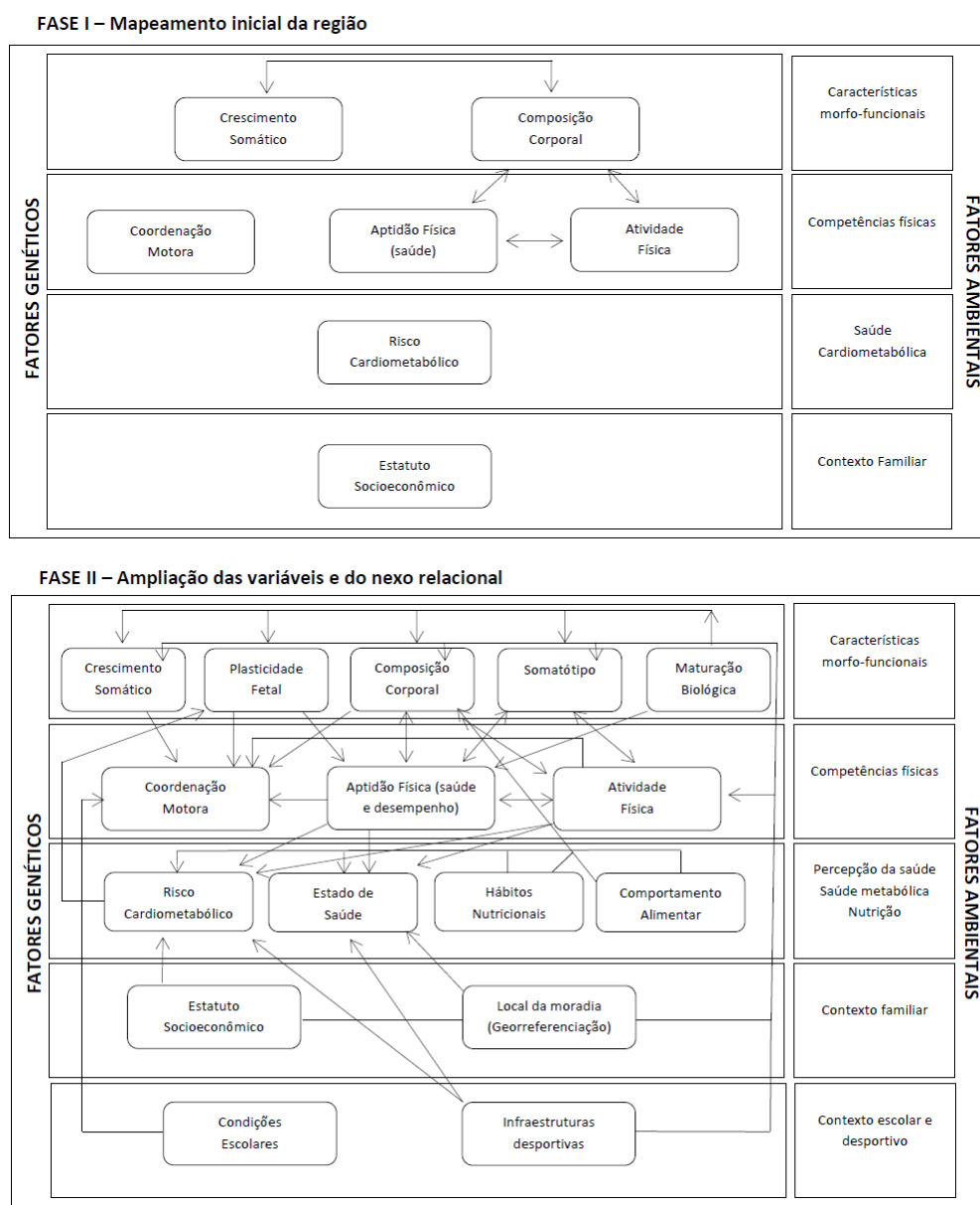


Figura 2. Fases do Projeto “Vouzela Ativo”.

Amostra

Nesta seção, apresentar-se-á detalhadamente o processo de amostragem desta dissertação, face aos momentos da recolha da informação, bem como o conjunto de variáveis estudadas. Importa ressaltar que embora o Projeto tenha sido formalmente concluído com a publicação do segundo livro em Março/2012, uma nova etapa amostral foi concebida em Maio/2012 para finalizar a construção das cartas percentílicas do crescimento somático, perímetro da cintura e composição corporal, bem como a avaliação das famílias. O Quadro 1 descreve as diferentes etapas do estudo desta dissertação.

Quadro 1. Etapas amostrais desta dissertação.

Propósitos	Domínios	Janela de desenvolvimento	Idades	Ano	Amostra (n)	Descrição	Escolas (n)
1, 2 e 3	- Coordenação Motora	Infância	7-10	2008	414	Bateria de testes KTK: - Equilíbrio à retaguarda - Saltos monopodais - Saltos laterais - Transposição lateral	18
			6-10	2010	397		
	- Crescimento Físico	Infância e Adolescência	7-17	2008	1143	- Altura - Massa corporal - Índice de massa corporal	20
				2010	1021		
				2012	930		
	- Composição Corporal	Infância e Adolescência	7-17	2010	1020	- Massa gorda	
				2012	841		
	- Perímetro da Cintura	Infância e Adolescência	7-17	2010	738	- Perímetro da cintura	
				2012	834		
	- Aptidão Física	Infância e Adolescência	7-17	2010	2008	1010	
1016					- Dinamometria manual		
953					- Impulsão horizontal		
889					- Corrida vai-vem		
				895	- Corrida das 50 jardas		
				910	- Corrida/Marcha da milha		
4	- Coordenação Motora - Aptidão Física - Atividade Física - Composição Corporal - Plasticidade Fetal	Infância	6-10	2010	390	- Bateria de testes KTK - Score da aptidão física - Atividade física habitual - Massa gorda - Peso ao nascer	18
5	- Fatores de Risco Metabólico - Aptidão Cardiorrespiratória - Participação Desportiva - Composição Corporal - Estatuto Socioeconómico - Maturação Biológica	Infância e Adolescência	9-16	2010	197	- Score contínuo de risco metabólico - Corrida/Marcha da milha - Índice desportivo - Massa gorda - Estatuto socioeconómico - Offset maturacional	20

6	- Composição Corporal - Tensão Arterial - Atividade Física	Infância, Adolescência e Vida adulta (Famílias)	7-56		Famílias (n)	- Massa gorda - Tensão arterial sistólica - Tensão arterial diastólica - Atividade física total	20
				2008	168		
				2010	69		
				2012	23		
7	- Fatores de risco metabólico - Composição Corporal - Atividade Física - Ambiente Natural e Construído - Sistemas de Informação Geográfica	Infância, Adolescência e Vida adulta (Famílias)	7-56		Famílias (n)	- Glicose, triglicerídeos, colesterol total, tensão arterial sistólica e perímetro da cintura - Massa gorda - Atividade física total - Equipamentos para prática de atividade física e desportiva	20
				2008	167		
				2010	69		
				2012	23		

Fases do Projeto Vouzela Ativo: Fase I = 2008; Fase II = 2010 e 2012.

Instrumentos e procedimentos de avaliação

Os instrumentos e procedimentos descritos referem-se a todos os domínios envolvidos no Projeto Vouzela Ativo, para além do que foi utilizado na elaboração desta dissertação.

Crescimento físico

As medidas do crescimento físico foram obtidas de acordo com o protocolo estabelecido pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (Ross & Ward, 1986) e referem-se à estatura (cm), altura sentado (cm) e massa corporal (kg), bem como perímetros musculares (cm) (braquial tenso e relaxado, geminal e da cintura), diâmetros ósseos (mm) (biacromial, bicristal, bicôndilo umeral e bicôndilo femural), e pregas de adiposidade subcutânea (mm) (tricipital, subscapular, ilíaca, abdominal e geminal). Para avaliação da estatura foi utilizado um estadiómetro portátil de alta precisão (0.1 cm) (Holtain Ltd., Inglaterra), também utilizado para medir a altura sentado, conjuntamente com um banco de madeira. Para medir a massa corporal utilizou-se uma balança de impedância bioelétrica, TANITA BC-418 MA (Segmental Body Composition Analyser Tanita, Corporation, Tokyo, Japan), com precisão de 0.1 kg. Os perímetros musculares foram medidos com uma fita antropométrica (Sanny, American Medical do Brasil, São Paulo, Brasil), 0.1 cm de precisão. Os diâmetros ósseos foram medidos com um antropómetro e um compasso de pontas redondas (Holtain Ltd., Inglaterra), os

dois de alta precisão (0.1 mm). As pregas de adiposidade subcutânea foram medidas com um adipômetro (Holtain Ltd., Inglaterra; precisão de 1 mm).

O índice de massa corporal (IMC) foi calculado de acordo com a seguinte equação: massa corporal (kg)/ (estatura (m)²). Os níveis de sobrepeso e obesidade foram definidos pelos valores de corte de Cole et. al. (2000) para crianças e jovens.

Composição corporal

A composição corporal foi avaliada a partir do fracionamento da massa corporal em dois compartimentos, nomeadamente massa gorda e massa isenta de gordura. Utilizou-se um aparelho de impedância bioelétrica, TANITA BC-418 MA (Segmental Body Composition Analyser Tanita, Corporation, Tokyo, Japan), com precisão de 0.1 % para medidas expressas em percentagem e 0.1 kg para medidas expressas em quilogramas. Foram medidos cinco segmentos: membros inferiores, membros superiores e a região do tronco. As variáveis avaliadas referem-se à quantidade massa gorda e massa isenta de gordura nesses cinco segmentos, expressas em termos relativos e absolutos. A informação obtida por meio desse instrumento apresenta-se validada pela técnica laboratorial Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA) (Pietrobelli, Rubiano, St-Onge, & Heymsfield, 2004; Pietrobelli, Rubiano, Wang, Wang, & Heymsfield, 2005), apresentando coeficientes de correlação elevados para as diferentes medidas. Além disso, os algoritmos utilizados para estimar a gordura corporal foram desenvolvidos para crianças e adolescentes europeus, além dos adultos. A quantificação dos padrões de tela adiposa será efetuada com recurso à análise em *clusters* e componentes principais.

Tipo físico (somatótipo)

O tipo físico (forma do corpo) ou somatótipo foi estimado a partir dos procedimentos descritos por Heath e Carter (1967), com base em 10 medições antropométricas (altura, massa corporal, quatro pregas de adiposidade, dois perímetros e dois diâmetros ósseos). Com base nessas medições torna-se possível descrever a forma do corpo em três componentes: endormorfia (grau

de adiposidade do corpo), mesomorfia (grau de desenvolvimento músculo-esquelético relativamente à altura), e ectomorfia (grau de linearidade do corpo). Estas componentes são representadas por uma série de três números numa escala aberta à direita.

Maturação biológica

Para inferir, indiretamente, sobre a maturação biológica, utilizou-se o *offset* maturacional. O *offset* maturacional é uma estimativa da distância a que um qualquer indivíduo está da idade em que ocorrerá o pico de velocidade da altura (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2002). O valor é expresso em anos, já que se refere à idade, para mais (+) ou para menos (-). O cálculo é efetuado com base em equações preditivas em função do sexo, da idade, e dos valores da estatura e altura sentado apresentadas pelo indivíduo avaliado.

Informação gestacional

As informações relativas ao período gestacional, ao nascimento e aos primeiros anos de vida foram obtidas por meio de um questionário (Anexo 1), construído em função da proposta desenvolvida por Barker (1998). O questionário foi aplicado por entrevista direta, a que se adiciona a verificação do boletim de saúde da criança e/ou adolescente avaliado, para efetuar a confirmação de alguns dados, tornando-os mais precisos. Entre as variáveis obtidas, destacam-se o peso e o comprimento ao nascer, o tempo de gestação, eventuais complicação pré e pós-parto, bem como a prática desportiva e profissão da mãe durante a gestação, a idade em que o bebé começou a falar, gatinhar e andar.

Coordenação motora global

A avaliação da coordenação motora foi realizada com a bateria de testes *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK), desenvolvida pelos pesquisadores alemães Schilling e Kiphard (1974). A bateria de testes KTK é constituída por quatro testes: equilíbrio à retaguarda; saltos monopodais; saltos laterais; transposição lateral. Uma descrição mais detalhada pode ser encontrada em

Vandorpe et al. (2011) e em Kiphard e Schilling (2007). O cálculo de uma medida global da coordenação motora grossa foi efetuado pela soma não ponderada da pontuação dos quatro testes, considerando que todos estão na mesma métrica (pontos).

Atividade física

A avaliação da atividade física foi efetuada de modo direto e indireto, estimando diversas variáveis relacionadas, variando em tipo, intensidade e unidade métrica. Desse modo, foram aplicados os seguintes questionários: questionário de atividade física habitual de Godin e Shephard (1985) para crianças com idades entre os 6 e os 10 anos (Anexo 2); o questionário de atividade física de Baecke (Baecke, Burema, & Frijters, 1982) (Anexo 3), o questionário internacional de atividade física, versão curta - IPAQ-SF (IPAQ, 2005) (Anexo 4), e o recordatório de três dias de atividade física de Bouchard (Bouchard et al., 1983) (Anexo 5) para os jovens e os adultos (idade superior aos 10 anos). Além disso, utilizou-se um método direto (acelerometria) numa sub-amostra de 202 indivíduos, com idades compreendidas entre os 7 e os 12 anos. A avaliação direta da atividade física foi feita com acelerómetros *Actigraph*, modelo GT3X. A utilização dos acelerómetros limitou-se ao período escolar, durante os cinco dias da semana; a esta informação, foi adicionado um diário (por observação direta) sobre o tempo e atividades realizadas no recreio de crianças com sobrepeso e obesidade, e de um grupo de controlo classificado como normoponderal.

Aptidão física

A avaliação da aptidão física foi realizada em dois domínios, normativo e criterial, reunindo um conjunto de oito testes, provenientes das baterias de testes da AAHPER *Youth Fitness Test* (AAHPER, 1976) e do *Fitnessgram* (Welk & Meredith, 2008), capazes de avaliar importantes componentes da aptidão física relacionadas à saúde e ao desempenho atlético conforme está descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Estrutura da bateria de testes de aptidão física.

Testes normativos de aptidão física	Componentes de aptidão física
Impulsão horizontal	Força explosiva dos membros inferiores
Corrida de 50 jardas	Velocidade
Dinamometria manual	Força estática da mão
Corrida vai-vem	Agilidade
Testes criteriais de aptidão física	Componentes de aptidão física
Corrida/marcha da milha	Resistência cardiorrespiratória
<i>Curl-up</i> (abdominais)	Força abdominal
<i>Push-up</i> (flexão de braços)	Força dos músculos extensores do cotovelo
<i>Trunk-lift</i> (extensão do tronco)	Flexibilidade e força dos extensores do tronco

Fatores de risco metabólico

Entre os fatores de risco metabólico, foram avaliados o perímetro da cintura, a tensão arterial sistólica e diastólica, os níveis sanguíneos de glicose, triglicerídeos, colesterol total, e HDL-colesterol em jejum. O perímetro da cintura foi medida na menor circunferência entre a última costela e o topo da crista ilíaca, sendo medida com uma fita antropométrica (Sanny, American Medical do Brasil, São Paulo, Brasil), precisão de 0.1 cm. A tensão arterial foi medida com um aparelho automático digital *Omron M6 hem-7001-E* (Omron Healthcare), e o protocolo de avaliação adotado está validado pelo *The International Protocol of the European Society of Hypertension* (Topouchian, El Assaad, Orobinskaia, El Feghali, & Asmar, 2006); as braçadeiras apresentavam três tamanhos diferentes, sendo definido o que se adequava melhor à circunferência do braço; a média de três medidas consecutivas, respeitando o intervalo de 3 min entre cada avaliação, foi utilizada. Amostras sanguíneas foram coletadas após jejum de 10-12 horas. Os níveis de glicose, triglicerídeos, colesterol total e HDL-colesterol foram analisados com o aparelho LDX, cujo método está validado pelo método laboratorial de referência (LDX C., 2003). As avaliações decorreram pela manhã, no Centro de Saúde de Vouzela, e também, nos gabinetes de enfermagem das escolas mais centrais do Concelho de Vouzela, sendo realizadas exclusivamente por enfermeiros do Centro de Saúde.

Com base na informação descrita na Tabela 4 foi possível determinar os indivíduos em risco. Para os adultos, os pontos de corte utilizados foram os sugeridos pelo ATP III (2001). Para as crianças foram utilizados os pontos de corte sugeridos por Cook et al. (2003) (glicose, triglicerídeos, HDL-colesterol, tensão arterial sistólica e perímetro da cintura), enquanto para o colesterol total foram atribuídos os pontos de corte sugeridos pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (2005).

Tabela 4. Valores de corte para os indicadores de risco metabólico.

	Adultos	Crianças
Perímetro da Cintura	≥ 88 cm (mulheres) ≥ 102 cm (homens)	≥ percentil 90 ajustado para idade e sexo
Tensão arterial sistólica	≥ 130 mm Hg	≥ percentil 90 ajustado para idade, sexo e altura
Glicose	≥ 110 mg/dL	≥ 110 mg/dL
Triglicerídeos	≥ 150 mg/dL	≥ 110 mg/dL
Colesterol total	≥ 200 mg/dL	≥ 170 mg/dL
HDL-colesterol	≤50 mg/dL (mulheres) ≤40 mg/dL (homens)	≤40 mg/dL

Estatuto socioeconómico

O estatuto socioeconómico dos estudantes avaliados foi determinado em função da classificação do sistema de ação social das escolas portuguesas, a qual se fundamenta nas diretrizes do Ministério da Educação de Portugal. Esse suporte divide-se em três níveis de acordo com o rendimento familiar anual. No primeiro nível, nível-A (até 2.934,00 euros/ano) é fornecido o suporte financeiro para a compra de livros e alimentação (almoço na escola). No segundo nível, nível-B (entre 2.934,00 a 5.869,00 euros/ano), a comparticipação do apoio refere-se à metade do apoio providenciado no nível-A. O último nível, nível-C, refere-se a todos os estudantes que não se enquadram nos dois primeiros, i.e., não beneficiam de qualquer suporte.

O estatuto socioeconómico das famílias participantes do estudo foi determinado de modo distinto. Para tal recorreu-se à classificação nacional das

profissões de acordo com o Instituto Nacional de Estatística - INE, Portugal (INE, 2010). Com base na profissão dos pais, auto-reportada no questionário de atividade física de Baecke (Baecke et al., 1982), foi construída uma escala de 0 a 9 sendo que o 0 se refere ao estatuto socioeconómico mais elevado, enquanto que o 9 diz respeito ao menos elevado.

Comportamentos alimentares

Aspetos do comportamento alimentar foram estudados a partir do *Children's Eating Behaviour Questionnaire*, validado na população portuguesa por Viana e Sinde (2003), que é composto por oito dimensões: resposta à comida, prazer em comer, resposta à saciedade, ingestão lenta, selectividade, sobre ingestão emocional, sub-ingestão emocional e desejo de beber. As respostas aos 35 itens que constituem as oito dimensões foram dadas pela mãe (Anexo 6).

Estado de Saúde

Neste domínio, recorreu-se à técnica de avaliação do estado subjetivo de saúde, o SF-36, extensamente descrito por Ribeiro (2005). A perceção do estado de saúde considera as seguintes dimensões: capacidade funcional, aspetos físicos, dor, estado geral da saúde, vitalidade, aspetos sociais e emocionais, e saúde mental. Desse modo, foi aplicado um questionário auto-reportado aos indivíduos com idade superior aos 10 anos de idade (Anexo 7). O preenchimento do questionário pelos escolares foi supervisionada pelo professor-avaliador. Os pais receberam os questionários em casa, sendo disponibilizada a ajuda se assim fosse necessário.

Caracterização dos espaços escolares

Aspetos relacionados com os espaços escolares foram obtidos a partir de um questionário elaborado para o efeito (Anexo 8), composto por diferentes domínios: espaços de ensino (localização, tamanho e estrutura física da escola), dados dos alunos (idade, sexo, ano e turma), recursos humanos (formação académica e número de professores), instalações gimnodesportivas,

material desportivo, atividades curriculares e extracurriculares, conteúdo das aulas, entre outros importantes fatores.

Infraestrutura e equipamentos desportivos

Com base nos dados da Carta Desportiva do Concelho de Vouzela (Câmara Municipal de Vouzela, 2009), foram classificados todos os equipamentos dirigidos para prática de atividade física e/ou desportiva (n= 71), de acordo com os seguintes critérios: (1) complexos desportivos (conjunto de equipamentos desportivos que inclui campos e quadras desportivas, piscina e área *fitness* (ginástica de academia e afins); (2) parques públicos (áreas verdes naturais ou semi-naturais usadas para atividades recreativas); (3) campos e quadras desportivas; (4) *playgrounds* (ambiente externo ou coberto com um *design* específico para o público infantil; (5) áreas recreativas (espaços construídos para atividades físicas entre os adultos, incluindo, espaços seniores). Além da classificação, todas as moradas foram georreferenciadas, isto é, determinadas as respetivas coordenadas geográficas de cada equipamento desportivo.

Informação sobre o controle de qualidade dos dados

O controle da qualidade da informação passou por diferentes etapas: (1) treino da equipe de avaliação por avaliadores experientes; (2) realização de reteste com uma amostra aleatória (n= 209); (3) supervisão direta da autora desta dissertação em todas as avaliações; (4) controle da entrada da informação e análise exploratória prévia para identificar *outliers*; (5) cálculo de estimativas de fiabilidade (valores pontuais de R e intervalo de confiança IC_{95%}) e erro técnico de medida (ETM).

Tabela 5. Valores pontuais de R (IC_{95%}) e erro técnico de medida de diferentes variáveis avaliadas.

Medidas	R	IC_{95%}	ETM
Altura	0.994	0.993-0.996	0.2 cm
Altura sentado	0.994	0.992-0.995	0.3 cm
Massa corporal	0.981	0.974-0.986	0.1 kg
Massa gorda	0.982	0.975-0.987	0.4%
<u>Pregas de adiposidade:</u>			
Tricipital	0.988	0.979-0.993	0.3 mm
Subescapular	0.992	0.986-0.995	0.3 mm
Íliaca	0.994	0.986-0.995	0.6 mm
Abdominal	0.989	0.981-0.994	0.4 mm
Geminal	0.993	0.987-0.996	0.4 mm
<u>Perímetros musculares:</u>			
Cintura	0.992	0.986-0.996	0.5 cm
Braquial tenso	0.999	0.998-0.999	0.2 cm
Braquial relaxado	0.998	0.997-0.999	0.1 cm
Geminal	0.992	0.987-0.996	0.2 cm
<u>Diâmetros ósseos:</u>			
Biacromial	0.934	0.884-0.963	0.4 cm
Bicristal	0.997	0.994-0.998	0.2 cm
Bicôndilo umeral	0.989	0.981-0.994	0.1 cm
Bicôndilo femural	0.968	0.945-0.982	0.1 cm
<u>Coordenação motora grossa:</u>			
Equilíbrio à retaguarda	0.912	0.772-0.966	-
Saltos monopedais	0.810	0.741-0.935	-
Saltos laterais	0.873	0.803-0.918	-
Transposição lateral	0.840	0.726-0.906	-
<u>Aptidão física:</u>			
Impulsão horizontal	0.933	0.910-0.951	-
Corrida das 50 jardas	0.905	0.823-0.980	-
Dinamometria manual	0.973	0.964-0.980	-
Corrida vai-vem	0.812	0.748-0.860	-
Corrida/marcha da milha	0.854	0.735-0.920	-
Curl up	0.895	0.823-0.938	-
Push up	0.851	0.769-0.903	-
Trunk lift	0.872	0.812-0.913	-
<u>Atividade física:</u>			
Questionário Godin & Shephard	0.804	0.647-0.891	-

Análise estatística

A análise exploratória, descritiva e inferencial dos dados, bem como procedimentos estatísticos multivariados foram efetuados no programa estatístico SPSS 18.0.

O ajustamento das curvas percentílicas foi realizado com o método LMS (Cole & Green, 1992) implementado no *software* LMSchartmarker Pro versão 2.54 (Pan & Cole, 2011). A modelação hierárquica/multinível da informação foi

efetuada com base nos procedimentos de máxima verossimilhança implementados no *software* HLM 7.01 (Raudenbush, 2004).

A inspeção da estrutura de cada família e a análise do comportamento genérico das variáveis entre os diferentes membros da família foram efetuadas no *software* PEDSTATS (Wigginton & Abecasis, 2005). Os coeficientes de correlação entre familiares foram calculados por *Generalized Estimating Equations* (GEEs) (Zhao, Grove, & Quiaoit, 1992), implementado no *software* GESEE desenvolvido por Tregouët et al. (1999). As demais análises genéticas quantitativas foram efetuadas no *software* SOLAR 4.01 (Almasy & Blangero, 1998), as quais estão minuciosamente descritas nos estudos empíricos VI e VII.

As moradas das famílias e a localização dos equipamentos desportivos disponíveis foram devidamente georreferenciadas (obtenção das coordenadas geográficas), com base no endereço completo, utilizando o *software* *Google Earth*. A construção do mapa desportivo de Vouzela (Anexo 9) e o cálculo das distâncias euclidianas (expressas em metros) entre a morada da família e o conjunto de equipamentos desportivos foi efetuado no *software* ArcMap 10.1.

Em todos os procedimentos foi adotado o nível de significância de 0.05.

REFERÊNCIAS

ACeS Dão-Lafões. (2010). *Diagnóstico de situação de saúde do ACeS Dão Lafões II*. Vouzela: Ministério da Saúde/ARSC/ACeS Dão-Lafões.

Almasy, L., & Blangero, J. (1998). Multipoint quantitative-trait linkage analysis in general pedigrees. *Am J Hum Genet*, 62(5), 1198-1211.

American Alliance for Health Physical Education and Recreation [AAHPER]. (1976). *Youth Fitness Test Manual*. Washington, DC: AAHPER.

Baecke, J. A., Burema, J., & Frijters, J. E. (1982). A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*, 36(5), 936-942.

Barker, D. J. P. (1998). *Mothers, babies and health in later life* (2 ed.). London: Churchill Livingstone.

Bouchard, C., Tremblay, A., LeBlanc, C., Lortie, G., Savard, R., & Theriault, G. (1983). A method to access energy expenditure in children and adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, 37, 461-467.

Câmara Municipal de Vouzela. (2006). *Carta Educativa*. Concelho de Vouzela. Vouzela: Câmara Municipal de Vouzela. Disponível em: <http://www.cm-vouzela.pt/images/stories/pdf/cartaeducativa.pdf>.

Câmara Municipal de Vouzela. (2009). *Carta Desportiva do Concelho de Vouzela*. Vouzela com desporto para todos. Vouzela. Vouzela: CMV/BESTCENTER.

Câmara Municipal de Vouzela. (2011). Revisão do Plano Director Municipal de Vouzela. *Análise e Diagnóstico Planeamento*. Vouzela: Câmara Municipal de Vouzela.

Chaves, R. N., Souza, M. C., Santos, D., Gomes, T. N., Santos, F. K., & Maia, J. (2012). *Cada vez mais Ativo (II). Uma história com muitas voltas*. Porto: FADE-UP.

Cole, T., Bellizzi, M., Flegal, K., & Dietz, W. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: a international survey. *British Medical Journal*, 320, 1240-1246.

Cole, T. J., & Green, P. J. (1992). Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Statistics in Medicine*, 11(10), 1305-1319.

Cook, S., Weitzman, M., Auinger, P., Nguyen, M., & Dietz, W. H. (2003). Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 157(8), 821-827.

Expert Panel on Detection, E., & Treatment of High Blood Cholesterol in, A. (2001). Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 285(19), 2486-2497.

Gabinete Técnico Florestal. (2006). *Plano Municipal de defesa da floresta contra incêndios*. Vouzela: Câmara Municipal de Vouzela.

Godin, G., & Shephard, R. J. (1985). A simple method to assess exercise behavior in the community. *Can J Appl Sport Sci*, 10(3), 141-146.

Heath, B. H., & Carter, J. E. L. (1967). A modified somatotype method. *American Journal of Physical Anthropology*, 27, 57-74.

INE. (2001). *Anuário Estatístico da Região Centro 2001*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.

INE. (2007). *Anuário Estatístico da Região Centro 2006*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.

INE. (2010). *Statistics Portugal. Portuguese National Classification of Occupations*. Lisboa: INE.

INE. (2011). *Anuário Estatístico da Região Centro 2011*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.

IPAQ. (2005). International Physical Activity Questionnaire. Disponível em: www.ipaq.ki.se

Kiphard, E. J., & Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder*. Weinheim: Beltz Test GmbH.

Kiphard, E. J., & Schilling, F. (2007). *Körperkoordinationstest für Kinder. 2. Überarbeitete und ergänzte Auflage*. Weinheim: Beltz Test GmbH.

LDX C. (2003). *The Accuracy and Reproducibility of a Rapid, Fingertick Method for Measuring a Complete Lipid Profile Is Comparable to a Reference Laboratory Method*: Cholestech Corporation.

Maia, J., Seabra, A., & Garganta, R. (2009). *Vouzela Ativo. Um olhar sobre o crescimento, o desenvolvimento e a saúde de crianças, jovens e famílias do Concelho de Vouzela*. Porto: FADE-UP.

Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*, 34(4), 689-694.

Pan, H., & Cole, T. J. (Producer). (2011). ImsChartMaker, a program to construct growth references using the LMS method. Version 2.54. Retrieved from <http://www.healthforallchildren.co.uk/>

Pereira, P., Marta, P., & Peixoto, M. (2011). *Plano Director Municipal de Vouzela. Avaliação ambiental estratégica: Relatório ambiental*. Vouzela: Câmara Municipal de Vouzela.

Pietrobelli, A., Rubiano, F., St-Onge, M. P., & Heymsfield, S. B. (2004). New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with whole-body analysis. *Eur J Clin Nutr*, 58(11), 1479-1484.

Pietrobelli, A., Rubiano, F., Wang, J., Wang, Z., & Heymsfield, S. M. (2005). Validation of contact electrode bioimpedance analysis in a pediatric population. *Eur. Congress Obes. (Athens)*.

Raudenbush, S. W. (2004). *HLM 6: Linear and Nonlinear Modeling*. Lincolnwood, IL: Scientific Software International.

Ribeiro, J. L. P. (2005). *O importante é a saúde: estudo de adaptação de uma técnica de avaliação do estado de saúde: SF-36*. Oeiras: Fundação Merck Sharp & Dohme.

Ross, W. D., & Ward, R. (1986). Scaling Anthropometric Data for Size and Proportionality. In T. Reilly, J. Watkins & J. Borms (Eds.), *Kinanthropometry III. Commonwealth and International Conference on Sport, Physical Education, Dance, Recreation and Health*. New York: E&FN Spon.

Sociedade Brasileira de Cardiologia, A. B. C., & VI):1–36., S. (2005). I diretriz de prevenção da aterosclerose na infância e na adolescência. *Arq Bras Cardiol*, 85(Suppl VI), 1-36.

Topouchian, J. A., El Assaad, M. A., Orobinskaia, L. V., El Feghali, R. N., & Asmar, R. G. (2006). Validation of two automatic devices for self-measurement of blood pressure according to the International Protocol of the European Society of Hypertension: the Omron M6 (HEM-7001-E) and the Omron R7 (HEM 637-IT). *Blood Press Monit*, 11(3), 165-171.

Tregouet, D. A., Herbeth, B., Juhan-Vague, I., Siest, G., Ducimetiere, P., & Tiret, L. (1999). Bivariate familial correlation analysis of quantitative traits by use of estimating equations: application to a familial analysis of the insulin resistance syndrome. *Genet Epidemiol*, 16(1), 69-83.

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. *Scand J Med Sci Sports*, 21(3), 378-388.

Viana, V., & Sinde, S. (2003). Estilo Alimentar: Adaptação e validação do Questionário Holandês do Comportamento Alimentar. *Psicologia: Teoria, Investigação e Prática*, 8, 59-71.

Welk, G. J., & Meredith, M. D. (2008). *Fitnessgram/Activitygram Reference Guide*. Dallas, TX: The Cooper Institute.

Wigginton, J. E., & Abecasis, G. R. (2005). PEDSTATS: descriptive statistics, graphics and quality assessment for gene mapping data. *Bioinformatics*, 21, 3445-3447.

Zhao, L. P., Grove, J., & Quiaoit, F. (1992). A method for assessing patterns of familial resemblance in complex human pedigrees, with an application to the nevus-count data in Utah kindreds. *Am J Hum Genet*, 51(1), 178-190.

Capítulo III

Estudos Descritivos

Estudo I

Estudo Empírico

Growth, body composition and waist circumference centile charts of rural Portuguese children and adolescents

Raquel Chaves^{a,b}, Adam Baxter-Jones^c, Michele Souza^{a,b}, Daniel Santos^a e
José Maia^a

Artigo em revisão: HOMO – Journal of Comparative Human Biology (Austrália).

^a CIFI²D, Faculty of Sport, University of Porto, Porto, Portugal.

^b CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brasília, DF, Brazil.

^c College of Kinesiology, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

ABSTRACT

The purpose of this study is: (1) to develop reference charts for height, body mass, BMI, waist circumference and body fat for rural Portuguese children and adolescents, and (2) to compare these results with other international reference standards. The sample comprised 3094 children and adolescents aged 7-17 years from Vouzela, a central region in Portugal. Height, body mass, body mass index (BMI), waist circumference and body fat were measured. Centile curves were constructed using the LMS method. The Vouzela sample showed similar height median values compared to Centers for Disease Control and Prevention (CDC) and World Health Organization (WHO) percentile curves but higher values for body mass and BMI. Percent body fat 50th percentile was higher in Vouzela children and adolescents compared to their international peers; except for boys aged 8-12 years. Boys' waist circumference median values were similar to those from the USA; whilst girls were similar until 12 years-old, after which the differences increased with increasing age. The percentile curves constructed provide population specific references with regards growth and body composition of children and adolescents from rural Portugal. It is expected they will provide a useful tool for clinical and public health settings in Portugal.

INTRODUCTION

Growth charts are a valuable reference tool in clinical settings for assessing and monitoring individual growth. They also serve as a valuable screening tool for the whole population (Wright et al., 2002). Furthermore, growth charts provide relevant public health information about age and gender specific statural growth and body mass status, and may be used as putative indicators to infer information related to a child's nutritional and health status (Grummer-Strawn et al., 2002).

Standing height and body mass are considered the most important indicators of children and adolescents' growth (WHO, 1995). In addition, public health studies have also used body mass index (BMI) as an indicator of weight status at both the individual and population level. For example, growth charts have been used to show growth trends in various communities such as, the northeast of Brazil (Silva et al., 2012), Belgium (Roelants et al., 2009), China (Pan et al., 2009) and the USA (Kuczmarski et al., 2000). Although BMI is a widely documented measure for monitoring obesity trends in populations, it does not distinguish excess fat mass from excess lean mass (Prentice and Jebb, 2001), and may classify people with high muscle mass as overweight or obese. Furthermore, as obesity is a metabolic and neuroendocrine disease (Hebebrand and Hinney, 2009), characterized by an excess of adipose tissue (Fortuno et al., 2003), percent total body fat and waist circumference can more accurately estimate obesity status.

A number of authors have addressed this issue by using other assessments to estimate fat mass development. These include bio-impedance derived body fat curves for USA (Mueller et al., 2004) and UK (McCarthy et al., 2006) samples and reference charts for waist circumference (Katzmarzyk, 2004; McCarthy et al., 2001). Waist circumference is regarded as an indirect anthropometric indicator of visceral adipose tissue and has been shown to be a significant obesity-related health risk factor (Pouliot et al., 1994; Rankinen et al., 1999) that is highly correlated to coronary heart disease (Dalton et al., 2003; Maffeis et al., 2001). Waist circumference centile curves are available for

children and youth from several countries namely: Canada (Katzmarzyk, 2004), USA (Fernandez et al., 2004), UK (McCarthy et al., 2001), Spain (Moreno et al., 1999), Australia (Eisenmann, 2005) and Portugal (Sardinha et al., 2012).

Although waist circumference reference charts of Portuguese mainland boys and girls aged 10 to 18 years (Sardinha et al., 2012) are available, national reference charts for growth and body fat are lacking, as are specific regional curves. It has been shown that local reference charts reported different growth patterns and health status between populations, even when controlling for the same strict inclusion criteria to construct them (Juliussen et al., 2011). This suggests the influence of environmental, cultural and genetic differences specific to each population (Eveleth and Tanner, 1976). Furthermore, differences in somatic growth can be observed, also within the same country, given social and health inequality by environmental and socioeconomic conditions, as well as nutritional intake and lifestyle between its regions (Cacciari et al., 2002; Cacciari et al., 2006). In the present paper we aim to cover this gap by developing regional reference centile charts to region in transition.

Vouzela is a small region (193.7 km²) in central Portugal. Its rural predominance and primary sector activities have influenced the populations' economy and development. Agriculture is the predominant income source for most families. The orographic and environmental characteristics have distinguished Vouzela from other more industrialized urban centers of Portugal. Reasons for this include difficult road access and significant altitude variability, about 900m in some areas, as well as high sprawl housing construction. Moreover, insufficient basic infrastructure, namely water supply and sanitation, low education level and lack of activities for children and youth's leisure time, have revealed as serious problem for this region, affecting the municipality development and Vouzela's population health (Câmara Municipal de Vouzela, 2010, 2011). Reference growth charts and obesity monitoring tools represent relevant and very useful tools for Vouzela's systematic public health management. They will also provide normal development screening tools to assist with the monitoring of statural growth and body mass status.

Therefore, the purposes of this study are (1) to develop reference charts for height, body mass, BMI, waist circumference and body fat of children and adolescents from the Vouzela region, Portugal; (2) to compare Vouzela reference charts with Centers for Disease Control and Prevention (CDC) 2000 reference charts (Kuczmarski et al., 2000), 2007 World Health Organization (WHO) reference charts (de Onis et al., 2007) and other international data sets.

MATERIAL AND METHODS

The sample

In 2008, 2010 and 2012 repeated cross sectional samples of students from both genders, aged 7 to 17 years, who participated in “*Active Vouzela*”, were recruited into this study. *Active Vouzela* investigated the growth, development and health of children, adolescents from all Vouzela’s schools and their families. Table 1 identifies the number of subjects recruited grouped by sex and age category. The subjects represent about 80% of this region’s children and represent all socioeconomic conditions of Vouzela. The *Active Vouzela* project was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Sport, University of Porto, all school directors in the region, as well as the Vouzela Health Center. Informed consents were obtained for all parents and/or legal guardian of all subjects.

Anthropometric and body fat measurements

Measurements were made by trained, experienced staff following International Society for the Advancement of Kinanthropometry protocols (Ross and Ward, 1986). Height was measured to the nearest 1 mm with a portable stadiometer (Holtain Ltd, UK). Body mass (kg) and percent body fat assessed by bio-impedance analyse) were measured using a TANITA BC-418 MA Segmental Body Composition Analyser (Tanita, Corporation, Tokyo, Japan) with a precision of 0.1 kg and 0.1%. Body fat derived measures from the impedance scale has been validated previously with Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA) (Pietrobelli et al., 2005) data, a reference method for the

measurement of body fat. BMI was derived by calculating the ratio of body mass to height, expressed in kg/m^2 . Waist circumference was obtained using non-elastic tape (Sanny, American Medical do Brasil, São Paulo, Brazil) and anatomically identified as the smallest circumference between the lowest rib and the iliac crest's top, to the nearest 1 mm.

Table 1. Sample numbers for anthropometric measures (height, body mass, BMI and waist circumference) and percent body fat by age and sex.

Age	Height/Body Mass/BMI			W.Circumference			% Body Fat		
	Girls	Boys	Total	Girls	Boys	Total	Girls	Boys	Total
7	131	132	263	71	71	142	88	90	178
8	178	175	353	83	69	152	75	84	159
9	146	142	288	77	90	167	95	95	190
10	190	189	379	123	115	238	131	125	256
11	137	155	292	73	76	149	81	84	165
12	124	156	280	87	72	159	93	93	186
13	139	140	279	77	88	165	100	98	198
14	140	151	291	74	75	149	82	100	182
15	124	121	245	50	53	103	68	64	132
16	113	110	223	35	46	81	61	56	117
17	115	86	201	24	43	67	62	36	98
Total	1537	1557	3094	774	798	1572	936	925	1861

BMI - body mass index
W.Circumference - waist circumference
% Body Fat - percent body fat.

Information quality control

Quality control was assessed in three steps: (1) training and careful supervision of all team members concerning anatomical landmarks, and measurement techniques; (2) retesting 209 randomly sampled youth; (3) estimating technical error of the measurement: 2 mm for height, 0.1 kg for body mass, 0.4% for percent body fat and 5 mm for waist circumference. The ANOVA-based intraclass correlation coefficients were: 0.99 for height, 0.98 for body mass, 0.98 for percent body fat, 0.99 for waist circumference.

Statistical Analysis

Exploratory data analysis was performed to identify input data errors and outliers, as well as to obtain descriptive information (means, standard deviations

and range). Height, body mass, BMI, body fat and waist circumference centiles, as well as z-scores, were derived for boys and girls separately using the LMS method (Cole and Green, 1992) obtained using LMSchartmarker Pro version 2.54 software (Pan and Cole, 2004). In brief, the LMS method assumes the Box-Cox power transformation to normalize the data at each age to independent positive values; L, M and S values are cubic splines with knots at each distinct age (t) that have been fitted by maximum penalized likelihood to create three smooth curves: L (t) Box-Cox power transformation; M(t) median; and S(t) coefficient of variation. Centiles curves at age t were obtained as:

$$C_{100\alpha}(t) = M(t)[1 + L(t) S(t) Z_{\alpha}]^{1/L(t)}$$

where Z_{α} is the standard deviation to total sample, and $C_{100\alpha}(t)$ is the corresponding percentile. Equivalent number of degrees of freedom (edf) to determine the smoothing's degree to each curve L(t), M(t) and S(t), were selected as described by Pan and Cole (2004), based on Deviance statistic (Cole and Green, 1992), Q-tests (Royston and Wright, 2000) and worm plots (van Buuren and Fredriks, 2001).

Vouzela's data were compared at each age to sex specific CDC 2000 references (Kuczmarski et al., 2000) and WHO 2007 reference (de Onis et al., 2007) centiles for height, body mass and BMI. However, WHO 2007 reference for body mass only provided percentiles for children aged 5 and 10 years old. To compare body fat percentile results, British (McCarthy et al., 2006), Spanish (Moreno et al., 2007) and US (Laurson et al., 2011; Mueller et al., 2004) reference samples were used. Waist circumference reference data was compared to UK (McCarthy et al., 2001), Canada (Katzmarzyk, 2004), USA (Fernandez et al., 2004) and a recent Portuguese study (Sardinha et al., 2012). We used 50th percentile (median values) to all comparisons.

RESULTS

Table 2 shows the distribution of z-scores of height, body mass, BMI, waist circumference and percent body fat for girls and boys, respectively. Expected values of the normal distribution for each centile were compared to

the proportions of the data in the following fitted centiles: 3rd, 10th, 25th, 50th, 75th, 90th and 97th. The results suggest that a good fit was ascertained: as indicated by the closeness among expected and fitted values.

Table 2. Distribution of Z-scores of height, body mass, BMI, waist circumference and percent body fat for the Vouzela sample compared to expectations that assume normality.

Girls						
Percentile	Expected (%)	Height (%)	Body mass (%)	BMI (%)	W.Circumference (%)	% Body Fat (%)
3	3	2.7	2.4	2.5	2.5	2.7
10	7	7.2	7.4	7.7	7.8	7.9
25	15	15.0	16.8	15.0	15.1	13.9
50	25	25.4	24.5	26.4	25.5	28.3
75	25	25.2	23.7	23.1	23.1	20.6
90	15	15.2	14.4	14.1	14.6	16.5
97	7	6.3	7.5	7.9	8.6	7.4
Boys						
Percentile	Expected (%)	Height (%)	Body mass (%)	BMI (%)	W.Circumference (%)	% Body Fat (%)
3	3	2.9	2.6	2.7	2.7	1.8
10	7	6.8	6.8	6.8	5.2	9.7
25	15	14.9	14.4	15.1	17.0	13.9
50	25	24.5	27.2	28.5	28.5	26.5
75	25	27.4	24.6	21.8	20.7	22.4
90	15	14.6	14.3	13.5	13.3	14.0
97	7	5.8	5.8	8.1	9.8	8.6

BMI - body mass index
W.Circumference - waist circumference
% Body Fat - percent body fat.

Reference curves for height, body mass, BMI and percent body fat for children and adolescents between 7-17 years of age of both genders are presented in Fig. 1 and Fig. 2, and numerical results are shown in Tables 3 and 4. Height and body mass curves show expected sigmodal shape patterns. Girls height median values (50th percentile) indicate a more pronounced increases from 10-13 years, ranging from ~54 mm to ~63 mm. From 15-17 years growth gradually slows down. In boys, the median values' largest increase is from 11-14 years old (60 mm), with a gradual slowing down by 16 years of age.

Table 3. Percentile values for height, body mass, BMI, waist circumference and percent body fat in girls.

Height (m)							
Age	3rd	10th	25th	50th	75th	90th	97th
7	1.10	1.15	1.20	1.24	1.29	1.33	1.38
8	1.14	1.19	1.23	1.28	1.33	1.37	1.42
9	1.18	1.23	1.28	1.32	1.37	1.42	1.46
10	1.23	1.28	1.33	1.38	1.43	1.47	1.52
11	1.29	1.34	1.39	1.44	1.49	1.54	1.59
12	1.35	1.40	1.45	1.51	1.56	1.60	1.65
13	1.40	1.46	1.51	1.56	1.61	1.66	1.71
14	1.44	1.49	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75
15	1.47	1.52	1.57	1.62	1.67	1.72	1.77
16	1.49	1.54	1.59	1.64	1.69	1.74	1.79
17	1.51	1.56	1.61	1.66	1.71	1.76	1.80
Body Mass (kg)							
7	18.30	20.59	23.32	26.62	30.64	35.62	41.88
8	19.63	22.15	25.15	28.79	33.24	38.77	45.73
9	21.29	24.06	27.39	31.42	36.36	42.51	50.27
10	23.51	26.59	30.29	34.76	40.25	47.06	55.66
11	26.52	29.96	34.07	39.03	45.08	52.56	61.93
12	30.32	34.14	38.66	44.08	50.64	58.66	68.60
13	34.54	38.68	43.55	49.32	56.22	64.56	74.73
14	38.40	42.72	47.75	53.65	60.61	68.90	78.85
15	41.61	45.98	51.01	56.83	63.61	71.56	80.95
16	44.40	48.73	53.65	59.28	65.76	73.25	81.95
17	47.09	51.32	56.08	61.46	67.58	74.55	82.54
BMI (kg/m²)							
7	13.82	14.77	15.89	17.22	18.86	20.93	23.63
8	13.94	14.94	16.12	17.55	19.32	21.57	24.53
9	14.12	15.17	16.43	17.96	19.86	22.29	25.54
10	14.28	15.39	16.72	18.33	20.35	22.94	26.43
11	14.53	15.68	17.07	18.75	20.86	23.59	27.25
12	14.98	16.18	17.62	19.38	21.57	24.39	28.17
13	15.64	16.90	18.40	20.22	22.49	25.37	29.20
14	16.27	17.57	19.11	20.97	23.26	26.16	29.94
15	16.82	18.14	19.70	21.57	23.85	26.69	30.35
16	17.32	18.65	20.21	22.07	24.32	27.09	30.59
17	17.75	19.08	20.64	22.47	24.67	27.35	30.68
W.Circumference (m)							
7	0.49	0.51	0.55	0.58	0.63	0.68	0.74
8	0.50	0.53	0.56	0.60	0.64	0.70	0.77
9	0.51	0.54	0.57	0.61	0.66	0.72	0.80
10	0.52	0.55	0.59	0.63	0.68	0.74	0.83
11	0.54	0.57	0.60	0.64	0.69	0.76	0.85
12	0.55	0.58	0.61	0.66	0.71	0.77	0.86
13	0.57	0.59	0.63	0.67	0.72	0.78	0.87
14	0.58	0.61	0.64	0.68	0.73	0.79	0.88
15	0.59	0.62	0.65	0.69	0.74	0.80	0.89
16	0.60	0.63	0.66	0.70	0.75	0.81	0.89
17	0.61	0.64	0.67	0.71	0.75	0.81	0.90
Body Fat (%)							
7	17.15	19.16	21.46	24.10	27.15	30.66	34.74
8	17.43	19.44	21.76	24.46	27.62	31.35	35.76
9	17.66	19.66	22.01	24.77	28.06	31.99	36.76
10	17.72	19.73	22.10	24.92	28.30	32.40	37.44
11	17.67	19.71	22.11	24.96	28.39	32.55	37.68
12	17.66	19.75	22.21	25.10	28.55	32.70	37.73
13	17.82	20.03	22.60	25.59	29.10	33.23	38.12
14	18.06	20.45	23.18	26.32	29.92	34.06	38.82
15	18.18	20.80	23.74	27.04	30.74	34.87	39.49
16	18.12	21.03	24.23	27.72	31.52	35.64	40.08
17	17.89	21.18	24.68	28.39	32.29	36.39	40.67

BMI - body mass index ; W.Circumference - waist circumference

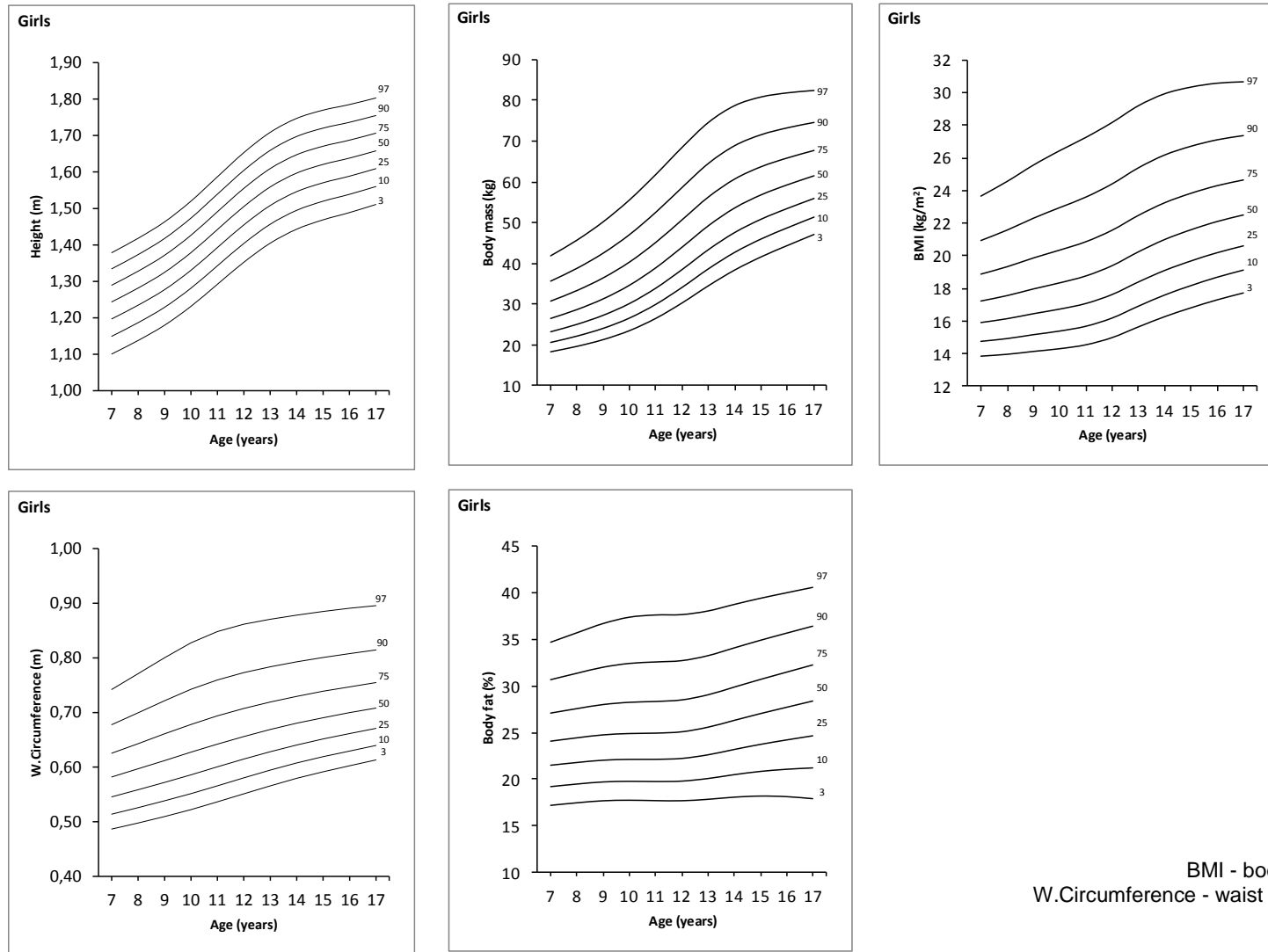
Table 4. Percentile values for height, body mass, BMI, waist circumference and percent body fat in boys.

Height (m)							
Age	3rd	10th	25th	50th	75th	90th	97th
7	1.13	1.17	1.21	1.25	1.30	1.35	1.40
8	1.16	1.20	1.24	1.29	1.34	1.39	1.44
9	1.20	1.24	1.29	1.33	1.38	1.43	1.48
10	1.24	1.29	1.34	1.38	1.43	1.48	1.54
11	1.29	1.34	1.39	1.44	1.49	1.54	1.59
12	1.34	1.40	1.45	1.50	1.56	1.61	1.65
13	1.40	1.45	1.51	1.57	1.62	1.67	1.72
14	1.44	1.51	1.57	1.62	1.67	1.72	1.77
15	1.49	1.55	1.61	1.67	1.72	1.76	1.81
16	1.52	1.58	1.64	1.70	1.75	1.79	1.84
17	1.54	1.61	1.66	1.72	1.76	1.81	1.85
Body Mass (kg)							
7	19.70	21.57	23.84	26.68	30.32	35.18	41.97
8	20.69	22.81	25.39	28.61	32.73	38.16	45.65
9	22.25	24.71	27.70	31.42	36.13	42.28	50.59
10	24.18	27.06	30.54	34.83	40.21	47.12	56.23
11	26.65	30.02	34.07	39.01	45.12	52.79	62.61
12	29.68	33.62	38.31	43.95	50.78	59.15	69.52
13	33.05	37.60	42.94	49.24	56.72	65.63	76.33
14	36.43	41.57	47.51	54.38	62.33	71.56	82.29
15	39.67	45.35	51.79	59.08	67.34	76.68	87.22
16	42.42	48.55	55.38	62.94	71.32	80.57	90.75
17	44.85	51.37	58.49	66.23	74.61	83.67	93.43
BMI (kg/m²)							
7	14.40	15.06	15.85	16.85	18.17	20.04	23.07
8	14.33	15.07	15.98	17.13	18.66	20.86	24.50
9	14.36	15.20	16.23	17.53	19.28	21.78	25.85
10	14.50	15.43	16.58	18.03	19.96	22.68	26.98
11	14.73	15.76	17.01	18.60	20.67	23.54	27.88
12	15.08	16.19	17.54	19.23	21.41	24.36	28.65
13	15.52	16.71	18.14	19.91	22.17	25.17	29.38
14	16.01	17.25	18.74	20.58	22.89	25.93	30.11
15	16.54	17.82	19.35	21.23	23.59	26.67	30.89
16	17.01	18.31	19.87	21.77	24.17	27.30	31.58
17	17.43	18.75	20.32	22.25	24.68	27.85	32.18
W.Circumference (m)							
7	0.51	0.53	0.55	0.57	0.60	0.64	0.71
8	0.52	0.54	0.56	0.59	0.63	0.68	0.76
9	0.53	0.55	0.58	0.61	0.65	0.71	0.82
10	0.54	0.56	0.59	0.63	0.67	0.75	0.87
11	0.55	0.58	0.61	0.65	0.70	0.78	0.91
12	0.56	0.59	0.62	0.66	0.72	0.80	0.94
13	0.58	0.61	0.64	0.68	0.74	0.82	0.96
14	0.59	0.62	0.66	0.70	0.76	0.84	0.97
15	0.61	0.64	0.68	0.72	0.78	0.86	0.98
16	0.62	0.66	0.70	0.74	0.81	0.88	0.99
17	0.64	0.67	0.71	0.76	0.83	0.91	1.01
Body Fat (%)							
7	15.85	16.90	18.20	19.85	22.07	25.28	30.52
8	15.45	16.63	18.12	20.07	22.77	26.85	34.09
9	15.08	16.40	18.07	20.29	23.42	28.29	37.33
10	14.63	16.06	17.89	20.34	23.83	29.32	39.59
11	13.89	15.39	17.34	19.96	23.73	29.67	40.72
12	12.97	14.51	16.51	19.22	23.10	29.18	40.18
13	12.10	13.64	15.64	18.33	22.16	28.05	38.27
14	11.42	12.93	14.89	17.51	21.19	26.72	35.94
15	11.03	12.52	14.43	16.96	20.47	25.60	33.77
16	10.89	12.38	14.27	16.73	20.08	24.84	32.06
17	10.86	12.35	14.24	16.66	19.89	24.34	30.79

BMI - body mass index ; W.Circumference - waist circumference

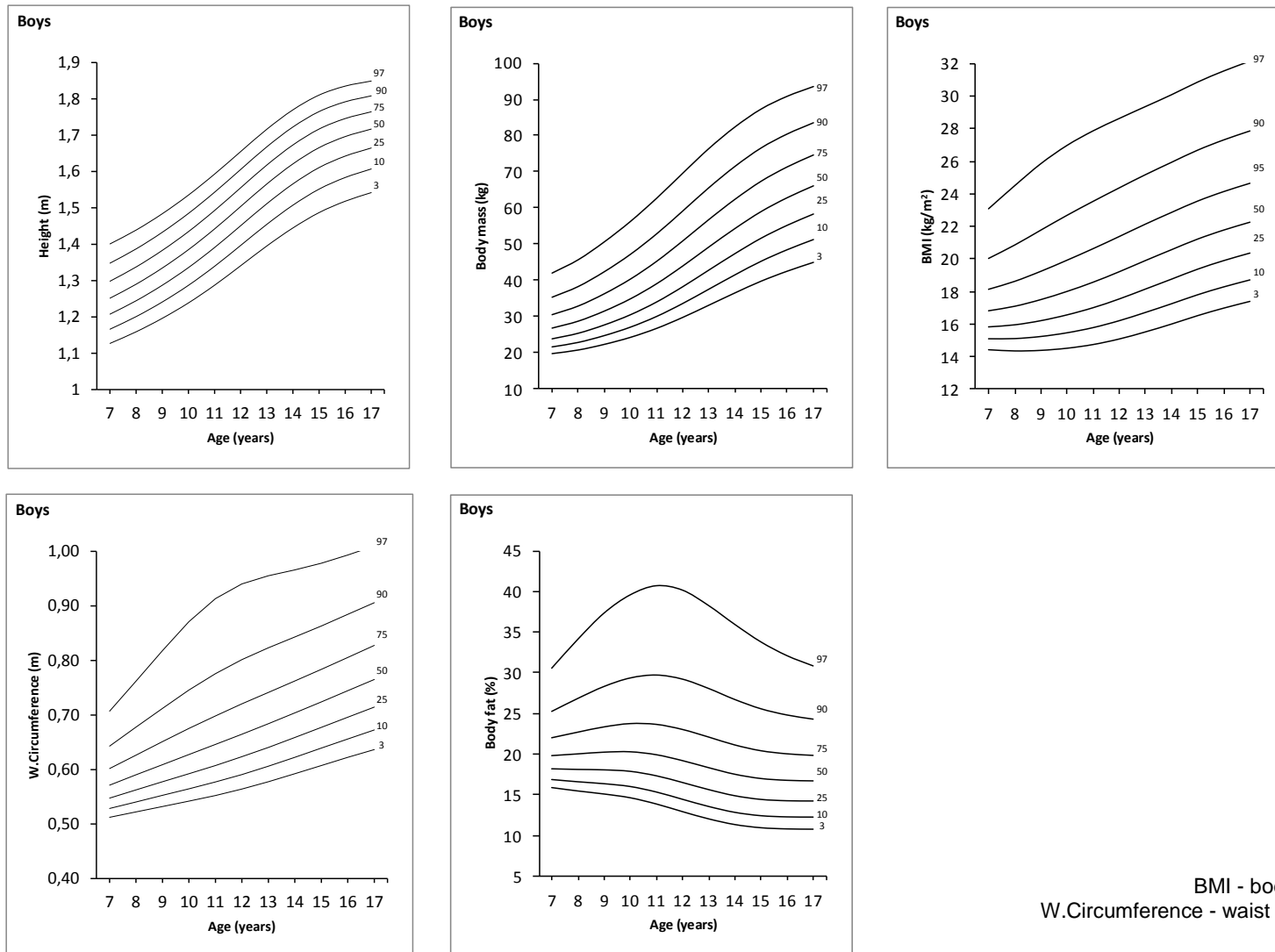
Raquel Nichele de Chaves

Figure 1. Vouzela girls' reference charts for height, body mass, BMI, waist circumference and percent body fat.



BMI - body mass index;
W.Circumference - waist circumference.

Figure 2. Vouzela boys' reference charts for height, body mass, BMI, waist circumference and percent body fat.



BMI - body mass index;
W.Circumference - waist circumference.

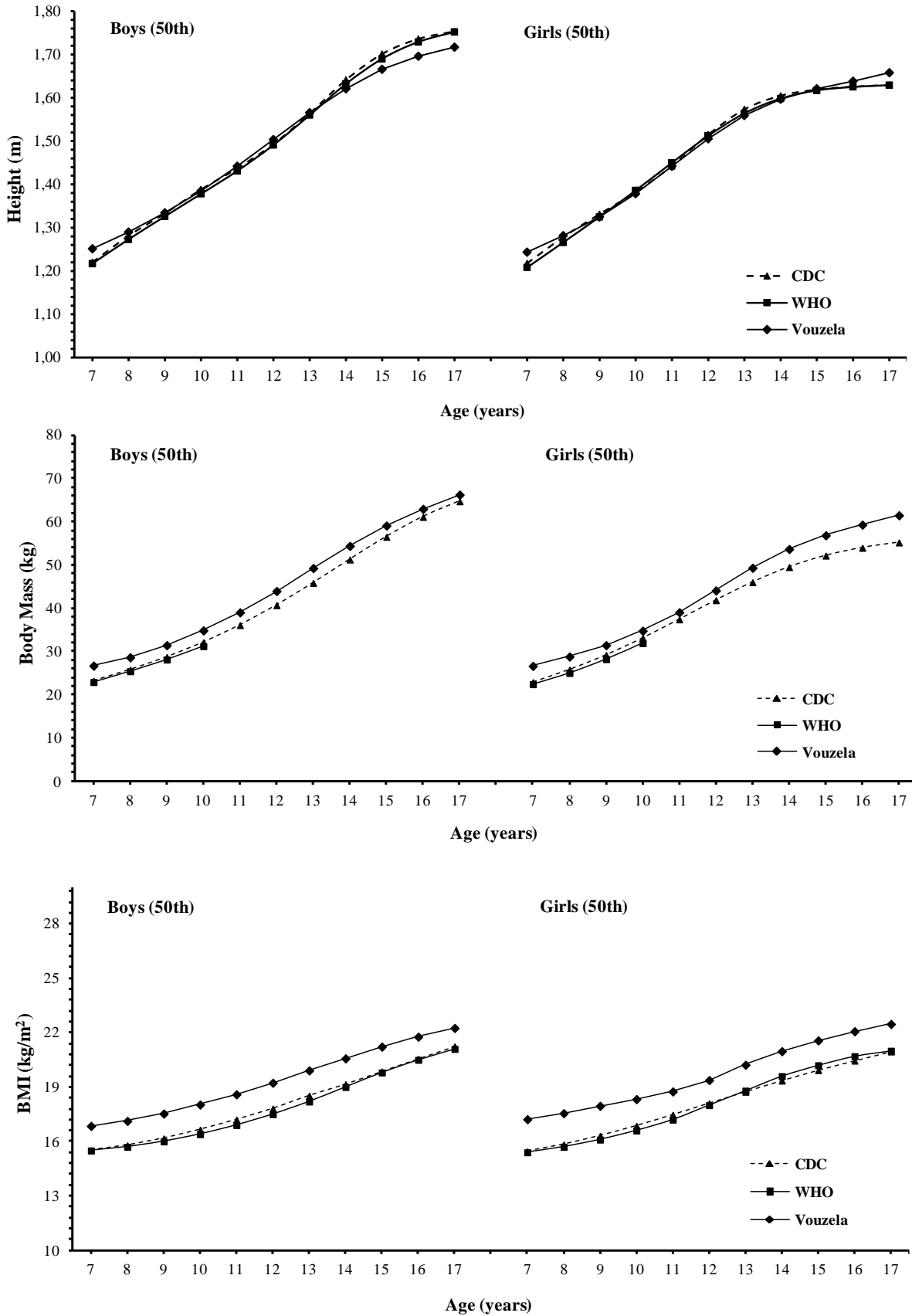
Median values' (50th percentile) for body mass show a curvilinear rise in both genders, being more pronounced (~5 kg) from 13 to 14 years in boys, and 12 to 13 years in girls. In general, girls are lighter than boys. Largest differences between genders are at ages 16 and 17 in the 90th and 97th percentiles, where the differences range from ~7.3 to ~10.9 kg respectively.

In both genders the BMI median values increase across age, about 17 kg/m² to 22 kg/m², with no substantial differences between them. In the BMI values for the 50th percentile, differences are between 0.15 to 0.43 kg/m². Median values of percent body fat increase with increasing age (7-17 years) only in girls, ~ 4%; in boys there is a small decrease of 3%. Girls show higher median values of percent body fat than boys at all ages and percentiles, with the exception of the 97th percentile, where boys from 8 to 12 years old have about 0.6 to 3% more percent body fat than girls of the same age. Median values of waist circumference increase with age in both genders; however boys have higher growth rates, as well as higher absolute values at almost all ages and percentiles.

Comparison with CDC reference charts

Fig. 3 illustrates the comparison of the 50th percentile between Vouzela data, CDC reference charts (Kuczmarski et al., 2000) and WHO 2007 reference charts (de Onis et al., 2007). Height, body mass and BMI curves show similar shapes between samples with curvilinear increases across the ages. In both genders, height's median values are very close to each other. With regards body mass, the 50th percentile is higher for Vouzela data than observed in CDC and WHO data, a similar pattern observed in the Vouzela BMI median values in each gender.

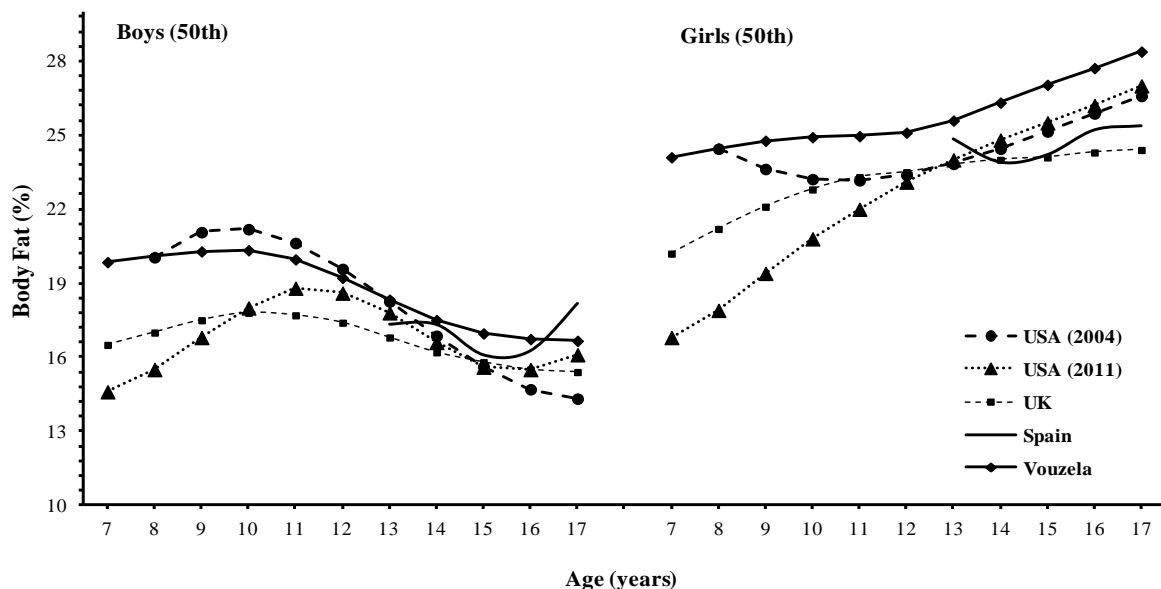
Figure 3. Comparison of the 50th percentile from Vouzela and CDC (Centers for Disease Control and Prevention) reference charts.



Body fat comparisons

Comparison of current reference (50th percentile) for percent body fat against data from other populations is shown in Fig. 4. In general, median values are higher for Vouzela children at all ages, mostly in girls but also, in 8-12 years old boys compared to USA 2004 data. The greatest variability among these studies is observed between 7 and 12 years of age. From 12 years onwards differences decrease. Even though there are differences in the shapes of percent body fat curves, all samples show that girls increase their percent body fat median values with age whilst boys demonstrate a decrease; the exception being observed in the Spain sample.

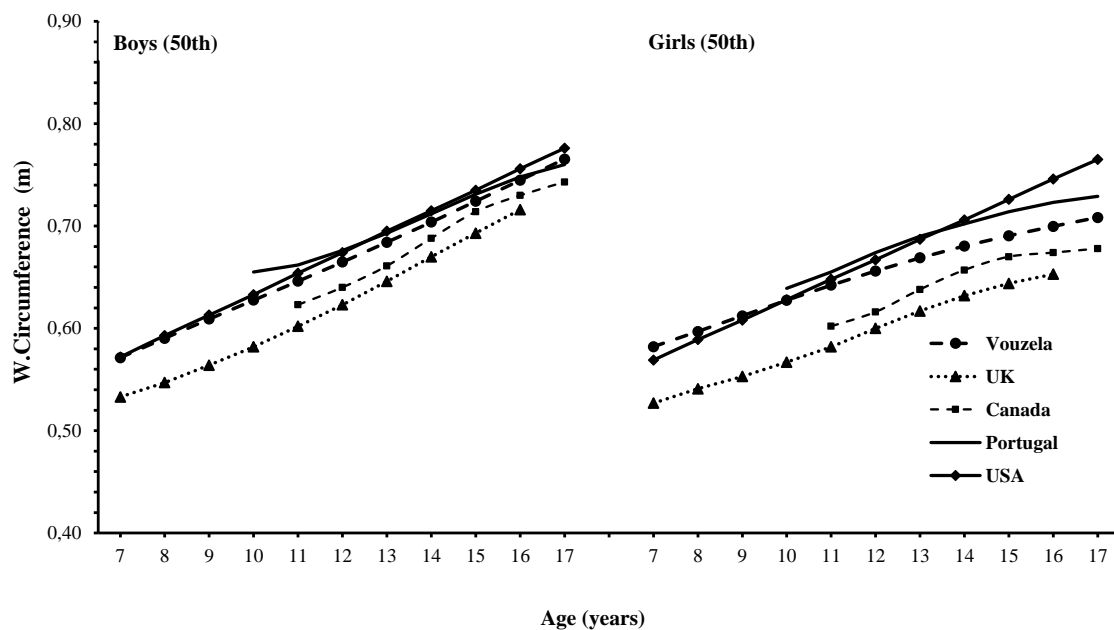
Figure 4. Comparison of Vouzela reference charts (50th percentile) for percent body fat development compared to UK, Spain and USA charts.



Waist circumference comparisons

Median values show linear increase with age, but the Canadian sample presents a slightly curvilinear trend (Fig.5). Vouzela boys show similar median values to the US sample at all ages and Vouzela girls until 12 years of age. After 12 years, the differences increase for girls. The UK sample has the lowest median values.

Figure 5. Comparison of Vouzela reference charts (50th percentile) for waist circumference development compared UK, Portugal, Canada and USA charts.



DISCUSSION

Our paper provides population representative sample reference charts for height, body mass, BMI, waist circumference and percent body fat for children and youth from Vouzela, a rural region of Portugal. Reference centile curves provided for height and body mass suggest, at most ages, that boys are taller and heavier than girls, an expected pattern given previous studies in diversified places of the world (de Onis et al., 2007; Kuczmarski et al., 2000; Roelants et al., 2009; Silva et al., 2012). Since no references for height, body mass, BMI have been documented for Portuguese children and adolescents during the first 20 years of life, it is customary practise for Portuguese Paediatricians to use CDC growth charts (Kuczmarski et al., 2000) to monitor and screen individual and population growth. They also use the charts to help in the assessment of health and nutritional status.

Present findings show that median values between Vouzela children and adolescent's median heights are similar to those from the CDC and WHO references, while body mass median values appear to be higher. In comparison with international references, Vouzela BMI median children and youth values

suggest that they tend to be heavier for their height than observed in other reference samples. These differences and variability can be attributed to several reasons. Firstly, it is necessary to consider CDC, WHO and Vouzela distinct sampling frames, sizes and ethnic origins, mainly so in WHO and CDC. The CDC growth reference, published in 2000, refers to five surveys conducted at different time points between 1963 and 1994, with healthy children and adolescents; all had conditions that enhanced growth and develop without environmental insults to their genetic potential (Kuczmarski et al., 2000). The WHO's 2007 growth charts are a complex combination of data sets from the (i) NCHS /WHO 1977 growth reference (Hamill et al., 1977) comprising non-obese subjects, (ii) expected heights derived from the Fels Research Institute during the 1929-1975 period, (iii) the NCHS data for children and youth 2-18 years of age sampled between 1963 and 1974, (iv) and the WHO Child Growth Standards (WHO, 2006). In contrast, the Vouzela sample included all social and economic strata, and all possible children and adolescents' body mass categories.

Vouzela's children and youth body mass and BMI median values need to be considered with reference to their body composition; what is unknown if the high BMI and body mass median values are due to greater fat mass values or greater fat-free mass values. Since neither the CDC nor the WHO references provided any insight about this issue, we relied on percent body fat data available from two US samples (Laurson et al., 2011; Mueller et al., 2004) and from two European studies, namely from Spain (Moreno et al., 2007) and UK (McCarthy et al., 2006). Body fat reference values for the US from the NHANES population-based sample (Kelly et al., 2009) were not included in our comparison, inasmuch as the results were provided only for discrete age groups (8-11 years, 12-15 years, and 16-19 years).

Reference centiles for percent body fat suggest similar sex differences among studies; girls appear to increase median values with age, and boys decrease with age, although the centile curves shown different changes in the magnitude of the affect. These sex differences occur in all human populations, physiologically provided for by hormonal factors, and they are observed even

prior to puberty (Kirchengast, 2010; Malina, 1986; Wells, 2007). Vouzela girls show higher percent body fat median values at all ages than those in the comparison groups, an affect also observed in boys aged 12-17 years. It is not a simple task to attribute reasons for these differences. Interpretation requires caution since the percentile values are conditioned by the different ways percent fat are estimated, as well as the sample size variation between studies. For example, in the Spanish (n=2160) and US subjects (n=8269), percent body fat was derived from different skinfold regression equations (Laurson et al., 2011; Moreno et al., 2007). In the other US sample (n=678), percent body fat was estimated by a regression equation combining bio-impedance and anthropometry information (Mueller et al., 2004). Only the British study (n=1985) used the same method and protocol as used in Vouzela children and youth to estimate percent body fat (McCarthy et al., 2006).

Although socioeconomic aspects have not been included in the present analysis, this could also be an important correlate of these differences. The Vouzela region reflects, partially, a peripheral location in the national context due to its serious problems associated with its basic infrastructure, relatively low education levels and opportunities to physical activity practices, especially for leisure-time (Câmara Municipal de Vouzela, 2010, 2011). These issues are clearly demonstrated in the lower developmental indexes, namely, demography, social and health support, family income, education and culture, employment and economic activity, below the district and country averages (Fonseca, 2002). Despite the absence of specific, valid, and reliable references related to Portuguese nutritional habits, the National Statistics Institute suggests an important analytical tool to know and control country's food availability and nutrition, namely the Portuguese food balance (PFB) (INE, 2006, 2010). In the period 1990-2003, the PFB document showed an unbalanced deficient diet in fruits, vegetables and legumes, and in 2003-2008 this unbalance worsened with excessive energy intake and saturated fats, as well as, high excessive consume of meat, fish, eggs, oils and fats, all of which could have contributed to the observed results.

As for percent body fat, present results clearly show that waist circumference percentiles differ according among population, in boys as well as in girls, although the shape of centile curves shows similarity across samples, except in the Canadian study (Katzmarzyk, 2004). In comparison with the US sample (Fernandez et al., 2004) and another Portuguese youth reference (Sardinha et al., 2012), Vouzela girls have lower 50th percentile values after 11 years-old, and the differences increase with age, whilst in boys these values are very close. Furthermore, compared with the UK (McCarthy et al., 2001) and Canada (Katzmarzyk, 2004) samples, waist circumference median values are higher, mainly in girls. As with percent body fat, waist circumference centiles comparisons with previous studies are difficult, mainly due to different protocols used to assess it and lack of standardization (Katzmarzyk, 2004), whereas measurement site disparities can also provide differences in percentiles values estimation (Inokuchi et al., 2007). For example, in the Canadian and Vouzela children and adolescents, the waist circumference was measured at the point of noticeable waist narrowing; on the other hand, in the UK samples, it was measured midway between the tenth rib and the iliac crest was used, and in the US sample at just above the uppermost lateral border of the right ilium.

These body mass, BMI, percent body fat and waist circumference differences could also derive from population different genetic constitution. It is well documented in previous studies (Katzmarzyk et al., 2000; Rice et al., 1997; Wu et al., 2003) that a moderate to strong genetic influence in obesity-related phenotypes is present, and a wide range in the estimated genetic factors among various populations (Yang et al., 2007). It is also possible that built and natural environmental specific features, linked to nutritional trends, public health care and physical activity levels may have differently affected the found differences (Guedes and Guedes, 1997).

This study has two important strengths that should be acknowledged. Firstly, the LMS method is highly elegant, robust and powerful (Pan and Cole, 2004) in computing precise and consistent estimates of interindividual variability in growth and body composition characteristics, and has been shown to have clear advantages compared to other estimation methods (Roelants et al.,

2009). Furthermore, the software, LMS ChartMaker Pro, provides distinct graphical representation of reference curves, displays them, accurately smooth's values distribution and maintains a balance between data reliability and adjusted models parsimony. Secondly, the present anthropometric and body composition data measurements are highly reliable and within expected error limits (Lohman et al., 1988).

In conclusion, this study adds new data about growth, body composition and waist circumference percentiles curves in Portuguese children and adolescents, which is important information for educationists, pediatricians, nutritionists, exercise pediatric scientists and coaches involved with youth sports. Moreover, the present report makes available relevant local references about growth and body composition of children and adolescents, and may to be useful for specific population growth patterns and health status.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge: CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brasília – DF, Brazil, (623110-1/PhD scholarship); Fundação para a Ciência e Tecnologia FCT/Portugal (project financial support - *PTDC/DES/67569/2006 FCOMP-01-0124-FEDEB-09608*); Câmara Municipal de Vouzela, Agrupamento de escolas de Vouzela and all involved in the field work. We are especially grateful to all Vouzela Ativa participating children and adolescents.

Declaration of interest: The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

REFERENCES

Cacciari E., Milani S., Balsamo A., Dammacco F., De Luca F., Chiarelli F., Pasquino A.M., Tonini G., Vanelli M., 2002. Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (6-20 y). *Eur. J. Clin. Nutr.* 56, 171-80.

Cacciari E., Milani S., Balsamo A., Spada E., Bona G., Cavallo L., Cerutti F., Gargantini L., Greggio N., Tonini G. and others, 2006. Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (2 to 20 yr). *J. Endocrinol. Invest.* 29, 581-93.

Câmara Municipal de Vouzela, 2010. *Em Rede. Observatório Social Local. Ação Social - (Des)envolvimento.* Câmara Municipal de Vouzela, Vouzela.

Câmara Municipal de Vouzela, 2011. *Revisão do Plano Director Municipal de Vouzela. Análise e Diagnóstico. Planeamento.* Câmara Municipal de Vouzela, Vouzela.

Cole T.J., Green P.J., 1992. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Stat Med* 11, 1305-19.

Dalton M., Cameron A.J., Zimmet P.Z., Shaw J.E., Jolley D., Dunstan D.W., Welborn T.A., 2003. Waist circumference, waist-hip ratio and body mass index and their correlation with cardiovascular disease risk factors in Australian adults. *J. Intern. Med.* 254, 555-563.

de Onis M., Onyango A.W., Borghi E., Siyam A., Nishida C., Siekmann J., 2007. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull. World Health Organ.* 85, 660-7.

Eisenmann J.C., 2005. Waist circumference percentiles for 7- to 15-year-old Australian children. *Acta Paediatr.* 94, 1182-5.

Eveleth P.B., Tanner J.M., 1976. *Worldwide variation in human growth.* Cambridge University Press, Cambridge.

Fernandez J.R., Redden D.T., Pietrobelli A., Allison D.B., 2004. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J. Pediatr.* 145, 439-44.

Fonseca P.A.L., 2002. Índices de Desenvolvimento Concelhio. *REVSTAT.* 2, 1-34.

Fortuno A., Rodriguez A., Gomez-Ambrosi J., Fruhbeck G., Diez J., 2003. Adipose tissue as an endocrine organ: role of leptin and adiponectin in the pathogenesis of cardiovascular diseases. *J. Physiol. Biochem.* 59, 51-60.

Grummer-Strawn L.M., Garza C., Johnson C.L., 2002. Childhood growth charts. *Pediatrics* 109, 141-2.

Guedes D.P., Guedes J.E.R.P., 1997. Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes. CLR Balieiro, São Paulo.

Hamill P.V., Drizd T.A., Johnson C.L., Reed R.B., Roche A.F., 1977. NCHS growth curves for children birth-18 years. United States. *Vital Health Stat.* 11., i-iv, 1-74.

Hebebrand J., Hinney A., 2009. Environmental and Genetic Risk Factors in Obesity. *Child Adolesc. Psychiatr. Clin. N. Am.* 18, 83-94.

Inokuchi M., Matsuo N., Anzo M., Takayama J.I., Hasegawa T., 2007. Age-dependent percentile for waist circumference for Japanese children based on the 1992-1994 cross-sectional national survey data. *Eur. J. Pediatr.* 166, 655-61.

Instituto Nacional de Estatística (INE), 2006. Balança Alimentar Portuguesa - 1990-2003. Estatísticas da Agricultura. INE, Lisboa.

Instituto Nacional de Estatística (INE), 2010. Balança Alimentar Portuguesa - 2003-2008. Estatísticas da Agricultura. INE, Lisboa.

Juliusson P.B., Roelants M., Hoppenbrouwers K., Hauspie R., Bjerknes R., 2011. Growth of Belgian and Norwegian children compared to the WHO growth standards: prevalence below -2 and above +2 SD and the effect of breastfeeding. *Arch. Dis. Child* 96, 916-21.

Katzmarzyk P.T., 2004. Waist circumference percentiles for Canadian youth 11-18y of age. *Eur. J. Clin. Nutr.* 58, 1011-5.

Katzmarzyk P.T., Malina R.M., Perusse L., Rice T., Province M.A., Rao D.C., Bouchard C., 2000. Familial resemblance in fatness and fat distribution. *Am. J. Hum. Biol.* 12, 395-404.

Kelly T.L., Wilson K.E., Heymsfield S.B., 2009. Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PLoS One* 4, e7038.

Kirchengast S., 2010. Gender differences in body composition from childhood to old age: an evolutionary point of view. *J. Life Sci.* 2, 1-10.

Kuczmarski R.J., Ogden C.L., Grummer-Strawn L.M., Flegal K.M., Guo S.S., Wei R., Mei Z., Curtin L.R., Roche A.F., Johnson C.L., 2000. CDC growth charts: United States. *Adv Data*, 1-27.

Laurson K.R., Eisenmann J.C., Welk G.J., 2011. Body fat percentile curves for U.S. children and adolescents. *Am. J. Prev. Med.* 41, S87-92.

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

Maffeis C., Pietrobelli A., Grezzani A., Provera S., Tato L., 2001. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes. Res.* 9, 179-87.

Malina R.M., 1986. Maturational Considerations in Elite Young Athletes. In: Day JAP, editor. *Perspectives on Kinanthropometry*. Kinetics Publishers, Champaign. p 29-43.

McCarthy H.D., Cole T.J., Fry T., Jebb S.A., Prentice A.M., 2006. Body fat reference curves for children. *Int. J. Obes. (Lond)* 30, 598-602.

McCarthy H.D., Jarrett K.V., Crawley H.F., 2001. The development of waist circumference percentiles in British children aged 5.0-16.9 y. *Eur. J. Clin. Nutr.* 55, 902-7.

Moreno L.A., Fleta J., Mur L., Rodriguez G., Sarria A., Bueno M., 1999. Waist circumference values in Spanish children--gender related differences. *Eur. J. Clin. Nutr.* 53, 429-33.

Moreno L.A., Mesana M.I., Gonzalez-Gross M., Gil C.M., Ortega F.B., Fleta J., Warnberg J., Leon J., Marcos A., Bueno M., 2007. Body fat distribution reference standards in Spanish adolescents: the AVENA Study. *Int. J. Obes. (Lond)* 31, 1798-805.

Mueller W.H., Harrist R.B., Doyle S.R., Labarthe D.R., 2004. Percentiles of body composition from bioelectrical impedance and body measurements in U.S. adolescents 8-17 years old: Project HeartBeat! *Am. J. Hum. Biol.* 16, 135-50.

Pan H., Cole T.J., 2004. A comparison of goodness of fit tests for age-related reference ranges. *Stat Med* 23, 1749-65.

Pan H., Jiang Y., Jing X., Fu S., Lin Z., Sheng Z., Cole T.J., 2009. Child body mass index in four cities of East China compared to Western references. *Ann Hum Biol* 36, 98-109.

Pietrobelli A., Rubiano F., Wang J., Wang Z., Heymsfield S.M., 2005. Validation of contact electrode bioimpedance analysis in a pediatric population. *Eur. Congress Obes. (Athens)*.

Pouliot M.C., Despres J.P., Lemieux S., Moorjani S., Bouchard C., Tremblay A., Nadeau A., Lupien P.J., 1994. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am. J. Cardiol.* 73, 460-8.

Prentice A.M., Jebb S.A., 2001. Beyond body mass index. *Obes. Rev.* 2, 141-7.

Rankinen T., Kim S.Y., Perusse L., Despres J.P., Bouchard C., 1999. The prediction of abdominal visceral fat level from body composition and anthropometry: ROC analysis. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 23, 801-9.

Rice T., Daw E.W., Gagnon J., Bouchard C., Leon A.S., Skinner J.S., Wilmore J.H., Rao D.C., 1997. Familial resemblance for body composition measures: the HERITAGE Family Study. *Obes. Res.* 5, 557-62.

Roelants M., Hauspie R., Hoppenbrouwers K., 2009. References for growth and pubertal development from birth to 21 years in Flanders, Belgium. *Ann Hum Biol* 36, 680-94.

Ross W.D., Ward R., 1986. Scaling Anthropometric Data for Size and Proportionality. In: Reilly T, Watkins J, Borms J, editors. *Kinanthropometry III. Commonwealth and International Conference on Sport, Physical Education, Dance, Recreation and Health.* E&FN Spon, New York.

Royston P., Wright E.M., 2000. Goodness-of-fit statistics for age-specific reference intervals. *Stat Med* 19, 2943-62.

Sardinha L.B., Santos R., Vale S., MJ E.S., Raimundo A.M., Moreira H., Baptista F., Mota J., 2012. Waist circumference percentiles for Portuguese children and adolescents aged 10 to 18 years. *Eur. J. Pediatr.* 171, 499-505.

Silva S., Maia J., Claessens A.L., Beunen G., Pan H., 2012. Growth references for Brazilian children and adolescents: healthy growth in Cariri study. *Ann Hum Biol* 39, 11-8.

van Buuren S., Fredriks M., 2001. Worm plot: a simple diagnostic device for modelling growth reference curves. *Statistics in Medicine* 20, 1259-77.

Wells J.C.K., 2007. Sexual dimorphism of body composition. *Best Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab.* 21, 415-30.

World Health Organization (WHO), 1995. WHO Expert Committee on Physical status: the use and interpretation of anthropometry, Switzerland.

World Health Organization (WHO), 2006. WHO Child Growth Standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development., Geneva.

Wright C.M., Booth I.W., Buckler J.M., Cameron N., Cole T.J., Healy M.J., Hulse J.A., Preece M.A., Reilly J.J., Williams A.F., 2002. Growth reference charts for use in the United Kingdom. *Arch Dis Child* 86, 11-4.

Wu D.M., Hong Y., Sun C.A., Sung P.K., Rao D.C., Chu N.F., 2003. Familial resemblance of adiposity-related parameters: results from a health check-up population in Taiwan. *Eur. J. Epidemiol.* 18, 221-6.

Yang W., Kelly T., He J., 2007. Genetic epidemiology of obesity. *Epidemiol. Rev.* 29, 49-61.

Estudo II

Estudo Empírico

Valores normativos do desempenho motor: construção de cartas percentílicas baseadas no método LMS de Cole and Green

Motor performance reference values: percentile charts based on Cole and Green LMS method

Raquel Chaves^{a,b}, Adam Baxter-Jones^c e José Maia^a

Artigo aceito: Revista Motricidade (Portugal).

^a CIFI²D, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

^b Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Ministério do Brasil, Brasília, DF, Brasil.

^c College of Kinesiology, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

RESUMO

O grande propósito deste estudo foi construir valores de referência percentílica para provas de aptidão física (AptF), ao mesmo tempo que contrasta, graficamente, os níveis de AptF de crianças e adolescentes vouzelenses com os de outras pesquisas nacionais e internacionais. Foi avaliada uma amostra de 1920 crianças e adolescentes, com idades entre os 7 aos 17 anos em cinco testes motores: dinamometria manual, impulsão horizontal, corrida vai-vem, corrida de 50 jardas e corrida/marcha da milha. As cartas percentílicas foram construídas com base no método LMS, implementado no *software* LMSchartmarker Pro versão 2.54. Os resultados sugerem forte variabilidade interindividual no desempenho motor. Em todas as provas, os rapazes apresentaram valores médios mais elevados do que as raparigas, sobretudo durante o período circum-pubertário. Na comparação do percentil 50 da prova de força manual, crianças e jovens vouzelenses tiveram desempenho similar as de outros estudos, enquanto que nas provas de impulsão horizontal, corrida vai-vem e de 50 jardas constatou-se superioridade da amostra norte-americana. Na corrida/marcha da milha, a performance dos vouzelenses foi superior às amostras açoriana e americana.

Palavras-chaves: Aptidão Física; Cartas de Referência; Percentis; Crianças; Adolescentes.

ABSTRACT

The main purpose of this study was to construct reference standards for physical fitness (PF) values, and to graphically highlight differences between Vouzela children and adolescents' PF levels with those from other national and international references samples. Sample comprised 1920 children and adolescents aged 7 to 17 years. PF was assessed by five tests: handgrip, standing jump, shuttle run, 50-yard dash and 1-mile walk/run. Centile charts were constructed using the LMS method using the LMSchartmarker Pro software. Results suggest pervasive interindividual differences in motor performance. Boys showed higher values than girls for all tests, mainly during the pubertal period. Vouzela children and adolescents had similar performance to other samples in handgrip test, while the 50th percentile values from US sample were higher in standing jump, shuttle run, 50-yard dash tests. Vouzela performance in one mile walk/run was better than Azores and US samples.

Keywords: Physical Fitness; Reference Charts; Percentile; Children; Adolescents.

INTRODUÇÃO

A aptidão física (AptF) procura expressar, de forma integrada, um conjunto multivariado e parcimonioso de funções e estruturas corporais envolvidas na performance desportivo-motora (Arday et al., 2011), usualmente designadas de componentes morfológica, muscular, motora, cardiorrespiratória e metabólica (Bouchard & Shephard, 1994). Não obstante a pluralidade do seu conceito (Freitas, Marques, & Maia, 1997), pode ser genericamente definida como o estado ou a condição que permite a execução de atividades físico-motoras que envolvem esforços físicos, sem que se instale fadiga excessiva (Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). Além disso, tem sido consensual classificar as suas componentes em dois domínios aparentemente distintos: (1) as que se associam ao desempenho atlético, necessários à eficiência desportiva, e (2) as que se associam ao estado de saúde, isto é, as que atuam na promoção da saúde (Guedes, 2007; Safrit, 1990).

Algumas das principais razões da pesquisa dos níveis de AptF associada à saúde de crianças e jovens, não atletas, centram-se no fato da infância e adolescência serem consideradas janelas críticas para o desenvolvimento de proficiência motora, além de serem, também, momentos sensíveis à influência de fatores ambientais que condicionam a estabilização de comportamentos saudáveis (Bustamante, Beunen, & Maia, 2012; Freitas et al., 2002; Guedes & Guedes, 1997; Ortega et al., 2011; Silva, Beunen, & Maia, 2011), isto é, a participação efetiva em atividades desportivas e/ou da prática regular de exercício físico (Guedes, 2007). Estilos de vidas construídos e desenvolvidos nestes períodos, saudáveis ou não, poderão influenciar comportamentos e estados de saúde na fase adulta (Malina, 2001).

É compromisso do estado Português, consagrado pela Lei de Bases do Sistema Educativo nº46/86 e pela Organização da Estrutura Curricular do Ensino Básico e Secundário (Jacinto, Carvalho, Comédias, & Mira, 2001; Ministério da Educação e da Ciência [MEC], 1991a, 1991b, 1998, 2004), a promoção e desenvolvimento físico-motor adequados à infância e adolescência. Neste sentido, a Educação Física Escolar possui um valor

educativo inquestionável em termos da promoção de atividades físicas e desportivas, pedagogicamente orientadas, para o desenvolvimento multilateral e harmonioso do aluno, tendo definido como um dos principais propósitos, em todos os blocos de ensino, elevar o nível funcional das capacidades motoras condicionais de modo específico a cada nível de escolaridade (Jacinto et al., 2001; MEC, 1991a, 1991b, 1998, 2004). Embora tais aspetos devam ser desenvolvidos, também, em parceria com a comunidade, sobretudo na iniciação à prática desportiva em clubes, é atribuído ao Professor de Educação Física a diligência de identificar os níveis de desempenho motor de seus alunos com avaliações periódicas, monitorizar a sua mudança ao longo dos anos letivos, bem como proporcionar oportunidades diferenciadas para elevar as capacidades motoras a nível funcional, ou seja, conceber e realizar atividades físico-motoras sintonizadas com as necessidades das crianças e/ou do adolescentes (Jacinto et al., 2001; MEC, 1991a, 1991b, 1998, 2004).

A Organização da Estrutura Curricular do Ensino Básico e Secundário (Jacinto et al., 2001; MEC, 1991a, 1991b, 1998, 2004) sugere a avaliação criterial da AptF relacionada com a saúde, isto é, o uso adequado dos resultados dos testes motores administrados para inferir sobre o desempenho nas capacidades motoras avaliadas de acordo com valores de corte pré-estabelecidos. Contudo, tais pontos de corte não provêm de estudos na população portuguesa, a que se adiciona o fato de não existir, atualmente, um mecanismo confiável à proposição desta classificação, sugerindo níveis mínimos necessários à redução de risco de doenças crónico-degenerativas (Guedes, 2007; Pate & Daniels, 2013).

O estudo da variabilidade dos níveis de AptF, sobretudo relacionada com a saúde, tem procurado produzir valores de referência locais, ou seja, específicos de diferentes populações, contextos ambientais e condições socioculturais (Bustamante et al., 2012; Maia et al., 2007; Silva et al., 2011). A construção de cartas percentílicas locais (i.e., específicas da região) representa um capital informativo importante na gestão sistemática e eficiente do processo de ensino-aprendizagem, no âmbito escolar e desportivo, bem como no auxílio ao planeamento de estratégias e intervenções de órgãos institucionais, neste

caso, os departamentos de desporto das Câmaras Municipais. É evidente que estes propósitos têm uma elevada generalização a qualquer região, indiferentemente do seu país de origem. Daqui que o grande propósito da presente pesquisa seja apresentar valores de referência percentílica para cinco provas de AptF, nomeadamente, dinamometria manual, impulsão horizontal, corrida vai-vem, corrida de 50 jardas, corrida/marcha da milha. Do mesmo modo, contrastará, graficamente, e atribuirá significado aos valores das crianças e jovens vouzelenses relativamente ao desempenho apresentado noutros estudos desenvolvidos no país, precisamente no arquipélago dos Açores (Maia et al., 2007), e no exterior, concretamente na Espanha (Serrano et al., 2009), no Brasil (Silva et al., 2011) e nos EUA (Maia & Lopes, 2007; Safrit, 1990).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Amostra

Os participantes desta pesquisa provêm do “Projeto Vouzela Ativo”, um estudo auxológico e epidemiológico, com delineamento transversal, sobre crescimento somático, desenvolvimento e saúde da população escolar do Concelho de Vouzela, Distrito de Viseu. A amostra foi constituída por crianças e adolescentes das 20 escolas municipais do Concelho, com idades compreendidas entre os 7 e os 17 anos, avaliados no ano de 2010. Somente na avaliação da aptidão cardiorrespiratória a amostra foi ampliada por dois momentos distintos: 2008 e 2010. A Tabela 1 mostra o número de indivíduos agrupados por idade e sexo, representando $\approx 70\%$ das crianças e adolescentes da rede escolar pública de Vouzela. O projeto e os protocolos de avaliação foram aprovados pela Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, pelos diretores dos agrupamentos escolares, e pelo Centro de Saúde de Vouzela. O consentimento livre e informado foi assinado pelos pais e/ou encarregados de educação dos alunos.

Tabela 1. Distribuição amostral para cada teste de aptidão física em função da idade e sexo.

Idade	Dinamometria manual			Impulsão horizontal			Corrida vai-vem			Corrida de 50 jardas			Corrida/Marcha da milha		
	♀	♂	Total	♀	♂	Total	♀	♂	Total	♀	♂	Total	♀	♂	Total
7	45	48	93	44	49	93	44	47	91	38	41	79	81	78	159
8	37	44	81	37	46	83	34	44	78	33	44	77	76	86	162
9	48	46	94	48	46	94	47	46	93	44	42	86	89	81	170
10	77	63	140	76	63	139	77	63	140	72	60	132	124	117	241
11	57	55	112	55	52	107	55	51	106	54	51	105	106	119	225
12	34	50	84	34	50	84	34	50	84	34	48	82	109	147	256
13	47	57	104	46	58	104	45	57	102	42	57	99	43	56	99
14	37	54	91	34	47	81	24	31	55	30	45	75	75	87	162
15	35	31	66	28	17	45	21	13	34	27	17	44	78	62	140
16	46	38	84	38	33	71	32	31	63	38	30	68	83	81	164
17	42	25	67	35	17	52	32	11	43	31	17	48	80	62	142
Total	505	511	1016	476	478	953	445	444	889	443	452	895	944	976	1920

Controlo da qualidade da informação

O controlo da qualidade da informação passou por cinco etapas: (1) treino da equipe de avaliação por parte de avaliadores experientes (primeiro e último autores do presente artigo); (2) realização de re-testes com uma amostra aleatória de 185 crianças e jovens num intervalo de duas semanas; (3) aplicação das provas sob a supervisão da primeira autora; (4) controlo da entrada da informação e análise exploratória prévia para identificar erros na entrada dos dados; (5) cálculo de estimativas de fiabilidade com base no coeficiente de correlação intraclasse (R) e respetivos intervalos de confiança a 95%: dinamometria manual, $R=0.973$ ($IC_{95\%}=0.964;0.980$); impulsão horizontal, $R=0.933$ ($IC_{95\%}=0.910;0.951$); corrida vai-vem, $R=0.812$ ($IC_{95\%}=0.748;0.860$); corrida de 50 jardas, $R=0.905$ ($IC_{95\%}=0.823;0.980$); corrida/marcha da milha, $R=0.854$ ($IC_{95\%}=0.735;0.920$).

Avaliação da aptidão física

Foi utilizado um conjunto de testes oriundos das baterias da AAHPER *Youth Fitness Test* (American Alliance for Health, Physical Education, and Recreation [AAHPER], 1976) e *Fitnessgram* (Welk & Meredith, 2008) marcadores das seguintes componentes da AptF: agilidade e velocidade (corrida vai-vem e corrida de 50 jardas), força explosiva dos membros inferiores (impulsão horizontal) e estática da mão (preensão), e capacidade aeróbia (corrida/marcha da milha).

Procedimentos estatísticos

Inicialmente foi efetuada a análise exploratória dos dados para detetar possíveis *outliers*, bem como analisar as distribuições das variáveis; de seguida foram calculadas a média, desvio-padrão e amplitude. A construção das cartas percentílicas foi efetuada, separadamente, para cada uma das provas de AptF em cada sexo. Os percentis foram obtidos pelo método LMS (Cole & Green, 1992) implementado no *software* LMSchartmarker Pro versão 2.54 (Pan & Cole, 2011). Para normalizar a distribuição dos valores em cada uma das variáveis, o método LMS recorre à transformação *Box-Cox*, específica para cada idade; os valores L, M e S são *Cubic Splines* em cada intervalo etário. Três curvas suavizadas e específicas de cada idade são produzidas, designadas de curva L (transformação *Box-Cox*), curva M (mediana) e curva S (coeficiente de variação) com base na seguinte equação,

$$C_{100\alpha}(t) = M(t)[1 + L(t) S(t) Z_{\alpha}]^{1/L(t)}$$

em que Z_{α} é o desvio normal equivalente para a amostra total, α e $C_{100\alpha}(t)$ o percentil correspondente. A complexidade da suavização de cada curva é medida pelos graus de liberdade equivalentes para $L(t)$, $M(t)$ e $S(t)$. Foram utilizados testes Q (Pan & Cole, 2004; Royston & Wright, 2000) para ajuizar da adequação do ajustamento, bem como das representações de *Worm plots* (Pan & Cole, 2004; van Buuren & Fredriks, 2001).

Comparação com outros estudos

A comparação dos níveis de AptF das crianças e adolescentes vouzelenses com resultados de pesquisas prévias foi efetuada com base nos valores medianos (P50). Deste modo, foram selecionados estudos de referência nacional e internacional que apresentam valores percentílicos das diferentes provas de AptF utilizadas nesta pesquisa: o *Youth Fitness Test*, publicado pela *American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance* (AAHPER, 1976), desenvolvido na população norte-americana; o estudo sobre crescimento e desempenho motor de crianças e jovens açorianos com idades entre os 6 e os 18 anos (Maia et al., 2007); o estudo realizado na região do Cariri, estado do Ceará, Brasil, designado “Crescer com Saúde no Cariri” (Silva et al., 2011); a pesquisa desenvolvida em Madrid proveniente de um projeto maior, designado “Nutrição e Biodiversidade Humana” (Serrano et al., 2009).

RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta a distribuição dos scores z das provas de AptF, nomeadamente, dinamometria manual, impulsão horizontal, corrida vai-vem, corrida de 50 jardas e corrida/marcha da milha, para meninos e meninas. Esta distribuição foi comparada com as proporções esperadas de uma distribuição normal nos seguintes percentis: P3, P10, P25, P50, P75, P90, P97. Os resultados mostram elevada proximidade entre os valores esperados e os observados, sugerindo bom ajustamento das curvas percentílicas.

As curvas de referência para as provas de AptF das crianças e adolescentes vouzelenses, com idades compreendidas entre os 7 e os 17 anos e de ambos os sexos, são apresentadas nas Figuras 1 e 2. Os valores percentílicos estão descritos nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 2. Distribuição das frequências esperadas e observadas nos diferentes percentis de cada uma das provas de aptidão física assumindo normalidade das distribuições. Resultados para meninas e meninos.

Meninas						
Percentil	Esperado (%)	Dinamometria manual (%)	Impulsão horizontal (%)	Corrida vai-vem (%)	Corrida de 50 jardas (%)	Corrida/Marcha da milha (%)
3	3	3.2	2.6	2.5	3.2	3.3
10	7	6.8	8.2	8.0	7.1	8.2
25	15	13.4	15.1	14.7	15.2	13.0
50	25	27.6	23.7	25.0	22.3	26.4
75	25	24.6	23.0	26.1	27.1	22.7
90	15	13.6	17.0	11.9	16.3	15.6
97	5	8.0	6.9	8.5	5.3	8.3
100	2	2.8	3.7	3.2	3.4	2.5
Meninos						
Percentil	Esperado (%)	Dinamometria manual (%)	Impulsão horizontal (%)	Corrida vai-vem (%)	Corrida de 50 jardas (%)	Corrida/Marcha da milha (%)
3	3	2.6	2.6	2.8	3.6	2.5
10	7	6.9	6.9	6.6	7.3	7.4
25	15	15.7	15.8	15.2	11.6	16.6
50	25	24.6	25.6	29.5	28.6	22.4
75	25	25.0	22.2	19.8	24.6	24.8
90	15	15.1	15.1	14.5	14.7	15.9
97	5	8.3	8.8	8.5	5.4	7.1
100	2	2.9	2.1	3.0	4.0	3.3

Em todas as provas os rapazes vouzelenses apresentam valores mais elevados do que as meninas. Estas diferenças tendem a aumentar com a idade, sendo maiores durante o período circum-pubertário. Nas provas de força explosiva e estática, nomeadamente de prensão e impulsão horizontal, verifica-se aumento dos valores de força ao longo da idade. O comportamento das curvas percentílicas é distinto entre rapazes e raparigas, i.e., rapazes apresentam incrementos contínuos até os 17 anos, enquanto as raparigas tendem a estabilizar gradativamente e/ou aumentar ligeiramente os ganhos de força. Na prova de agilidade e de velocidade, os rapazes apresentam decréscimos de tempo de conclusão da prova ao longo das idades, sobretudo nas mais avançadas. As meninas reduzem este tempo, consideravelmente, até os 12 anos de idade e, a partir daí, tendem a estabilizar. Na corrida/marcha da milha, o comportamento das curvas entre rapazes e raparigas são similares.

Os rapazes têm melhores desempenhos em todas as idades e percentis, cujas diferenças se situam em torno dos 28 s a 1.52 min. Constata-se que os rapazes e as raparigas reduzem o tempo de conclusão de prova até aos 12 anos de idade e, a partir desta idade, tendem a manter e/ou diminuir o desempenho. Ressalta-se, ainda, que as raparigas, após os 13 anos de idade, têm maior aumento no tempo de realização da prova.

As comparações dos valores medianos das crianças e adolescentes vouzelenses com outras referências, nacional e internacionais, nas provas de preensão e impulsão horizontal estão apresentadas na Figura 3. Na preensão, o comportamento da curva mediana é similar entre as amostras vouzelense, carirense, açoriana e espanhola, bem como os valores medianos em cada idade. A amostra espanhola apresenta menores valores neste teste. Na prova de impulsão horizontal, a amostra proveniente dos EUA tem valores superiores em ambos os sexos e um comportamento distinto nas raparigas. Crianças e adolescentes vouzelenses reportam valores superiores aos açorianos em todas as idades; o mesmo não ocorre em comparação com os carirenses, os quais mostram valores mais elevados nas raparigas até aos 10 anos e nos rapazes entre os 7 e os 14 anos de idade.

A Figura 4 ilustra as comparações dos valores medianos nas provas de corrida vai-vem, corrida de 50 jardas e corrida/marcha da milha. Na corrida vai-vem, os jovens norte-americanos apresentam melhores desempenhos, enquanto que os vouzelenses realizam a corrida em menor tempo relativamente aos açorianos. As diferenças entre os valores medianos das três amostras reduzem-se ao longo da idade, em ambos os sexos, e a partir dos 15 anos é a diferença é quase irrelevante. Na corrida de 50 jardas, rapazes e raparigas norte-americanos são os mais rápidos, e os vouzelenses têm melhores resultados que os açorianos. A amplitude das diferenças entre açorianos e vouzelenses mostra-se mais elevada até aos 10 anos de idade; as diferenças de desempenho entre vouzelenses e norte-americanos são insignificantes aos 17 anos, em ambos os sexos.

Tabela 3. Valores percentílicos dos testes motores em meninas.

Dinamometria manual							
Idade	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
7	5.27	6.56	8.01	9.61	11.37	13.28	15.35
8	6.70	8.24	9.94	11.80	13.82	16.00	18.34
9	8.21	9.97	11.88	13.94	16.17	18.54	21.07
10	9.82	11.75	13.84	16.08	18.47	21.00	23.68
11	11.65	13.78	16.04	18.45	20.99	23.67	26.47
12	13.54	15.84	18.26	20.80	23.46	26.23	29.10
13	15.24	17.66	20.18	22.79	25.48	28.26	31.12
14	16.65	19.15	21.71	24.34	27.02	29.77	32.56
15	17.64	20.21	22.81	25.44	28.10	30.79	33.50
16	18.18	20.83	23.47	26.10	28.73	31.36	33.98
17	18.42	21.16	23.83	26.47	29.05	31.61	34.13
Impulsão horizontal							
7	69.30	78.10	87.52	97.57	108.26	119.60	131.60
8	75.51	85.21	95.51	106.41	117.92	130.03	142.74
9	81.63	92.24	103.42	115.15	127.43	140.25	153.60
10	87.21	98.68	110.67	123.14	136.09	149.50	163.37
11	92.76	105.11	117.89	131.10	144.69	158.67	173.02
12	98.15	111.38	124.95	138.85	153.05	167.55	182.32
13	102.66	116.65	130.89	145.34	160.01	174.87	189.91
14	105.79	120.37	135.08	149.90	164.81	179.82	194.92
15	107.72	122.74	137.75	152.75	167.74	182.73	197.71
16	108.82	124.16	139.36	154.42	169.37	184.21	198.96
17	109.70	125.34	140.68	155.78	170.65	185.32	199.82
Corrida vai-vem							
7	17.42	15.96	14.81	13.88	13.11	12.45	11.89
8	16.54	15.25	14.20	13.32	12.57	11.93	11.37
9	15.71	14.57	13.60	12.78	12.06	11.42	10.86
10	15.03	14.01	13.12	12.33	11.63	11.01	10.44
11	14.49	13.56	12.73	11.97	11.29	10.67	10.10
12	14.03	13.19	12.40	11.68	11.01	10.39	9.81
13	13.65	12.88	12.14	11.44	10.78	10.16	9.56
14	13.36	12.65	11.95	11.27	10.62	9.98	9.37
15	13.16	12.49	11.82	11.16	10.51	9.86	9.22
16	13.00	12.37	11.73	11.09	10.43	9.77	9.09
17	12.86	12.26	11.65	11.02	10.37	9.69	8.97
Corrida de 50 jardas							
7	12.57	11.75	10.95	10.16	9.39	8.63	7.89
8	12.13	11.32	10.55	9.80	9.09	8.41	7.75
9	11.67	10.88	10.13	9.43	8.78	8.16	7.59
10	11.24	10.46	9.74	9.09	8.48	7.93	7.42
11	10.87	10.10	9.41	8.79	8.23	7.73	7.27
12	10.56	9.80	9.13	8.55	8.03	7.57	7.16
13	10.32	9.56	8.92	8.37	7.88	7.46	7.08
14	10.14	9.38	8.76	8.23	7.78	7.39	7.04
15	10.00	9.25	8.64	8.14	7.71	7.35	7.02
16	9.90	9.15	8.56	8.08	7.68	7.33	7.03
17	9.82	9.08	8.51	8.04	7.66	7.34	7.06
Corrida/Marcha da milha							
7	16.04	14.60	13.23	11.95	10.74	9.61	8.56
8	15.77	14.21	12.76	11.43	10.20	9.07	8.03
9	15.51	13.81	12.28	10.90	9.65	8.53	7.52
10	15.06	13.24	11.64	10.23	8.99	7.90	6.94
11	14.32	12.43	10.81	9.42	8.22	7.18	6.29
12	13.68	11.78	10.17	8.80	7.64	6.65	5.79
13	13.35	11.47	9.88	8.52	7.37	6.38	5.53
14	13.23	11.41	9.83	8.48	7.31	6.30	5.43
15	13.38	11.60	10.03	8.65	7.45	6.40	5.48
16	13.67	11.91	10.34	8.94	7.69	6.58	5.60
17	13.98	12.26	10.69	9.26	7.96	6.79	5.75

Tabela 4. Valores percentílicos dos testes motores em meninos.

Dinamometria manual							
Idade	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97
7	7.05	8.69	10.25	11.76	13.22	14.65	16.05
8	8.26	10.09	11.90	13.69	15.45	17.20	18.94
9	9.43	11.43	13.45	15.50	17.57	19.66	21.77
10	10.89	13.03	15.28	17.62	20.05	22.56	25.16
11	12.47	14.79	17.28	19.94	22.76	25.74	28.89
12	14.33	16.93	19.75	22.80	26.07	29.57	33.29
13	16.68	19.74	23.05	26.61	30.41	34.47	38.78
14	19.39	23.11	27.07	31.23	35.60	40.17	44.93
15	22.08	26.67	31.37	36.15	41.01	45.94	50.95
16	24.36	29.93	35.36	40.66	45.87	51.00	56.05
17	26.15	32.79	38.90	44.64	50.08	55.28	60.29
Impulsão horizontal							
7	81.97	90.79	100.03	109.67	119.71	130.15	140.99
8	87.47	97.35	107.59	118.17	129.07	140.30	151.84
9	92.95	103.95	115.22	126.72	138.47	150.43	162.61
10	98.79	110.93	123.21	135.62	148.14	160.76	173.49
11	104.93	118.27	131.57	144.85	158.12	171.36	184.58
12	112.41	127.05	141.47	155.69	169.73	183.62	197.36
13	121.21	137.15	152.62	167.71	182.46	196.91	211.09
14	131.10	148.18	164.55	180.33	195.61	210.46	224.92
15	140.68	158.53	175.43	191.57	207.07	222.01	236.47
16	148.53	166.73	183.78	199.92	215.30	230.03	244.21
17	154.98	173.28	190.26	206.20	221.30	235.67	249.43
Corrida vai-vem							
7	16.52	15.13	14.06	13.19	12.47	11.86	11.34
8	15.86	14.50	13.45	12.62	11.93	11.35	10.85
9	15.18	13.87	12.87	12.06	11.41	10.85	10.38
10	14.51	13.28	12.33	11.57	10.94	10.42	9.96
11	13.85	12.75	11.88	11.17	10.57	10.06	9.62
12	13.24	12.30	11.51	10.85	10.27	9.77	9.33
13	12.71	11.91	11.21	10.59	10.04	9.54	9.09
14	12.22	11.55	10.93	10.35	9.81	9.31	8.84
15	11.78	11.21	10.65	10.11	9.59	9.08	8.59
16	11.37	10.89	10.39	9.89	9.37	8.84	8.30
17	11.00	10.59	10.14	9.67	9.16	8.60	7.98
Corrida de 50 jardas							
7	11.79	11.05	10.34	9.65	8.99	8.36	7.75
8	11.52	10.76	10.04	9.36	8.72	8.12	7.55
9	11.20	10.43	9.70	9.04	8.42	7.84	7.31
10	10.85	10.06	9.34	8.69	8.09	7.55	7.05
11	10.52	9.72	9.01	8.37	7.80	7.30	6.84
12	10.23	9.42	8.72	8.11	7.57	7.09	6.67
13	9.90	9.10	8.42	7.83	7.32	6.87	6.48
14	9.50	8.71	8.06	7.50	7.03	6.61	6.25
15	9.09	8.33	7.70	7.18	6.74	6.35	6.02
16	8.75	8.01	7.41	6.92	6.51	6.16	5.85
17	8.47	7.75	7.18	6.72	6.34	6.01	5.73
Corrida/Marcha da milha							
7	14.74	13.35	12.05	10.83	9.70	8.65	7.68
8	14.59	13.06	11.67	10.40	9.24	8.20	7.25
9	14.40	12.73	11.25	9.93	8.77	7.74	6.82
10	13.93	12.16	10.63	9.31	8.17	7.18	6.33
11	13.25	11.43	9.90	8.62	7.53	6.61	5.82
12	12.65	10.82	9.32	8.07	7.04	6.17	5.43
13	12.32	10.49	9.00	7.78	6.77	5.93	5.22
14	12.23	10.39	8.90	7.69	6.69	5.85	5.15
15	12.23	10.40	8.92	7.70	6.70	5.87	5.16
16	12.38	10.54	9.05	7.84	6.83	5.99	5.29
17	12.59	10.74	9.25	8.03	7.03	6.19	5.49

Figura 1. Cartas de referência percentilica dos testes de aptidão física: dinamometria manual e impulsão horizontal de meninas e meninos.

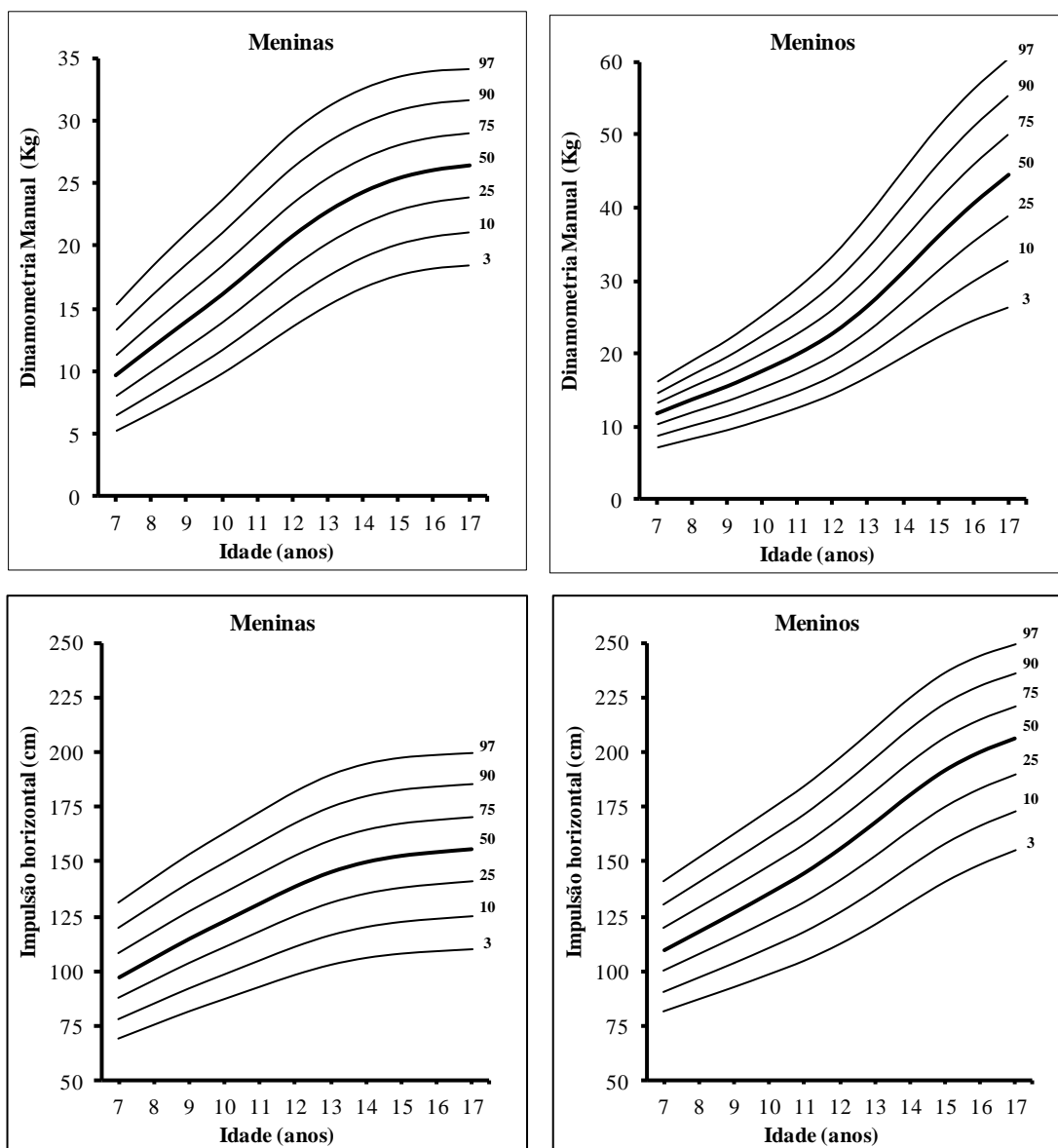


Figura 2. Cartas de referência percentilica dos testes de aptidão física: corrida vai-vem, corrida de 50 jardas e corrida/marchada da milha de meninas e meninos.

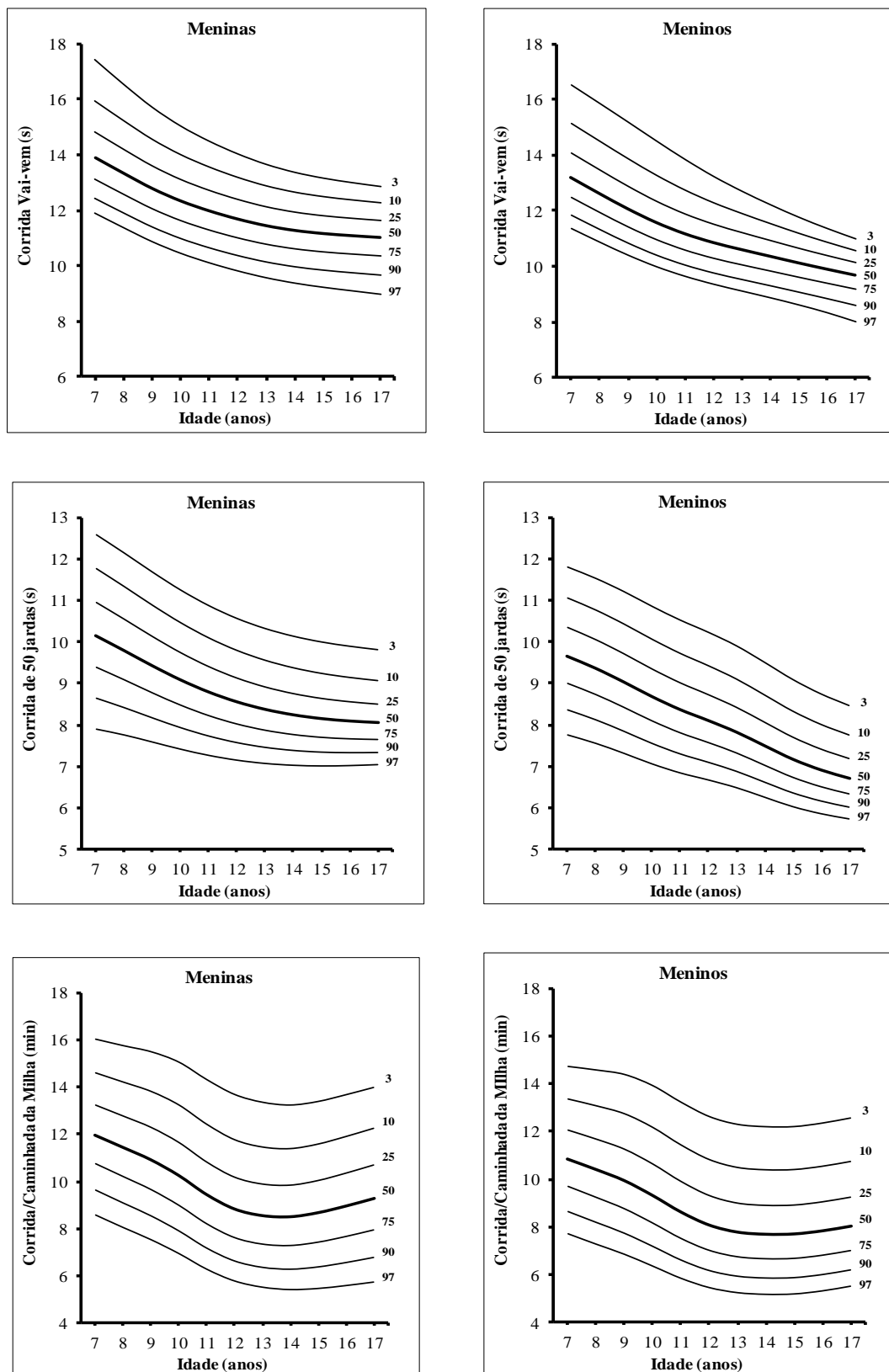


Figura 3. Comparação dos valores medianos (P50) da dinamometria manual e impulsão horizontal da população Vouzelense com outros estudos.

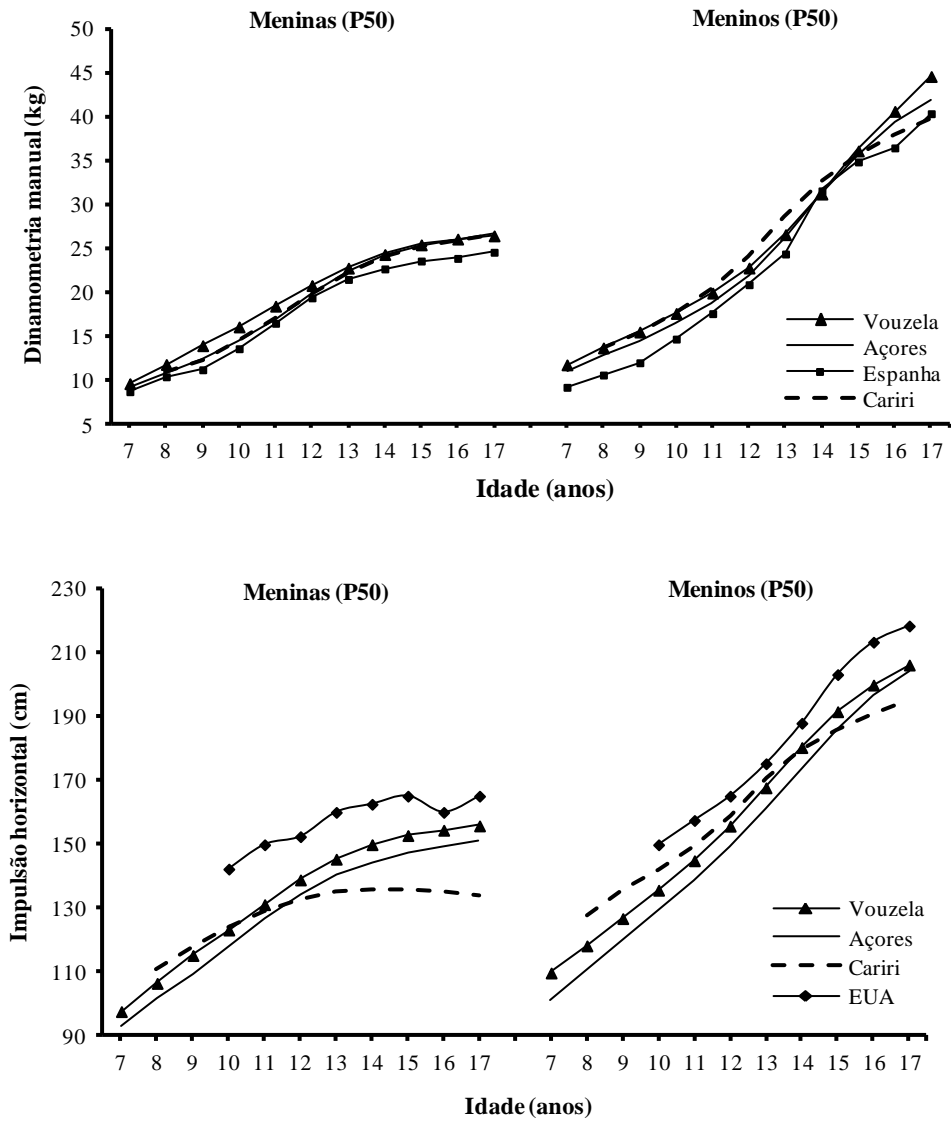
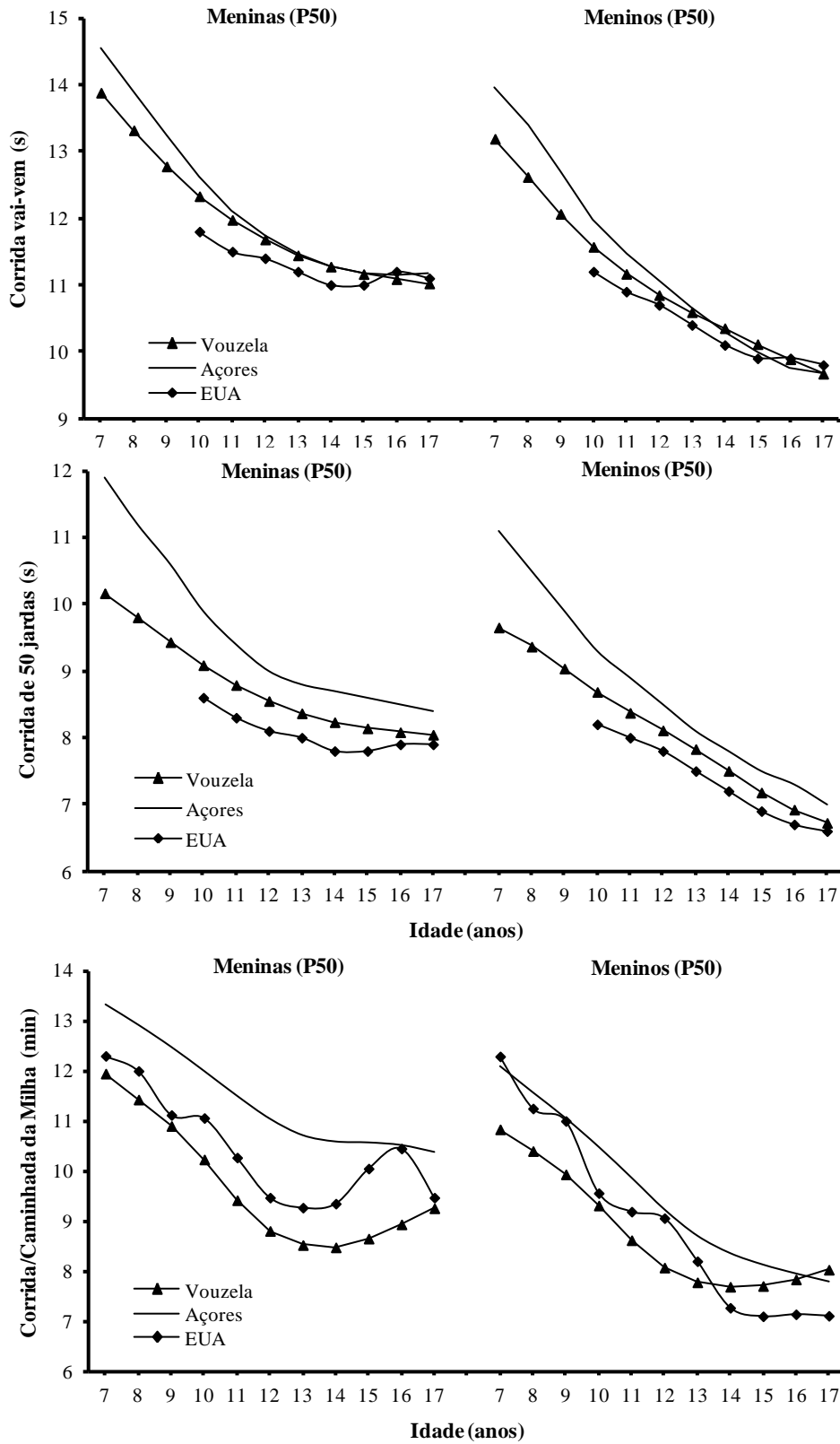


Figura 4. Comparação dos valores medianos (P50) da corrida vai-vem, corrida de 50 jardas e corrida/caminhada da milha da população Vouzelense com outros estudos.



As crianças e adolescentes vouzelenses têm melhor resistência cardiorrespiratória que norte-americanos, exceto nos meninos a partir dos 14 anos, e nos seus pares açorianos. Ao contrário do que ocorre na maioria das provas anteriormente descritas, o comportamento das curvas medianas de cada amostra é distinto, sobretudo na amostra norte-americana. Os jovens vouzelenses e açorianos reduzem o tempo de realização de prova, de modo linear, até os 12 anos; a partir desta idade, há incrementos dos valores medianos nos vouzelenses, manutenção do tempo de prova nas raparigas açorianas e decréscimos sucessivos nos rapazes açorianos. Não se verifica linearidade na curva mediana dos jovens norte-americanos, mas sim oscilações consecutivas, incrementos e decréscimos, ao longo da idade.

DISCUSSÃO

Esta pesquisa foi realizada com o propósito de construir valores de referência percentílica para cinco provas de AptF, inspecionando o desempenho motor das crianças e jovens vouzelenses relativamente aos seus pares residentes em locais socioeconómica e geograficamente distintos, nomeadamente, Brasil, Espanha, EUA e Região Autónoma dos Açores. O uso de cartas percentílicas para descrever aspetos da trajetória modal e da variabilidade interindividual é uma das formas mais interessantes de apresentar o comportamento dos valores normativos em diferentes provas de AptF, face à sua relevância pedagógica e epidemiológica, sobretudo, quando são construídas com base em procedimentos metodológicos e analíticos robustos (Silva et al., 2011), assegurando o equilíbrio entre a fidedignidade dos resultados obtidos e a parcimónia estatística dos modelos produzidos. O método LMS apresenta estas características, sendo uma ferramenta estatística muito atual, vantajoso em comparação com outros métodos de estimação (Roelants, Hauspie, & Hoppenbrouwers, 2009), com uma distinta representação gráfica e numérica dos perfis configuracionais do desempenho motor. A parcimónia no ajustamento dos modelos para cada prova e sexo é

constatada com base nos resultados (não apresentados no texto) dos testes Q sugeridos por Royston e Wright (2000) e por Pan e Cole (2004), e na adequação da distribuição dos percentis, cujos resultados apontam diferenças muito pequenas entre os valores esperados e os observados em cada categoria percentilica, que se assemelham aos produzidos por Silva et al. (2011). Na fiabilidade do desempenho nas cinco provas de AptF, os valores de correlação intraclasse apresentados foram elevados, entre 0.81 (corrida vaivem) e 0.97 (dinamometria manual), ressaltando a elevada consistência da performance motora de crianças e jovens Vouzelenses, tal como reportado em outros estudos (Safrit, 1990, Silva et al, 2011).

Em geral, as curvas percentilicas construídas no presente estudo mostram uma forte variabilidade interindividual no desempenho das cinco provas utilizadas para avaliar a AptF de crianças e adolescentes vouzelenses, cujo perfil se assemelha ao reportado em outras regiões. Em consonância com a literatura prévia (Bustamante et al., 2012; Maia et al., 2007; Ortega et al., 2011; Silva et al., 2011), a expressão desta variabilidade é distinta entre os sexos e específica de cada prova, cujas trajetórias percentilicas estão condicionadas à idade, sendo notória a superioridade do desempenho dos rapazes em todas as provas de AptF. O comportamento distinto dos incrementos no desempenho das provas de força, velocidade e agilidade em rapazes e raparigas refletem uma interação complexa entre fatores biológicos e culturais associados à maturação biológica, diferenças de dimensões corporais, oportunidades e motivos para a prática de atividades desportivo-motoras (Malina et al., 2004).

A aptidão muscular refere-se, muito genericamente, à capacidade individual de gerar tensão contra uma resistência externa, resistir a repetidas contrações ou manter a contração máxima voluntária por um período de tempo prolongado e realizar uma contração máxima dinâmica (Ruiz et al., 2006). As provas de dinamometria manual e de impulsão horizontal têm sido amplamente aplicadas, sobretudo em estudos epidemiológicos, para a avaliação da força estática e força explosiva dos membros inferiores, respetivamente (Ortega, Ruiz, Castillo, & Sjostrom, 2008). Os resultados encontrados na amostra

vouzelense seguem um padrão semelhante ao referido em estudos prévios (Maia et al., 2007; Serrano et al., 2009; Silva et al., 2011) ou seja, o aumento linear da força ao longo da idade, cujas diferenças entre sexos são mais expressivas durante e após o período pubertário, face às mudanças na dinâmica muscular, sobretudo na maturação do tecido muscular, a qual ocorre diferentemente em meninos e meninas (Malina et al., 2004). Deste modo, os rapazes tendem a aumentar os seus níveis de força muscular, sobretudo após os 13 e 14 anos de idade, enquanto que as meninas tendem a estabilizar seus ganhos e/ou apresentar ligeiros incrementos após esta idade.

Não obstante serem componentes associadas ao desempenho atlético (Guedes, 2007; Safrit, 1990), é sugerido que a agilidade e a velocidade, quando aliadas à melhoria dos níveis de aptidão muscular e cardiorrespiratória, podem apresentar efeitos positivos na saúde esquelética (Ortega et al., 2008). Embora haja uma ampla variedade de testes para avaliar tais capacidades e a necessidade de se obter mais informações a respeito da precisão, validade e fiabilidade dos resultados obtidos na aplicação destes testes (Ortega et al., 2008), é relativamente consensual que a corrida das 50 jardas e corrida vai-vem, ambos provenientes da bateria de testes AAHPER (AAHPER, 1976; AAHPERD, 1988) se mostram eficientes, de fácil aplicação e de resultados altamente fiáveis (Safrit, 1990). Os resultados da amostra vouzelense refletem um padrão de variação esperado e similar entre os dois testes, ou seja, rapazes e raparigas diminuem seu tempo de prova ao longo da idade, mas de modo distinto; os rapazes apresentam melhor desempenho, sobretudo após os 12/13 anos.

Em termos comparativos, nacional e internacionalmente, os valores medianos da dinamometria manual são muito similares. Na prova de impulsão horizontal, as diferenças são mais expressivas, sobretudo entre as meninas, salientando a superioridade de desempenho da amostra norte-americana. Nas corridas de vai-vem e de 50 jardas, tal como mencionado anteriormente, a amostra dos EUA é mais veloz e ágil comparativamente aos seus pares açorianos e vouzelenses; nas idades mais avançadas (após os 15 anos), sobretudo na agilidade, os valores medianos tornam-se muito similares.

Importa salientar que, para além de eventuais diferenças nos fatores biológicos, culturais e socioeconómicos, específicos de cada população, a que se associam fatores motivacionais relativos à prática desportiva, é provável que a desfasagem temporal, i.e., 32 anos entre o presente estudo e o estudo norte-americano, e aspetos estatísticos do cálculo dos percentis possam estar na origem da superioridade de valores medianos das crianças e jovens norte-americanos. É importante referir que os valores da amostra norte-americana provêm do *Youth Fitness Test*, publicado em 1976 pela *American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance* (AAHPER, 1976), cujos percentis foram calculados de modo empírico, i.e., sem recurso a um qualquer modo matemático-estatístico.

Não obstante um esforço atual em reportar mudanças seculares no desempenho motor, e a presença de um certo conflito entre os resultados disponíveis (Smpokos, Linardakis, Papadaki, Lionis, & Kafatos, 2012), há evidências de declínio dos valores médios de distintas componentes da AptF (Nishijima, Kokudo, & Ohsawa, 2003; Tomkinson, 2007). Daqui que a superioridade dos resultados da amostra norte-americana possa estar condicionada à presença de uma tendência secular negativa no desempenho da força muscular explosiva dos membros inferiores, da agilidade e da velocidade de resultados mais atuais, sobretudo da amostra vouzelense.

A capacidade aeróbia tem sido uma das componentes mais estudadas no universo da AptF (Welk & Meredith, 2008), seja na sua associação com a saúde, por estar associada à diminuição de diferentes fatores de risco de doenças cardiovasculares (Barlow et al., 2012; Blair et al., 1996; Grundy, Barlow, Farrell, Vega, & Haskell, 2012), ou seja na sua relação com o desempenho atlético, já que níveis satisfatórios de aptidão cardiorrespiratória estão intimamente ligados à participação efetiva de crianças e jovens em inúmeras atividades físico-desportivas (Safrit, 1990). A corrida/marcha da milha tem sido amplamente utilizada para avaliar a resistência cardiorrespiratória de crianças e adolescentes, e em Portugal, é uma prova comumente aplicada nos diferentes níveis de ensino pelos professores de Educação Física (Jacinto et al., 2001; MEC, 1991a, 1991b, 1998, 2004). De acordo com Malina et al.,

(2004) é exetável uma melhoria da capacidade aeróbia ao longo da idade, sendo distinta entre os sexos, i.e., nos meninos verifica-se um aumento contínuo até aos 16 anos, enquanto que as meninas tendem a aumentar sua capacidade aeróbia até aos 13 anos de idade. A partir destas idades, verifica-se a presença de um “plateau” de desempenho. Comportamentos similares são evidentes nas crianças e jovens açorianos. Não obstante terem melhor desempenho, os jovens vouzelenses têm um comportamento distinto - os rapazes estabilizam o seu desempenho por volta dos 12 anos e as meninas mostram um ligeiro aumento no tempo de prova, ou seja, uma diminuição dos níveis de capacidade aeróbia. Estas diferenças podem ser devidas a aspetos alométricos, precisamente pelo aumento corporal, muitas vezes não proporcional ao desenvolvimento dos órgãos do sistema cardiorrespiratório, e incrementos na quantidade massa gorda (Astrand & Rodahl, 1986). Outro aspeto importante a ser ressaltado refere-se às condições socioeconómicas entre as amostras consideradas, sobretudo para explicar a melhor performance dos vouzelenses na corrida/marcha da milha. O Concelho de Vouzela preserva características peculiares de um contexto rural, divergindo dos grandes complexos urbanos, que influenciam a organização da rotina diária das crianças e dos jovens, fortemente condicionada pelo espaço disponível para o desenvolvimento de atividades lúdicas.

O presente estudo apresenta algumas limitações que importa referir. Em primeiro lugar há que mencionar a dimensão amostral e sua representatividade, sobretudo nas idades mais avançadas, embora sejam reportados estudos prévios de maior representatividade nacional na Suíça, cuja amostra foi de 662 crianças e adolescentes entre os 5 e os 18 anos de idade (Largo, Fischer, & Rousson, 2003; McCarthy, Cole, Fry, Jebb, & Prentice, 2006), i.e., efetivos semelhantes aos do presente estudo. Salientamos, também, que as estimativas das curvas L, M e S dos resultados vouzelenses apresentam erros-padrão reduzidos, assegurando precisão no cálculo dos percentis. Em segundo lugar, a dificuldade em efetuar comparações mais objetivas entre diferentes populações repousa, necessariamente, em diferenças metodológicas na aplicação dos testes, bem como na obtenção dos

valores percentílicos, a que se adicionam fatores condicionantes do desempenho, nomeadamente socioeconómicos, culturais e biológicos, para além dos efeitos da desfasagem temporal. Não obstante estes aspetos, o presente estudo possui alguns pontos fortes que passamos a referir: (1) a utilização de um método matemático-estatístico robusto, sofisticado e muito atual de estimação numérica e representação gráfica dos perfis configuracionais do desempenho motor das diferentes provas de AptF; (2) a aplicação rigorosa de testes com resultados altamente fiáveis da avaliação de diferentes componentes da AptF; (3) a apresentação de valores normativos do desempenho motor de crianças e jovens em idade escolar, de uma região em transição de Portugal Continental; (4) uma nova contribuição para ajuizar acerca do valor do planeamento e organização mais esclarecida e eficiente da prática educativa do Professor de Educação Física, sobretudo com a utilização de valores de referência mais próximos da realidade portuguesa, apresentando-se como um auxiliar importante em pesquisas sobre o crescimento e o desenvolvimento de crianças e jovens.

Em conclusão, os valores de referência construídos pelo presente estudo sugerem a forte variabilidade interindividual do desempenho motor nas diferentes provas de AptF, fato que fortalece a necessidade de estruturar a prática pedagógica de modo diversificado, criando oportunidades de vivências motoras capazes de atingir diferentes níveis de desempenho e, independentemente do grau de performance, garantir a melhoria da AptF de crianças e jovens. Relativamente às comparações dos valores medianos da prova de dinamometria manual, crianças e jovens vouzelenses tiveram desempenhos similares aos de outros estudos, enquanto que nas provas de impulsão horizontal, corrida vai-vem e de 50 jardas constatou-se superioridade da amostra norte-americana. Na corrida/marcha da milha, a performance dos vouzelenses foi superior às amostras açoriana e americana. Diferentes aspetos de natureza biológica, cultural e socioeconómica, específicos de cada população, a que se associam fatores motivacionais relativos à prática desportiva, bem como as características metodológicas e temporais de cada estudo, podem estar na origem das diferenças encontradas.

Agradecimentos: À Câmara Municipal de Vouzela, ao Agrupamento de escolas de Vouzela e a todos os profissionais da Educação Física e Desporto envolvidos no estudo; à Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) de Portugal (financiamento ao projeto de referência *PTDC/DES/67569/2006*) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES (bolsa de Doutorado no exterior, processo de n.º 623110-1). Um agradecimento especial a todas as crianças e adolescentes participantes do projeto “Vouzela Ativo”. E queremos também expressar o nosso agradecimento ao revisor pelos comentários e sugestões que com certeza melhoraram o trabalho.

Fontes de financiamento: Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) de Portugal (financiamento ao projeto de referência *PTDC/DES/67569/2006*); Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES (bolsa de Doutorado no exterior, processo de n.º 623110-1).

REFERÊNCIAS

American Alliance for Health, Physical Education, and Recreation [AAHPER] (1976). *Youth Fitness Test Manual*. Washington, DC: AAHPER.

American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance [AAHPERD]. (1988). *Physical best. A physical fitness education and assessment program best*. Reston, Va: AAHPERD.

Arday, D. N., Fernandez-Rodriguez, J. M., Ruiz, J. R., Chillon, P., Espana-Romero, V., Castillo, M. J., & Ortega, F. B. (2011). Improving physical fitness in adolescents through a school-based intervention: the EDUFIT study. *Revista Española de Cardiología*, 64(6), 484-491. doi: 10.1016/j.recesp.2011.01.009

Astrand, P. O., & Rodahl, K. (1986). *Textbook of work physiology* (3 ed.). New York, NY: McGraw-Hill.

Barlow, C. E., Defina, L. F., Radford, N. B., Berry, J. D., Cooper, K. H., Haskell, W. L., . . . Lakoski, S. G. (2012). Cardiorespiratory fitness and long-term survival in "low-risk" adults. *Journal of the American Heart Association*, 1(4), e001354. doi: 10.1161/JAHA.112.001354

Blair, S. N., Kampert, J. B., Kohl, H. W., 3rd, Barlow, C. E., Macera, C. A., Paffenbarger, R. S., Jr., & Gibbons, L. W. (1996). Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*, 276(3), 205-210.

Bouchard, C., & Shephard, R. (1994). Physical activity, fitness, and health: the model and key concepts. In C. Bouchard, R. Shephard & T. Stephens (Eds.), *Physical activity, fitness, and health - International Proceedings and Consensus Statement* (pp. 77-88). Champaign, Il: Human Kinectis.

Bustamante, A., Beunen, G., & Maia, J. A. R. (2012). Valoración de la aptitud física en niños y adolescentes: construcción de cartas percentílicas para la región central del Perú. *Revista peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 29(2), 188-197.

Cole, T. J., & Green, P. J. (1992). Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. *Statistics in Medicine*, 11(10), 1305-1319.

Freitas, D., Maia, J. A. R., Beunen, G., Lefevre, J., Claessens, A., Marques, A., . . . Crespo, M. (2002). *Crescimento somático, maturação biológica, aptidão física, actividade física e estatuto sócio-económico de crianças e adolescentes madeirenses - O Estudo de Crescimento da Madeira*. Funchal: Universidade da Madeira.

Freitas, D., Marques, A., & Maia, J. A. R. (1997). *Aptidão Física da População Escolar da Região Autónoma da Madeira*. Funchal: Universidade da Madeira.

Grundy, S. M., Barlow, C. E., Farrell, S. W., Vega, G. L., & Haskell, W. L. (2012). Cardiorespiratory fitness and metabolic risk. *Am J Cardiol*, 109(7), 988-993. doi: S0002-9149(11)03447-3

Guedes, D. P. (2007). Implicações associadas ao acompanhamento do desempenho motor de crianças e adolescentes. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 21, 37-60.

Guedes, D. P., & Guedes, J. E. R. P. (1997). *Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes*. São Paulo, SP: CLR Balieiro.

Jacinto, J., Carvalho, L., Comédias, J., & Mira, J. (2001). *Programa de Educação Física (10º, 11º e 12º anos - Cursos Científico-Humanísticos e Cursos Tecnológicos)*. Lisboa: Ministério da Educação e da Ciência.

Largo, R. H., Fischer, J. E., & Rousson, V. (2003). Neuromotor development from kindergarten age to adolescence: developmental course and variability. *Swiss Medical Weekly*, 133(13-14), 193-199. doi: 2003/13/smw-09883

Maia, J. A. R., Lopes, V. P.. (2007). *Crescimento e Desenvolvimento de Crianças e Jovens Açorianos. O que pais, professores, pediatras e nutricionistas gostariam de saber*. RAA; Porto: DRD/RAA - FADE/UP.

Maia, J. A. R., Lopes, V. P., Bustamante, A., Santos, M. L., Bacalhau, F., Silva, R. G., . . . Prista, A. (2007). *Crescimento e Desempenho Motor de Crianças e Jovens Açorianos. Cartas de referência para uso em Educação Física, Desporto, Pediatria e Nutrição*. RAA; Porto: DRD/RAA - FADE/UP.

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

Malina, R. M. (2001). Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood. *American Journal of Human Biology*, 13(2), 162-172. doi: 10.1002/1520-6300(200102/03)13:2<162::AID-AJHB1025>3.0.CO;2-T

McCarthy, H. D., Cole, T. J., Fry, T., Jebb, S. A., & Prentice, A. M. (2006). Body fat reference curves for children. *International Journal of Obesity*, 30(4), 598-602. doi: 0803232

Ministério da Educação e da Ciência [MEC]. (1991a). *Organização Curricular e Programas (3.º ciclo do ensino básico)*. Lisboa: ME-DGEBS.

Ministério da Educação e da Ciência [MEC]. (1991b). *Organização Curricular e Programas (2.º ciclo do ensino básico) (Vol. I)*. Lisboa: ME-DGEBS.

Ministério da Educação e da Ciência [MEC]. (1998). *Programa Educação Física. Plano de Organização de Ensino-Aprendizagem (2.º ciclo do ensino básico) (Vol. II)*. Lisboa: ME-DGEBS.

Ministério da Educação e da Ciência [MEC]. (2004). *Organização Curricular e Programas - Ensino Básico: 1º Ciclo (4 ed.)*. Algueirão-Mem Martins: Departamento da Educação Básica.

Nishijima, T., Kokudo, S., & Ohsawa, S. (2003). Changes over the Years in Physical and Motor Ability in Japanese Youth in 1964-97. *International Journal of Sport and Health Science*, 1, 164-170.

Ortega, F. B., Artero, E. G., Ruiz, J. R., Espana-Romero, V., Jimenez-Pavon, D., Vicente-Rodriguez, G., . . . Castillo, M. J. (2011). Physical fitness levels

among European adolescents: the HELENA study. *British Journal of Sports Medicine*, 45(1), 20-29. doi: bjsm.2009.062679

Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjostrom, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity (Lond)*, 32(1), 1-11. doi: 0803774

Pan, H., & Cole, T. J. (2004). A comparison of goodness of fit tests for age-related reference ranges. *Statistics in Medicine*, 23(11), 1749-1765. doi: 10.1002/sim.1692

Pan, H., & Cole, T. J. (Producer). (2011). ImsChartMaker, a program to construct growth references using the LMS method. Version 2.54. Disponível em: <http://www.healthforallchildren.co.uk/>

Pate, R. R., & Daniels, S. (2013). Institute of Medicine Report on Fitness Measures and Health Outcomes in Youth. *JAMA Pediatrics*, 1-2. doi: 10.1001/jamapediatrics.2013.1464

Roelants, M., Hauspie, R., & Hoppenbrouwers, K. (2009). References for growth and pubertal development from birth to 21 years in Flanders, Belgium. *Annals of Human Biology*, 36(6), 680-694. doi: 10.3109/03014460903049074

Royston, P., & Wright, E. M. (2000). Goodness-of-fit statistics for age-specific reference intervals. *Statistics in Medicine*, 19(21), 2943-2962. doi: 10.1002/1097-0258(20001115)19:21<2943::AID-SIM559>3.0.CO;2-5

Ruiz, J., Ortega, F., Gutierrez, A., Meusel, D., Sjöström, M., & Castillo, M. (2006). Health-related fitness assessment in childhood and adolescence: a European approach based on the AVENA, EYHS and HELENA studies. *Journal of Public Health*, 14(5), 269-277. doi: 10.1007/s10389-006-0059-z

Safrit, M. (1990). *Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science*. St. Louis, Missouri: Times Mirror/Mosby College Publishing.

Serrano, M. D. M., Collazos, J. F. R., Romero, S. M., Santurino, M. S. M., Armesilla, M. D. C., del Cerro, J. L. P., & de Espinosa, M. G. M. (2009). Handgrip strength in children and teenagers aged from 6 to 18 years: Reference values and relationship with size and body composition. *Anales De Pediatria*, 70(4), 340-348. doi: DOI 10.1016/j.anpedi.2008.11.025

Silva, S., Beunen, G., & Maia, J. (2011). Valores normativos do desempenho motor de crianças e adolescentes: o estudo longitudinal-misto do Cariri. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 25, 111-125.

Smpokos, E. A., Linardakis, M., Papadaki, A., Lionis, C., & Kafatos, A. (2012). Secular trends in fitness, moderate-to-vigorous physical activity, and TV-viewing among first grade school children of Crete, Greece between 1992/93 and 2006/07. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(2), 129-135. doi: S1440-2440(11)00156-3

Tomkinson, G. R. (2007). Global changes in anaerobic fitness test performance of children and adolescents (1958-2003). *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 17(5), 497-507. doi: SMS569

van Buuren, S., & Fredriks, M. (2001). Worm plot: a simple diagnostic device for modelling growth reference curves. *Statistics in Medicine*, 20(8), 1259-1277. doi: 10.1002/sim.746

Welk, G. J., & Meredith, M. D. (2008). *Fitnessgram/Activitygram Reference Guide*. Dallas, TX: The Cooper Institute.

Estudo III

Estudo Empírico

Desempenho coordenativo de crianças. Construção de cartas percentílicas baseadas no método LMS de Cole and Green

Motor coordination of children. Construction of centiles charts with LMS method by Cole and Green.

Raquel Chaves^{a,b}, Go Tani^c, Michele Souza^{a,b}, Adam Baxter-Jones^d e José Maia^a

Artigo publicado: Revista Brasileira de Educação Física e Esporte (Brasil).

^a CIFI²D, Faculty of Sport, University of Porto, Porto, Portugal.

^b Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Ministério do Brasil, Brasília, DF, Brasil.

^c Laboratório de Comportamento Motor, Escola de Educação Física e Esporte, USP, Brasil.

^d College of Kinesiology, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

RESUMO

Os propósitos do estudo foram: (1) apresentar valores de referência percentílica às quatro provas da bateria de testes KTK; (2) comparar o desempenho coordenativo entre crianças vouzelenses e de outros estudos do país e exterior; e (3) apresentar pseudo-curvas de velocidade para cada prova. Foram avaliadas 811 crianças com idades entre os 6 e os 10 anos. O desempenho coordenativo foi estimado por meio da bateria KTK. Cartas percentílicas e pseudo-curvas de velocidade foram construídas com base no método LMS, implementado no *software* LMSchartmarker Pro versão 2.54. Os valores de referência percentílicas expressam forte variabilidade interindividual do desempenho coordenativo. Em geral, os valores médios vouzelenses são inferiores aos belgas e alemães. O comportamento do percentil 50 das quatro provas do KTK é similar entre Vouzela, Peru e Açores. As pseudo-curvas de velocidade sugerem especificidade em cada prova e sexo, bem como diminuição dos ganhos coordenativos ao longo da idade.

Unitermos: “Coordenação Motora”; “Cartas de Referência”; “KTK”.

ABSTRACT

The purposes of this study were (1) to construct reference values to KTK test battery; (2) to compare Vouzela children's motor coordination with those from other Portuguese sites and international references; (3) to present pseudo-velocity curves for each KTK test. The sample comprises 811 children aged 6 to 11 years. Motor coordination was assessed with the four tests of the KTK Battery. Centile charts were constructed using the LMS method implemented in LMSchartmarker Pro software. Pervasive interindividual differences were noted in all coordination tests. Mean values of Vouzela children's motor coordination were lower than German and Belgian samples. Percentile 50 was similar among Vouzela, Peruvian and Azorean samples. Pseudo-velocity curves suggested a marked specificity to each test and sex, as well as decreasing of the coordinative gains per year.

Key-words: "Motor Coordination"; "Reference charts"; "KTK".

INTRODUÇÃO

A construção de um repertório motor rico e diversificado permite expressar níveis adequados de coordenação motora e assegurar a homogeneidade, integração e unidade estrutural dos diferentes movimentos presentes nas rotinas diárias das crianças, influenciando o seu desenvolvimento psicomotor e aspectos relacionados à sua saúde (CAIRNEY, HAY, VELDHUIZEN, MISSIUNA, MAHLBERG & FAUGHT, 2010; CANTELL, CRAWFORD & TISH DOYLE-BAKER, 2008; CAIRNEY, HAY, FAUGHT, FLOURIS & KLENTROU, 2007; HANDS & LARKIN, 2006; CAIRNEY, HAY, FAUGHT & HAWES, 2005).

Níveis adequados de coordenação motora global (grossa) estão condicionados não somente à individualidade biológica, mas também dependem da quantidade e complexidade das experiências motoras adquiridas durante a infância, a que se adicionam aspectos inerentes ao ambiente (MALINA, 2004; LASKOWSKI, NEWCOMER-ANEY & SMITH, 2000; BOUCHARD, MALINA & PÉRUSSE, 1997; LEE, 1984). Nesse processo de desenvolvimento, o contexto escolar torna-se determinante, sendo responsável por favorecer as melhores condições para explorar, ampliar e aprimorar as experiências motoras iniciais, bem como propiciar novas vivências e aprendizados (ETCHEPARE, PEREIRA & ZINN, 2003). Não obstante serem fundamentais para o desempenho escolar integral, as experiências estruturadas e supervisionadas de movimento restringem-se, muitas vezes, às aulas de Educação Física, sendo com frequência a única janela de oportunidades de aprendizagem motora orientada.

Em Portugal, proporcionar o desenvolvimento físico e motor adequados à infância é um compromisso consagrado pela Lei de Bases do Sistema Educativo nº46/86 e pela Organização da Estrutura Curricular do Ensino Básico. No que concerne aos propósitos da Educação Física, designada por Expressão e Educação Físico-Motora no primeiro ciclo da Educação Básica, elevar o nível funcional das capacidades condicionais e coordenativas é o objetivo-base para o desenvolvimento de todos os blocos de ensino (perícia e manipulação, deslocamentos e equilíbrio, ginástica, jogos, patinagem). E,

assim como para todas as áreas de conhecimento, deve-se assegurar: (1) a valorização da diversidade de metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem; (2) o desenvolvimento de competências em uma perspectiva ao longo da vida; (3) e a promoção de ofertas educativas convergentes às diferentes necessidades dos estudantes (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2004).

A construção desse contexto de ensino-aprendizagem, significativo ao desenvolvimento da coordenação motora, é um dos grandes desafios da Educação Física. Espera-se do professor não só o desenvolvimento de estratégias e atitudes com exploração ampla das potencialidades motoras, mas também, um conhecimento esclarecido dos diferentes perfis configuracionais que ilustram a variabilidade interindividual. Esses aspectos exigem, necessariamente, avaliação do nível de coordenação motora, identificando trajetórias modais e a variabilidade entre indivíduos no seu desenvolvimento em cada valor discreto de idade, nos anos iniciais da Educação Básica.

Não obstante a diversidade instrumental para avaliar a coordenação motora global, o espaço lusófono tem sido relativamente fértil no uso da bateria de Testes KTK - *Körperkoordinationstest für Kinder* (KIPHARD & SCHILLING, 2007; KIPHARD & SCHILLING, 1974), sendo significativo no âmbito escolar (COLLET, FOLLE, PELOZIN, BOTTI & NASCIMENTO, 2008; GORLA, DUARTE & MONTAGNER, 2008; LOPES, MAIA, SILVA, SEABRA & MORAIS, 2003).

Estudos prévios têm utilizado valores percentílicos do desempenho da coordenação motora global baseada no uso da bateria KTK (VIDAL, BUSTAMANTE, LOPES, SEABRA, SILVA & MAIA, 2008; VALDÍVIA, LARA, ESPINOZA, POMAHUACRE, RAMOS, SEABRA, GARGANTA & MAIA, 2008) e coordenação neuromotora baseada no *Zurich Neuromotor Assessment* (LARGO, FISCHER & ROUSSON, 2003) para ilustrar trajetórias modais, bem como a enorme variabilidade interindividual, em cada valor discreto de idade, bem expressa na amplitude de resultados, ou seja, entre os percentis 3 e 97. Essas pesquisas sugerem valores de referência para populações específicas estudadas, respectivamente, Região Autônoma dos Açores em Portugal (9 ilhas distintas), Lima no Peru (4 bairros) e Zurique na Suíça.

Com exceção do arquipélago dos Açores, não existe, infelizmente, outra referência portuguesa acerca dos valores percentílicos do desempenho coordenativo de crianças do 1º ciclo do ensino básico (1.º CEB), i.e., anos iniciais do Ensino Fundamental. O Concelho de Vouzela, situado na região centro de Portugal continental apresenta características particulares do território português, com uma interioridade consequente da predominância de áreas rurais com forte variabilidade orográfica e ambiental que a distingue dos grandes agregados habitacionais modernos e industrializados, fortemente urbanizados. A construção de cartas percentílicas locais (i.e., específicas da região) representa um auxílio enorme à gestão sistemática e mais eficiente do processo de ensino e aprendizagem, no âmbito escolar e desportivo, bem como no planeamento de estratégias e intervenções pelos órgãos institucionais, neste caso, pelas Prefeituras Municipais. É evidente que estes propósitos têm uma elevada generalização a qualquer região, indiferentemente do seu país de origem.

Embora a utilização de cartas percentílicas seja um valioso instrumento de referência, sobretudo no domínio educacional, é possível enriquecê-las ainda mais com a identificação de diferentes janelas de oportunidades para o desenvolvimento da coordenação motora, mediante a identificação, e consequente representação gráfica, dos momentos em que ocorrem os maiores e menores incrementos do desempenho coordenativo, tendo por base a bateria de testes KTK. A apresentação de curvas de velocidade do desempenho coordenativo, designadas por pseudo-curvas de velocidade quando o delineamento da pesquisa é transversal (ROSIQUE & REBATO, 1995), pode ser especialmente de grande utilidade. Estudos prévios têm reportado a aplicação satisfatória do modelo I de Preece-Baines (ROSIQUE & REBATO, 1995; ZEMEL & JOHNSTON, 1994) no estabelecimento de comparações interpopulacionais, a partir de dados transversais, inferindo sobre aspectos do crescimento que, fundamentalmente, exigem um delineamento longitudinal para estimar; por exemplo, a idade no *take-off*, a idade do pico de velocidade de altura e a duração do salto pubertário.

Os propósitos da presente pesquisa são os seguintes: (1) apresentar valores de referência percentílica para as quatro provas da bateria de testes KTK; (2) comparar o desempenho coordenativo das crianças vouzelenses com o desempenho das crianças de outros estudos desenvolvidos em locais com estrutura socioeconômica e geográfica bem distinta de Vouzela, como Lima, no Peru (VALDÍVIA, LARA, ESPINOZA, POMAHUACRE, RAMOS, SEABRA, GARGANTA & MAIA, 2008), arquipélago dos Açores em Portugal (VIDAL, BUSTAMANTE, LOPES, SEABRA, SILVA & MAIA, 2008), zona Flamenga da parte norte da Bélgica (VANDORPE, VANDENDRIESSCHE, LEFEVRE, PION, VAEYENS, MATTHYS, PHILIPPAERTS & LENOIR, 2011) e das crianças da pesquisa original desenvolvida na Alemanha nos anos 70 (KIPHARD & SCHILLING, 1974); (3) apresentar pseudo-curvas de velocidade para cada prova da bateria de testes KTK, representando os momentos de maiores e menores ganhos ao longo dos anos iniciais da Educação Básica.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Amostra

Os participantes desta pesquisa são provenientes do “Projeto Vouzela Ativa”, um estudo auxológico e epidemiológico, com delineamento transversal, sobre crescimento somático, desenvolvimento e saúde da população escolar do Concelho de Vouzela, Distrito de Viseu, zona centro de Portugal. Duas amostras foram obtidas em dois momentos distintos, envolvendo todas as 18 escolas municipais distribuídas pelo Concelho. A primeira amostragem refere-se à fase inicial do projeto realizada nos anos 2007 e 2008, na qual foram avaliadas 414 crianças, aproximadamente 93% da população escolar, com idades compreendidas entre os 7 e os 10 anos de idade, pertencentes ao 1º CEB. A segunda fase do projeto, caracterizada pela continuidade da pesquisa e ampliação do caudal informativo, foi efetuada em 2010 com a avaliação de 397 crianças dos 6 aos 10 anos de idade do 1º CEB, cerca de 90% da população escolar. A distribuição amostral total está descrita na *Tabela 1*, em função do sexo e da idade.

O projeto e os protocolos de avaliação foram aprovados pelo Conselho Científico da Faculdade de Desporto, da Universidade do Porto, Portugal. Somente após a assinatura do consentimento livre e esclarecido pelos pais e/ou encarregados de educação dos escolares, uma equipe previamente treinada efetuou as avaliações, a partir de uma abordagem padronizada.

Controle de qualidade da informação

O controle da qualidade da informação passou por diferentes etapas: (1) treinamento da equipe de avaliação por avaliadores experientes (primeiro e último autores do texto); (2) realização de reteste com uma amostra aleatória de 88 crianças após duas semanas; (3) aplicação das provas sob a supervisão da primeira autora; (4) controle da entrada da informação e análise exploratória prévia para identificar valores extremos; (5) cálculo de estimativas de confiabilidade com base nos resultados pontuais e intervalos de confiança a 95% do coeficiente de correlação intraclasse (R). Os valores obtidos foram os seguintes: equilíbrio à retaguarda, $R=0,912$ ($IC95\%=0,772;0,966$); saltos monopedais, $R=0,870$ ($IC95\%=0,741;0,935$); saltos laterais, $R=0,873$ ($IC95\%=0,803;0,918$); transposição lateral, $R=0,840$ ($IC95\%=0,726; 0,906$).

Tabela 1. Distribuição amostral em função do sexo e da idade.

Idades	1. ^a Amostra		2. ^a Amostra		Total
	Meninos	Meninas	Meninos	Meninas	
6	-	-	39	25	64
7	41	44	49	45	179
8	45	51	47	38	181
9	45	51	48	49	193
10	72	65	27	32	196
Total	203	211	208	189	811

Avaliação da coordenação motora

A avaliação da coordenação motora foi realizada com a bateria de testes *Körperkoordinationstest für Kinder* (KTK), desenvolvida pelos pesquisadores alemães Schilling e Kiphard (1974). A bateria de testes KTK é constituída por quatro testes: equilíbrio à retaguarda (ER); saltos monopodais (SM); saltos laterais (SL); transposição lateral (TL).

1. ER: caminhar para trás (marcha-ré), três vezes, ao longo de cada uma das três plataformas de equilíbrio, com 3 metros de comprimento, 3 centímetros de altura e 6, 4,5 e 3 centímetros de largura, respectivamente. Para cada tentativa, são admitidos 8 passos, totalizando um máximo de 24 passos para cada plataforma e 72 passos para todo o teste.
2. SM: após um curto período de preparação, saltar a um pé por cima de placas de espuma sobrepostas (pilha crescente, em que cada espuma apresenta 50cm x 20cm x 5cm). São atribuídos 3, 2, 1 ponto(s) para o sucesso na execução do teste na primeira, segunda e terceira tentativas, respectivamente. Obtêm-se, no máximo, 39 pontos para cada pé.
3. SL: saltar lateralmente, o mais rápido e o maior número de vezes possíveis, com ambos os pés, sobre uma placa de madeira (100cm x 60cm x 2cm), dividida por uma régua em madeira (60cm x 4cm x 2cm). Duração da prova: duas tentativas de 15 segundos. O resultado refere-se ao somatório das duas tentativas
4. TL: deslocar-se sobre duas placas de madeira (25cm x 25cm x 1,5cm), de modo intercalado, isto é, em cima de uma das plataformas, mover a outra plataforma, que está ao lado, com as duas mãos para o lado contrário, deslocando-se para esta plataforma de modo sucessivo durante 20 segundos. São efetuadas duas tentativas. O resultado refere-se ao somatório das duas tentativas.

Procedimentos estatísticos

Inicialmente foi efetuada a análise exploratória dos dados para a verificação de possíveis erros de entrada de informação ou presença de *outliers*, bem como a análise descritiva (média, desvio-padrão e amplitude). A construção das cartas percentílicas foi efetuada, separadamente, para cada uma das quatro provas da bateria de testes KTK e para cada sexo. Os valores das curvas percentílicas foram obtidos pelo método LMS (COLE & GREEN, 1992) implementado no *software* LMSchartmarker Pro versão 2.54 (PAN & COLE, 2011). Para normalizar a distribuição dos valores em cada uma das variáveis, o método LMS pode assumir a transformação *Box-Cox*, específica para cada idade, a dados independentes com valores positivos; os valores L, M e S são *Cubic Splines* em cada intervalo etário. Três curvas suavizadas e específicas de cada idade são produzidas, chamadas de L (transformação *Box-Cox*), M (mediana) e S (coeficiente de variação) com base na seguinte equação,

$$C_{100\alpha}(t) = M(t) [1 + L(t) S(t) Z_{\alpha}]^{1/L(t)}$$

em que Z_{α} é o desvio normal equivalente para a amostra total, α e $C_{100\alpha}(t)$ o percentil correspondente. A complexidade do alinhamento de cada curva é medida pelos graus de liberdade equivalentes para $L(t)$, $M(t)$ e $S(t)$. Foram utilizados testes Q (PAN & COLE, 2004; ROYSTON & WRIGHT, 2000) para ajuizar a adequação do ajustamento, bem como das representações de *Worm plots* (PAN & COLE, 2004; VAN BUUREN & FREDRIKS, 2001). O melhor modelo é usualmente definido e apresentado por uma série de números relativos aos graus de liberdade. Por exemplo, o L2M4S3o significa que foram necessários 2, 4 e 3 graus de liberdade para as curvas L, M e S, e que foi usada a idade original. Em anexo 1 apresentam-se, para cada valor de idade, os valores das curvas L, M e S bem como os respectivos erros-padrão.

Comparação com outros estudos

A comparação dos níveis de desempenho coordenativo das crianças vouzelenses com o desempenho das crianças de outros estudos será efetuada

em dois momentos. Inicialmente serão contrastados os valores médios das quatro provas da bateria de testes KTK do presente estudo com dois estudos internacionais de referência. O primeiro refere-se aos valores médios da pesquisa original (KIPHARD & SCHILLING, 1974), desenvolvida na Alemanha na década de 1970, com 1228 crianças e adolescentes, dos 5 aos 14 anos de idade; e o segundo realizado na zona Flamenga, parte norte da Bélgica (VANDORPE, VANDENDRIESSCHE, LEFEVRE, PION, VAEYENS, MATTHYS, PHILIPPAERTS & LENOIR, 2011), publicado recentemente, envolvendo 2470 escolares dos 6 aos 11 anos de idade. No segundo momento, será efetuada a comparação do percentil 50, apresentado pelas crianças vouzelenses, açorianas e peruanas. Esses dois estudos, açoriano e peruano, produziram curvas de referência para as provas dessa bateria com base no modelo LMS para crianças de ambos os sexos com idade compreendida entre os 6 e os 11 anos. O primeiro apresentou uma amostra de 4007 crianças, enquanto o segundo avaliou 4724 crianças, sendo à data, os únicos a reportarem informação percentilica do desempenho coordenativo a partir da bateria de testes KTK. Importa ressaltar que não apresentaremos a comparação dos valores percentílicos (P50) entre as amostras vouzelense, peruana e açoriana para a prova de TL, devido a uma diferença na contagem da pontuação. De acordo com o manual de testes da bateria KTK (KIPHARD & SCHILLING, 1974), para pontuar essa prova, atribui-se um ponto para o deslocamento da placa de madeira e outro para o deslocamento do corpo sobre a placa. Nos estudos anteriores (VIDAL, BUSTAMANTE, LOPES, SEABRA, SILVA & MAIA, 2008; VALDÍVIA, LARA, ESPINOZA, POMAHUACRE, RAMOS, SEABRA, GARGANTA & MAIA, 2008) foi atribuído somente um ponto a toda trajetória, i.e., transposição da placa e deslocamento do corpo.

RESULTADOS

Nas Tabelas 2 e 3 apresentam-se os valores percentílicos (P3, P10, P25, P50, P75, P90, P97) de meninos e meninas em cada valor discreto de idade e para cada prova da bateria de testes KTK. As curvas de referência para

o desempenho coordenativo são apresentadas na Figura 1, ilustrando o comportamento dos percentis das crianças vouzelenses, de ambos os sexos, com idades entre os 6 e os 10 anos, em cada uma das quatro provas. Em todas as provas verifica-se um incremento dos níveis de coordenação motora ao longo da idade, no entanto, a magnitude desse aumento está condicionada ao sexo, sendo específico de cada teste.

Na prova do ER, o comportamento dos valores é ligeiramente distinto nos percentis extremos entre meninos e meninas, sobretudo no P3. Nos SM, meninos e meninas têm comportamentos semelhantes, com aumento da variabilidade interindividual ao longo da idade, i.e., maiores amplitudes dos valores percentílicos aos 10 anos comparativamente aos 6 anos de idade. O mesmo ocorre na prova dos SL, exceto no que se refere à similitude entre os sexos no P97, considerando que as meninas mostram um aumento expressivo no intervalo etário dos 7 aos 9 anos de idade. Na TL, parece haver certa estabilidade na melhoria do desempenho, em todos os percentis, sobretudo nos meninos.

A Figura 2 ilustra o comportamento dos valores médios das quatro provas da bateria de testes KTK das crianças vouzelenses em comparação às médias reportadas em dois estudos de referência internacional, realizados na Bélgica e na Alemanha, referidos anteriormente. Em geral, as crianças vouzelenses evidenciam valores médios inferiores nas provas SM, SL e TL, sobretudo nos SM. Nos testes SM e TL, as crianças vouzelenses apresentam menores incrementos ao longo da idade, contrariamente ao observado nas outras duas amostras. Em três provas, nomeadamente SM, SL em ambos os sexos e ER nas meninas, verifica-se um ligeiro declínio entre os 9 e 10 anos na amostra vouzelense, enquanto as crianças belgas e alemãs parecem manter os incrementos médios na pontuação dos testes. Na prova do ER, o comportamento dos valores médios distingue-se dos demais testes. Entre os 6 e os 7 anos de idade, as médias dos meninos vouzelenses são superiores aos belgas, estando próximos aos valores alemães. A partir dos oito anos, os valores médios dos meninos vouzelenses assemelham-se aos belgas, assim como as médias das meninas entre os 6 e os 9 anos de idade.

Tabela 2. Valores percentílicos das quatro provas da Bateria de Testes KTK de meninas.

Equilíbrio à Retaguarda							
Idade	Percentis						
	3	10	25	50	75	90	97
6	8,42	14,68	22,12	30,62	40,08	50,43	61,62
7	9,33	16,39	24,62	33,87	44,01	54,98	66,71
8	10,34	18,72	28,04	38,11	48,81	60,05	71,77
9	11,90	21,35	31,33	41,70	52,37	63,30	74,45
10	12,80	23,34	33,86	44,38	54,89	65,39	75,89

Saltos Monopedais							
Idade	Percentis						
	3	10	25	50	75	90	97
6	2,32	5,96	10,81	16,72	23,59	31,35	39,95
7	3,54	7,90	13,51	20,23	27,96	36,64	46,20
8	5,65	10,90	17,40	25,04	33,71	43,37	53,94
9	7,54	13,50	20,74	29,12	38,58	49,05	60,48
10	9,28	15,56	23,05	31,64	41,26	51,85	63,35

Saltos Laterais							
Idade	Percentis						
	3	10	25	50	75	90	97
6	12,86	16,94	21,55	26,68	32,32	38,47	45,13
7	14,47	19,19	24,53	30,49	37,06	44,23	52,00
8	16,62	22,25	28,66	35,83	43,75	52,42	61,83
9	18,39	24,87	32,28	40,59	49,80	59,90	70,88
10	19,28	26,35	34,46	43,59	53,73	64,87	77,00

Transposição Lateral							
Idade	Percentis						
	3	10	25	50	75	90	97
6	18,71	22,16	25,63	29,13	32,65	36,19	39,75
7	19,27	22,90	26,56	30,25	33,95	37,68	41,43
8	20,12	24,03	27,98	31,95	35,95	39,97	44,01
9	21,19	25,45	29,74	34,07	38,42	42,79	47,19
10	22,03	26,60	31,20	35,85	40,52	45,22	49,94

Tabela 3. Valores percentílicos das quatro provas da Bateria de Testes KTK de meninos.

Equilíbrio à Retaguarda							
Idade	Percentis						
	3	10	25	50	75	90	97
6	2,54	11,63	21,58	32,03	42,83	53,91	65,22
7	4,33	13,88	24,19	34,97	46,09	57,49	69,12
8	7,16	16,90	27,26	38,03	49,11	60,45	72,01
9	10,05	19,81	30,10	40,75	51,68	62,86	74,23
10	12,85	22,58	32,76	43,27	54,03	65,02	76,19

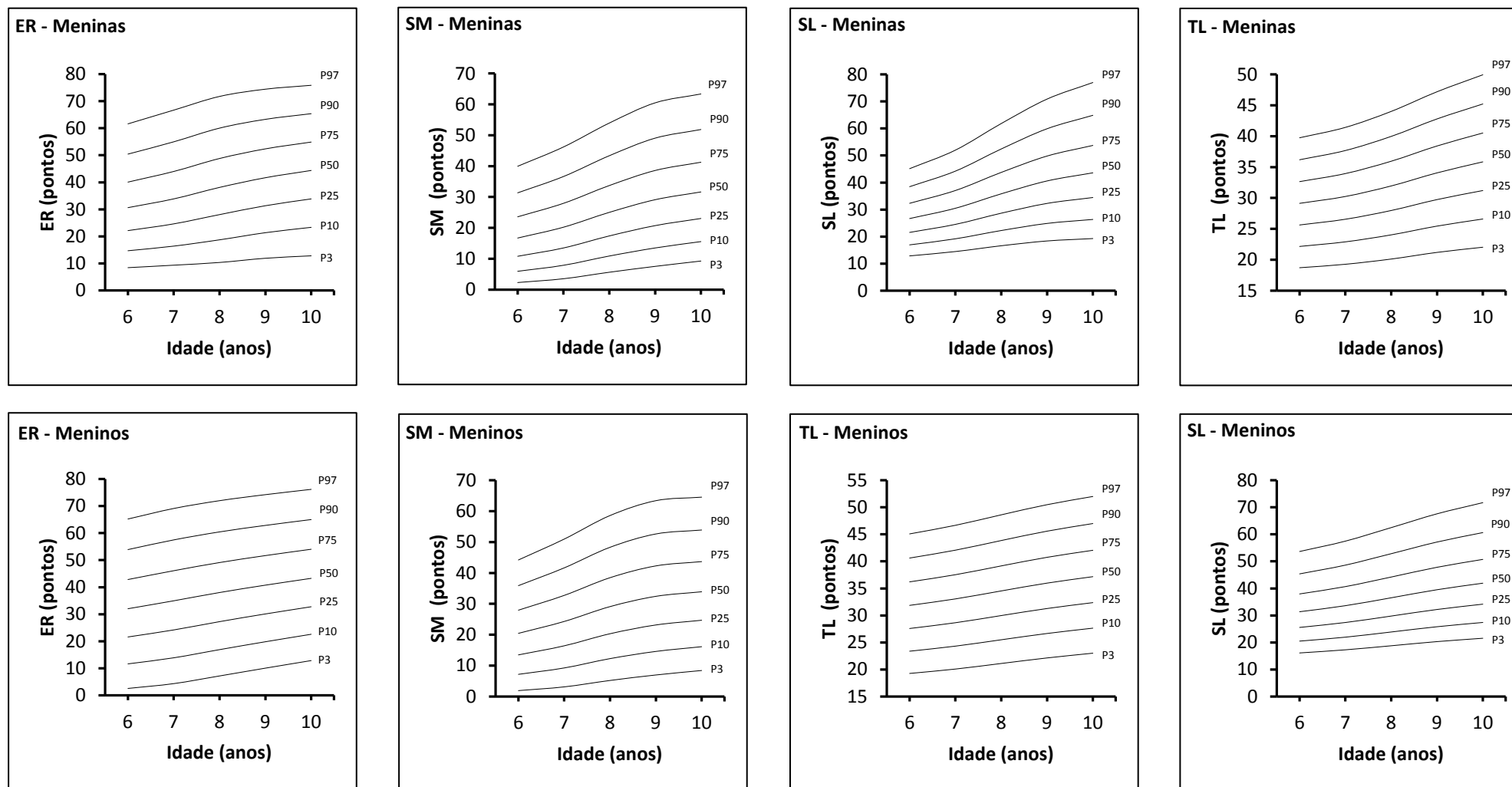
Saltos Monopedais							
Idade	Percentis						
	3	10	25	50	75	90	97
6	1,91	7,18	13,48	20,45	27,95	35,89	44,21
7	3,13	9,26	16,42	24,30	32,74	41,65	50,97
8	5,20	12,27	20,33	29,11	38,47	48,32	58,59
9	6,98	14,60	23,17	32,44	42,29	52,63	63,40
10	8,43	16,13	24,69	33,91	43,67	53,90	64,54

Saltos Laterais							
Idade	Percentis						
	3	10	25	50	75	90	97
6	16,13	20,50	25,56	31,37	37,96	45,37	53,66
7	17,28	21,97	27,39	33,61	40,67	48,62	57,49
8	18,79	23,88	29,78	36,54	44,21	52,85	62,50
9	20,32	25,83	32,21	39,52	47,82	57,16	67,60
10	21,56	27,40	34,17	41,93	50,74	60,65	71,72

Transposição Lateral							
Idade	Percentis						
	3	10	25	50	75	90	97
6	19,27	23,39	27,59	31,86	36,21	40,62	45,08
7	20,08	24,32	28,65	33,06	37,54	42,08	46,67
8	21,12	25,50	29,98	34,54	39,16	43,86	48,61
9	22,14	26,66	31,28	35,98	40,75	45,59	50,49
10	23,02	27,65	32,37	37,17	42,05	47,00	52,01

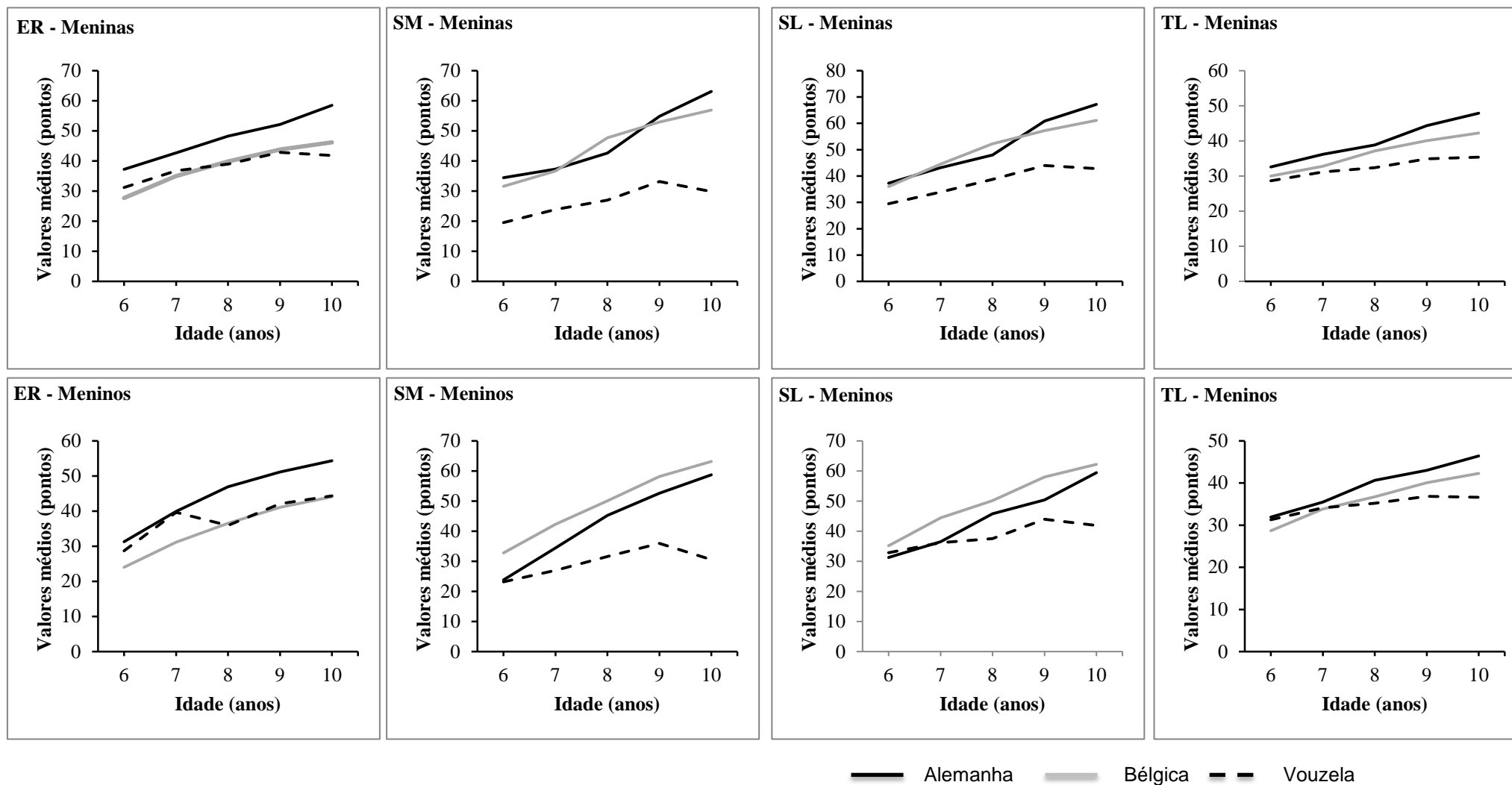
A Figura 3 apresenta o contraste do comportamento do P50 em três provas da bateria de testes KTK entre três amostras: vouzelense, peruana e açoriana. Relativamente à prova do ER, as meninas das três amostras apresentam valores semelhantes ao longo da idade. Os meninos vouzelenses mostram menor incremento ao longo da idade, enquanto os açorianos evidenciam maior declive da reta entre os 6 aos 10 anos. Nos SM, os maiores valores do P50 são das crianças peruanas, embora, a partir dos 8 anos de idade, as meninas açorianas apresentem valores muito próximos, sobrepondo

Figura 1. Curvas percentílicas das quatro provas da Bateria de Testes KTK de meninas e meninos (Graus de liberdade equivalentes para os melhores modelos em cada uma das provas: Meninas - ER=3L3M3So; SM=1L3M3So; SL=1L3M2So; TL=1L3M2So. Meninos - ER=1L3M3So; SM=1L3M3So; SL=1L3M1So; TL=1L3M2So).



ER: equilíbrio à retaguarda; SM: saltos monopedais; SL: saltos laterais; TL: transposição lateral.

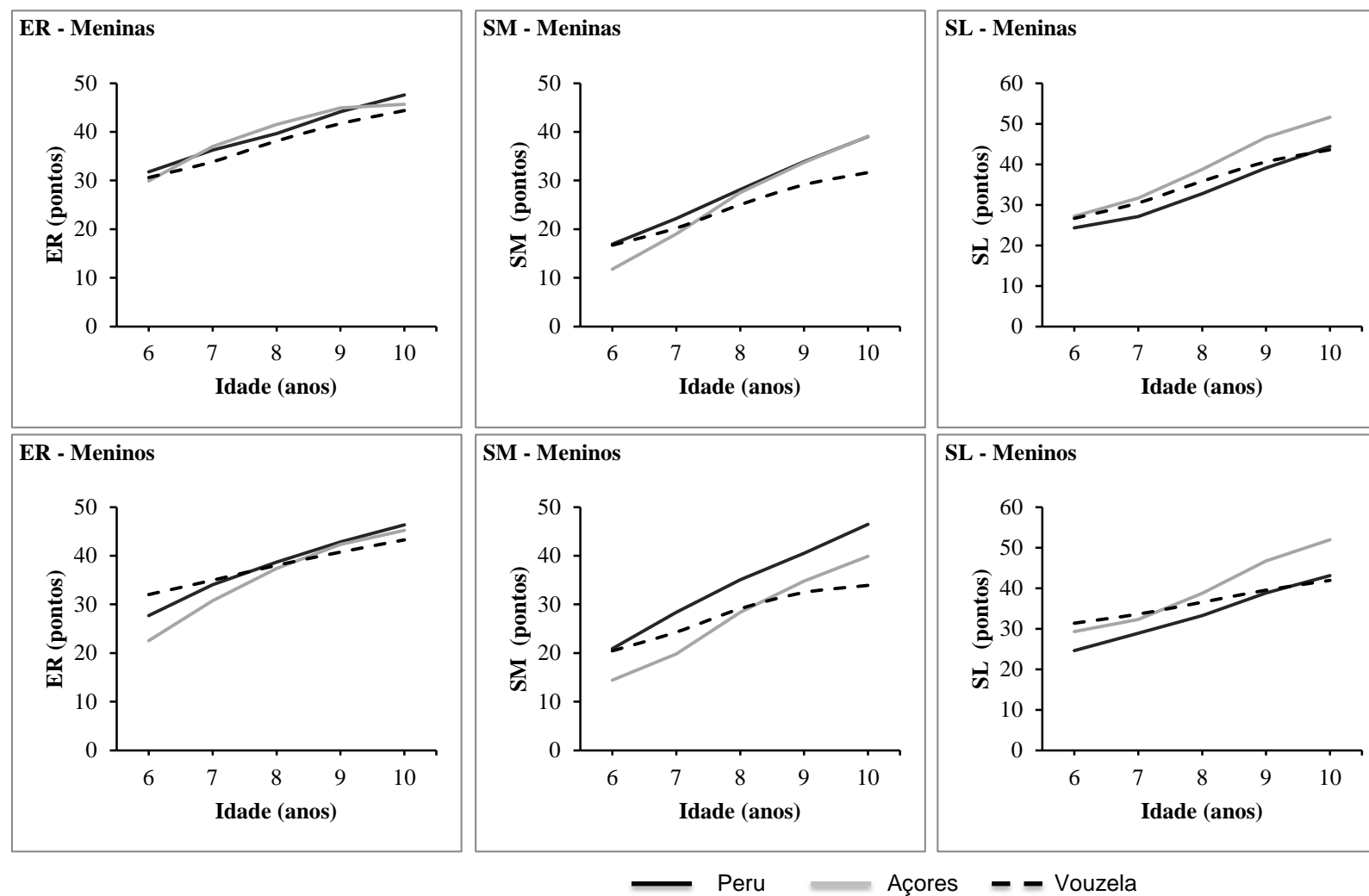
Figura 2. Comparação dos valores médios das quatro provas da Bateria de Testes KTK com os de outros estudos.



ER: equilíbrio à retaguarda; SM: saltos monopedais; SL: saltos laterais; TL: transposição lateral.

Raquel Nichele de Chaves

Figura 3. Comparação dos valores medianos (P50) das quatro provas da Bateria de Testes KTK com os de outros estudos.

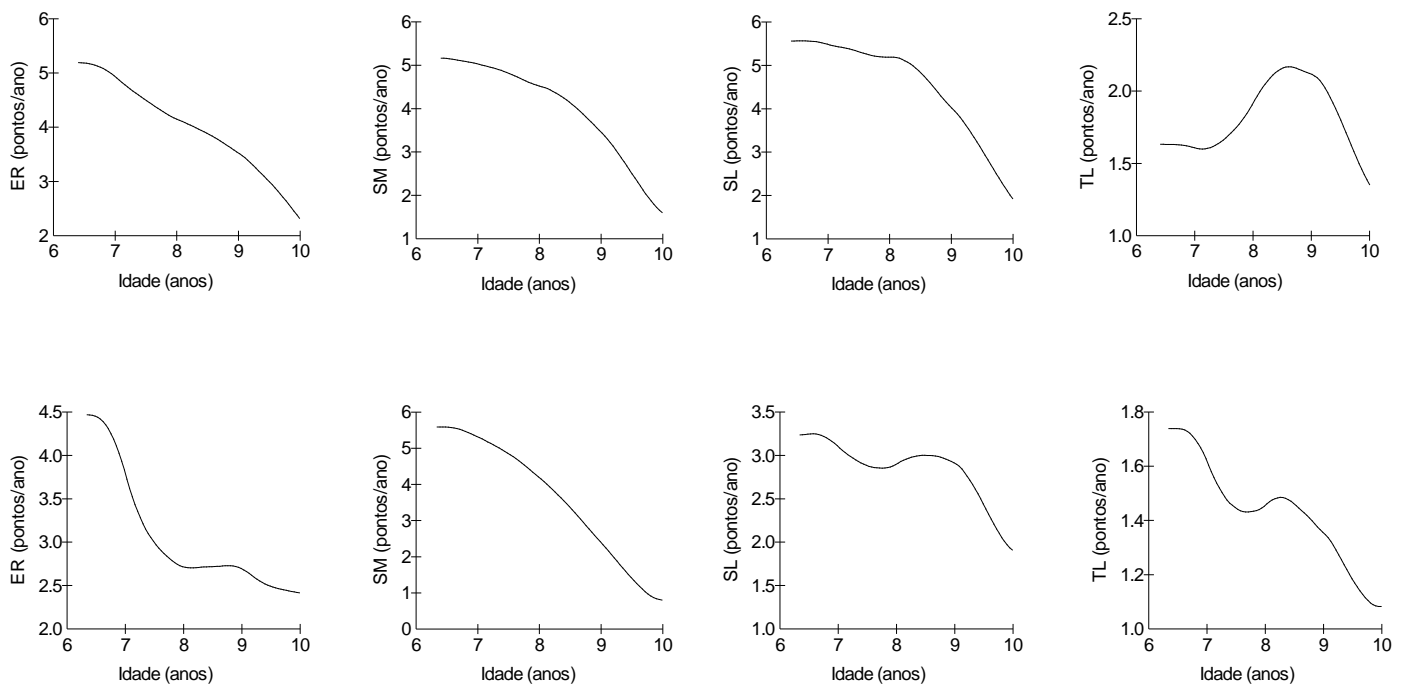


ER: equilíbrio à retaguarda; SM: saltos monopedais; SL: saltos laterais; TL: transposição lateral.

as retas. Nos SL, as crianças vauzelenses mostram menores incrementos ao longo da idade, comparativamente às peruanas e açorianas.

Na Figura 4 estão representadas, graficamente, as pseudo-curvas de velocidade da mediana, em função do sexo, referente às quatro provas da bateria de testes KTK. Em todas as pseudo-curvas, identifica-se uma diminuição da magnitude de ganhos anuais, sendo específicas de cada prova, bem como diferentes em meninos e meninas. Nas meninas, as pseudo-curvas de velocidade das provas ER, SM e SL são similares e evidenciam maiores taxas de incrementos anuais entre os 6 e os 7 anos de idade; na TL, a maior velocidade de desempenho coordenativo parece ocorrer entre os 8 e os 9 anos. Nos meninos, cada prova apresenta um comportamento distinto em função das oscilações aumento/redução das velocidades de desempenho, embora também se verifiquem maiores resultados entre os 6 e os 7 anos e menores aos 10 anos de idade.

Figura 4. Pseudo-curvas de velocidade das quatro provas da Bateria de Testes KTK de meninos e meninas.



ER: equilíbrio à retaguarda; SM: saltos monopedaís; SL: saltos laterais; TL: transposição lateral

DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivos construir valores de referência percentílica para as provas da bateria de testes KTK, comparar o desempenho coordenativo das crianças vouzelenses com o desempenho das crianças de estudos desenvolvidos em locais com estruturas socioeconômicas e geográficas distintas, a que se adicionou a apresentação de pseudo-curvas de velocidade. São intentos de confluência entre inquietação acadêmica e significado educacional no contexto de intervenção pedagógica em crianças do 1.º CEB.

As cartas centílicas de referência apresentadas têm a sua origem em um delineamento transversal, cujo plano de amostragem assegura a representatividade das crianças do Concelho de Vouzela, com idades compreendidas entre os 6 e os 10 anos, proveniente das 18 instituições municipais do 1.º CEB, refletindo, por isso, diferentes condições geográficas e sociais do Concelho. Salienta-se, ainda, o considerável número de sujeitos em cada valor discreto de idade, exceto aos 6 anos. Há informações provenientes de estudos de simulação para construção de cartas centílicas de altura (GUO, ROCHE, CHUMLEA, JOHNSON, KUCZMARSKI & CURTIN, 2000), em que é sugerido o valor de 300 sujeitos por idade e sexo, sobretudo quando se pretende obter estimativas precisas dos percentis extremos (P3 e P97). Não obstante essa sugestão estrita no domínio da Auxologia, há resultados disponíveis na literatura relativos à elaboração de cartas de referência do desempenho neuromotor com uma dimensão amostral não muito distinta da referida no presente estudo. Assim, Largo et al. (2003) reportaram valores percentílicos para o desenvolvimento neuromotor com base em uma amostra de 662 crianças e adolescentes suíços com idades compreendidas entre os 5 e os 18 anos, i.e., 47 sujeitos em cada valor discreto de idade, independentemente do sexo. Em outro estudo, já no domínio da composição corporal, desenvolvido no Sudeste da Inglaterra (MCCARTHY, COLE, FRY, JEBB & PRENTICE, 2006) relativo à elaboração de curvas de referência da massa gorda corporal total, foram amostrados 1985 indivíduos, também dos 5 aos 18 anos de idade, ou seja, aproximadamente 71 sujeitos em cada idade e

sexo. Ora, o problema reside, no nosso estudo, na amostra aos 6 anos de idade, 39 meninos e 25 meninas, 64 no total, não muito distinta dos estudos anteriores, a que acresce o fato da qualidade das curvas L, M e S nesta idade ser relativamente precisa face aos valores dos erros-padrão serem baixos e praticamente iguais aos das outras idades.

O uso do método LMS para expressar a variabilidade interindividual explícita no desempenho coordenativo tem apresentado objetividade suficiente e vantagens claras relativamente a outros métodos de estimação (ROELANTS, HAUSPIE & HOPPENBROUWERS, 2009). Destaca-se a distinção na representação gráfica das curvas de referência e o modo como as constrói, suavizando a distribuição dos valores e mantendo equilíbrio entre a fidedignidade dos dados e a parcimônia dos modelos ajustados. No que se refere à confiabilidade dos valores do desempenho nas quatro provas da bateria de testes KTK, os valores da correlação intraclasse foram elevados, entre 0,84 e 0,91, corroborando estudos prévios e mostrando a reduzida variância de erro; por exemplo, Lopes et al. (LOPES, MAIA, SILVA, SEABRA & MORAIS, 2003), em um estudo com crianças açorianas, reportaram estimativas situadas entre 0,78 e 0,98, e Valdivia et al. (VALDÍVIA, LARA, ESPINOZA, POMAHUACRE, RAMOS, SEABRA, GARGANTA & MAIA, 2008), em estudo com crianças peruanas, referiram valores entre 0,80 e 0,91. Relativamente à parcimônia no ajustamento dos modelos para cada prova e sexo, a partir dos três parâmetros escalares relativos aos graus de liberdade (E) de cada curva, i.e., E_L , E_M , E_S , sugeridos por Cole e Green (1992), os modelos finais refletem o melhor ajustamento e estão de acordo com a proposta de Pan & Cole (2011).

As curvas percentílicas expressam a forte variabilidade interindividual em cada valor discreto de idade no desempenho das quatro provas da bateria de testes KTK, sendo distinta entre meninos e meninas e entre testes. Por exemplo, na prova dos SL, a amplitude dos valores percentílicos aos 6 anos varia entre 12,86 (P3) e 45,13 (P97) para as meninas e 16,13 (P3) e 53,66 (P97) para os meninos. Isso significa que na mesma idade há crianças vouzelenses com baixa proficiência motora (abaixo do P10) e outras que

apresentam valores próximos ou superiores ao percentil 50 dos indivíduos com 10 anos de idade. Importa ressaltar que o aumento do desempenho coordenativo ao longo da idade tem magnitudes específicas em cada percentil. Nessa prova, meninas e meninos com valores de desempenho situados no P3 aumentam apenas 6,42 e 5,43 pontos, respectivamente, enquanto no P97 a progressão dos ganhos é de 31,87 pontos para as meninas e 18,06 pontos para os meninos. Um comportamento similar é verificado nos estudos desenvolvidos na Região Autónoma dos Açores (VIDAL, BUSTAMANTE, LOPES, SEABRA, SILVA & MAIA, 2008) e no Peru (VALDÍVIA, LARA, ESPINOZA, POMAHUACRE, RAMOS, SEABRA, GARGANTA & MAIA, 2008), embora a magnitude desses valores seja inferior à amostra vouzelense. Nas outras provas da bateria, a diferença dos percentis também é elevada e o aumento do desempenho coordenativo ao longo da idade é superior nos percentis mais elevados (P90 e P97), com exceção dos meninos na prova do ER, onde o aumento é constante e situa-se entre 10,31 e 11,24 pontos, considerando todos os percentis. Mediante tais evidências, atribuir significado e perceber o alcance da presença de forte variabilidade do desempenho coordenativo, em diferentes contextos socioeconômicos, educativos e culturais, torna-se uma tarefa ainda mais urgente dos profissionais da Educação Física no planejamento das suas estratégias educativas relativamente ao desenvolvimento da coordenação motora, com impacto nas aprendizagens cognitivas.

Em geral, as crianças vouzelenses apresentaram valores médios inferiores de desempenho coordenativo nas diferentes provas da bateria de testes KTK relativamente às crianças belgas e alemãs. Não obstante, nas provas em que o equilíbrio, o ritmo e a agilidade são mais requeridas, ER e TL, os valores médios das crianças vouzelenses situam-se próximos da amostra belga, enquanto os alemães apresentam valores superiores em todas as idades e em ambos os sexos. Considerando a defasagem temporal, i.e 35 anos entre o estudo alemão e os demais, essas diferenças poderiam ser atribuídas, eventualmente, ao efeito da tendência secular negativa no desempenho motor ocorrida em países europeus. São poucos os estudos sobre as mudanças

seculares do desempenho motor de crianças (RUNHAAR, COLLARD, SINGH, KEMPER, VAN MECHELEN & CHINAPAW, 2010; MATTON, DUVIGNEAUD, WIJNDAELE, PHILIPPAERTS, DUQUET, BEUNEN, CLAESSENS, THOMIS & LEFEVRE, 2007) e quase inexistentes quando o assunto é o desempenho coordenativo. Não obstante esta insuficiência e algum conflito entre resultados (SMPOKOS, LINARDAKIS, PAPADAKI, LIONIS & KAFATOS, 2012), há evidência do declínio de componentes de aptidão física e neuromotora. Tomkinson (2007), numa análise sistemática dos resultados reportados em 27 países de 5 regiões geográficas, no período de 1958 a 2003, sugere uma tendência de declínio da performance (i.e., tendência secular negativa) em testes de velocidade (*sprint running and agility runnign tests*), entre outras capacidades, de crianças com idades compreendidas entre 6 e 12 anos. No mesmo sentido, Runhaar et al. (RUNHAAR, COLLARD, SINGH, KEMPER, VAN MECHELEN & CHINAPAW, 2010) salientam uma redução da aptidão neuromotora de crianças holandesas, com idades entre os 9 e os 12 anos, no período de 1980 e 2006. E ainda no domínio da aptidão física e competência motora, Nishijima et al. (NISHIJIMA, KOKUDO & OHSAWA, 2003) reportam, também, uma tendência negativa, i.e., decréscimo contínuo dessas características em uma amostra japonesa (n=12.832), a partir de 1985, tendo desenvolvido o estudo ao longo de 34 anos (1964-1997).

Nas tarefas motoras em que se requerer, além de capacidades coordenativas, a força muscular (explosiva) para uma boa performance, i.e, SM e SL, as crianças vouzelenses apresentam valores médios inferiores comparativamente às belgas e alemãs. Importa ressaltar a similitude do desempenho coordenativo nessas provas entre as crianças belgas e alemãs, a diferença temporal de 35 anos não impede que alguns valores médios da amostra belga se sobressaiam à alemã. Entre as crianças belgas e as vouzelenses, as diferenças tendem a aumentar ao longo da idade, variando entre 9,6 (meninos aos 6 anos) e 32,56 pontos (meninos aos 10 anos) nos SM e entre 2,27 (meninos aos 6 anos) e 20,03 pontos (meninos aos 10 anos) nos SL, em que as crianças belgas apresentam desempenho superior em todas as idades e em ambos os sexos. Relativamente à amostra alemã, as crianças

vouzelandeses também têm um desempenho inferior, à exceção dos meninos aos 6 anos, e aumento das diferenças ao longo da idade; a amplitude dessas diferenças situa-se entre 0,64 (meninos aos 6 anos) e 33,28 pontos (meninas aos 10 anos) nos SM e entre 0,32 (meninos aos 7 anos) e 24,41 pontos (meninas aos 10 anos). Essas evidências podem estar relacionadas a aspectos das rotinas de vida das crianças bem como a fatores socioculturais intrínsecos de cada população [sobre esta matéria ver Bouchard et al., (1997); Malina et al., (2004)], sendo difícil verificar uma tendência secular do comportamento do desempenho coordenativo nessas provas, em que a força muscular se mostra uma forte componente. Importa destacar, ainda, que os níveis de proficiência motora estão, de certo modo, condicionados pelas rotinas diárias das crianças, assim como pelos seus níveis e padrões de prática de atividade física (CAIRNEY, HAY, FAUGHT & HAWES, 2005), marcados pela sua permanência na escola, carga horária das aulas de educação física, o modo como as diferentes facetas do currículo são priorizadas e aplicadas, assim como, pela motivação intrínseca de cada criança e pelas condições dos materiais e métodos disponibilizados específicos de cada país, cultura e espaçamento temporal.

No que concerne ao comportamento do P50 nas provas da bateria de testes KTK (ER, SM e SL), sugere-se certa similitude do desempenho coordenativo entre as três amostras contrastadas, i.e. Vouzela, Peru e Região Autónoma dos Açores, cuja amplitude das diferenças situa-se, sobretudo, abaixo dos 5 pontos. É provável que o modo como as crianças interagem com o seu ambiente e vivenciam suas experiências motoras lúdicas informais e formais possam ser similares, tanto no âmbito escolar, desportivo, quanto no contexto social em que estão inseridas. Ao analisar aspectos socioeducacionais do Concelho de Vouzela e da Região Autónoma dos Açores, não é possível reportar expressivas diferenças, haja vista o seguimento da mesma proposta curricular e prática educativa. Do mesmo modo, em Lima, no Peru, a Educação Física é estabelecida como uma importante área da educação, inserida no programa curricular (VALDÍVIA, 2007).

As pseudo-curvas de velocidade da mediana sugerem alguma especificidade em cada prova da bateria de testes KTK no que se refere às mudanças anuais de pontuação (as velocidades são negativas), i.e, podem estar associadas a diferentes janelas de oportunidades de aprendizagens motoras. Em todas as provas há declives negativos ao longo da idade, com distintas tendências mas sempre de natureza não-linear, sugerindo alguma diferenciação entre sexos, corroborando estudos prévios que reportam diferenças entre meninos e meninas (VANDORPE, VANDENDRIESSCHE, LEFEVRE, PION, VAEYENS, MATTHYS, PHILIPPAERTS & LENOIR, 2011; VALDÍVIA, CARTAGENA, SARRIA, TÁVARA, SEABRA, SILVA & MAIA, 2008; LOPES, MAIA, SILVA, SEABRA & MORAIS, 2003; KIPHARD & SCHILLING, 1974). Não é de nosso conhecimento qualquer estudo prévio que tenha reportado curvas ou pseudo-curvas de velocidade para o desempenho coordenativo não sendo possível analisar o seu comportamento. Contudo, ganha consistência a sugestão da redução da velocidade a que se verificam os incrementos anuais da coordenação motora entre os 6 e os 10 anos de idade.

O presente estudo apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, a dimensão amostral e representatividade dos seis anos de idade, embora estudos prévios (MCCARTHY, COLE, FRY, JEBB & PRENTICE, 2006; LARGO, FISCHER & ROUSSON, 2003) tenham reportado amostras com efetivos semelhantes. Ainda assim, o reduzido erro-padrão nas estimativas das curvas L, M e S aos 6 anos de idade confere segurança ao cálculo dos percentis. Em segundo lugar, há que salientar o problema sempre sério de comparações entre as populações quando não se possui informação adicional, validada transculturalmente, para interpretar diferenças entre desempenhos das crianças. Não obstante estes pontos, há aspectos fortes do presente estudo que merecem referência: (1) a utilização de um método robusto, sofisticado e muito atual relativamente à análise estatística, com a relevante representação gráfica e numérica dos perfis configuracionais do desempenho coordenativo das diferentes provas da bateria de testes KTK; (2) apresentação de pseudo-curvas de velocidade dos valores medianos para as quatro provas da bateria de testes KTK, sugerindo informação sobre diferentes janelas de

oportunidades de desenvolvimento coordenativo, dos 6 aos 10 anos de idade, contribuindo para o estabelecimento de planejamento e organização mais esclarecida e eficiente da prática educativa do Professor de Educação Física.

Em conclusão, os valores de referência construídos pelo presente estudo sugerem a presença de forte variabilidade interindividual do desempenho coordenativo das quatro provas da bateria de testes KTK. Daqui a necessidade em considerar as diferenças de desempenho entre crianças como um espaço privilegiado para ação pedagógica em contexto escolar, sendo que ao professor de Educação Física cabe a responsabilidade de apresentar propostas significativas de experiências motoras diversificadas e diferenciadas. Relativamente aos valores médios de estudos internacionais, nomeadamente alemães e belgas, o desempenho das crianças vouzelenses é inferior. Nas provas ER e TL, onde se requer mais equilíbrio, ritmo e agilidade, sugere-se a eventualidade de uma tendência secular negativa no desempenho motor de crianças europeias, considerando a defasagem temporal entre estudo alemão e os demais. As comparações entre os valores do P50 das amostras vouzelense, peruana e açoriana sugerem similitude nos resultados. Por fim, as pseudo-curvas de velocidade construídas mostram uma redução da velocidade dos incrementos anuais do desempenho coordenativo, entre os 6 e os 10 anos de idade, sendo específica de cada prova da bateria de testes KTK e entre meninos e meninas.

Agradecimentos: À Câmara Municipal de Vouzela, ao Agrupamento de escolas de Vouzela e a todos os profissionais da Educação Física e Desporto envolvidos no estudo; à Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) de Portugal (financiamento ao projeto de referência *PTDC/DES/67569/2006*) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior – CAPES (bolsa de Doutorado no exterior). Um agradecimento especial a todas as crianças participantes do projeto “Vouzela Ativa”.

Tabela-anexo 1. Valores das curvas LMS e respectivos erros-padrão (ep) em função do sexo e da idade.

ER		Meninas					Meninos					
Idade	L	ep	M	ep	S	ep	L	ep	M	ep	S	ep
6	0,78	0,32	29,47	2,02	0,40	0,05	0,89	0,04	31,96	2,22	0,49	0,05
7	0,78	0,18	32,98	1,17	0,40	0,03	0,89	0,04	34,94	1,30	0,47	0,03
8	0,85	0,15	37,49	1,00	0,39	0,02	0,89	0,04	38,00	1,08	0,43	0,02
9	0,92	0,15	41,37	1,02	0,37	0,02	0,89	0,04	40,73	1,07	0,39	0,02
10	1,00	0,18	44,34	1,19	0,35	0,02	0,89	0,04	43,25	1,22	0,36	0,02
SM		Meninas					Meninos					
Idade	L	ep	M	ep	S	ep	L	ep	M	ep	S	ep
6	0,60	0,02	16,71	1,67	0,57	0,06	0,79	0,03	20,42	1,60	0,53	0,05
7	0,60	0,02	20,22	0,94	0,53	0,04	0,79	0,03	24,28	0,92	0,50	0,03
8	0,60	0,02	25,04	0,84	0,48	0,03	0,79	0,03	29,11	0,87	0,46	0,02
9	0,60	0,02	29,13	0,88	0,46	0,02	0,79	0,03	32,44	0,91	0,44	0,02
10	0,60	0,02	31,63	1,03	0,43	0,03	0,79	0,03	33,90	1,05	0,42	0,02
SL		Meninas					Meninos					
Idade	L	ep	M	ep	S	ep	L	ep	M	ep	S	ep
6	0,52	0,04	26,68	1,59	0,30	0,02	0,35	0,12	31,36	0,91	0,29	0,01
7	0,52	0,04	30,49	0,89	0,30	0,02	0,35	0,12	33,61	0,51	0,29	0,01
8	0,52	0,04	35,82	0,85	0,31	0,01	0,35	0,12	36,53	0,43	0,29	0,01
9	0,52	0,04	40,58	0,92	0,32	0,01	0,35	0,12	39,52	0,45	0,29	0,01
10	0,52	0,04	43,59	1,14	0,33	0,02	0,35	0,12	41,93	0,54	0,29	0,01
TL		Meninas					Meninos					
Idade	L	ep	M	ep	S	ep	L	ep	M	ep	S	ep
6	0,94	0,12	29,12	0,91	0,18	0,01	0,88	0,13	31,86	0,98	0,20	0,01
7	0,94	0,12	30,24	0,51	0,18	0,01	0,88	0,13	33,05	0,56	0,20	0,01
8	0,94	0,12	31,95	0,43	0,18	0,01	0,88	0,13	34,3	0,48	0,19	0,01
9	0,94	0,12	34,06	0,45	0,19	0,01	0,88	0,13	35,97	0,49	0,19	0,01
10	0,94	0,12	35,84	0,54	0,19	0,01	0,88	0,13	37,17	0,56	0,19	0,01

ER: equilíbrio à retaguarda; SM: saltos monopedais; SL: saltos laterais; TL: transposição lateral.

REFERÊNCIAS

BOUCHARD, C., MALINA, R. M., PÉRUSSE, L. **Genetics of Fitness and Physical Performance**. Champaign: Human Kinetics, 1997.

CAIRNEY, J., HAY, J., VELDHUIZEN, S., MISSIUNA, C., MAHLBERG, N., FAUGHT, B. E. Trajectories of relative weight and waist circumference among children with and without developmental coordination disorder. **Canadian Medical Association Journal**, Ottawa, v.182, n.11, p.1167-1172, 2010.

CAIRNEY, J., HAY, J. A., FAUGHT, B. E., FLOURIS, A., KLENTROU, P. Developmental coordination disorder and cardiorespiratory fitness in children. **Pediatric Exercise Science**, Champaign, Illinois, v.19, n.1, p.20-28, 2007.

CAIRNEY, J., HAY, J. A., FAUGHT, B. E., HAWES, R. Developmental coordination disorder and overweight and obesity in children aged 9-14 y. **International Journal of Obesity**, London, v.29, n.4, p.369-372, 2005.

CANTELL, M., CRAWFORD, S. G., TISH DOYLE-BAKER, P. K. Physical fitness and health indices in children, adolescents and adults with high or low motor competence. **Human Movement Science**, Amsterdam, v.27, n.2, p.344-362, 2008.

COLE, T. J., GREEN, P. J. Smoothing reference centile curves: the LMS method and penalized likelihood. **Statistics in Medicine**, Chichester, v.11, n.10, p.1305-1319, 1992.

COLLET, C., FOLLE, A., PELOZIN, F., BOTTI, M., NASCIMENTO, J. V. Nível de coordenação motora de escolares da rede estadual da cidade de Florianópolis. **Motriz**, Rio Claro, v.14, n.4, p.373-380, 2008.

ETCHEPARE, L. S., PEREIRA, E. F., ZINN, J. L. Educação Física nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista da Educação Física/UEM**, Maringá, v.14, n.1, p.59-66, 2003.

GORLA, J. I., DUARTE, E., MONTAGNER, P. C. Avaliação da coordenação motora de escolares da área urbana do município de Umuarama-PR, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v.16, n.2, p.57-65, 2008.

GUO, S. S., ROCHE, A. F., CHUMLEA, W. C., JOHNSON, C., KUCZMARSKI, R. J., CURTIN, R. Statistical effects of varying sample sizes on the precision of percentile estimates. **American Journal of Human Biology**, New York, v.12, n.1, p.64-74, 2000.

HANDS, B., LARKIN, D. Physical fitness differences in children with and without motor learning difficulties. **European Journal of Special Needs Education**, London, v.21, n.4, p.447-456, 2006.

KIPHARD, E. J., SCHILLING, F. **Körperkoordinationstest für Kinder. 2. Überarbeitete und ergänzte Auflage**. Weinheim: Beltz Test GmbH, 2007.

KIPHARD, E. J., SCHILLING, F. **Körperkoordinationstest für Kinder**. Weinheim: Beltz Test GmbH, 1974.

LARGO, R. H., FISCHER, J. E., ROUSSON, V. Neuromotor development from kindergarten age to adolescence: developmental course and variability. **Swiss Medical Weekly**, Basel, v.133, n.13-14, p.193-199, 2003.

LASKOWSKI, E. R., NEWCOMER-ANEY, K., SMITH, J. Proprioception. **Physical medicine and rehabilitation clinics of North America**, Philadelphia, v.11, n.2, p.323-340, 2000.

LEE, W. A. Neuromotor synergies as a basis for coordinated intentional action. **Journal of motor behavior**, Washington, v.16, n.2, p.135-170, 1984.

LOPES, V. P., MAIA, J., SILVA, R. G., SEABRA, A., MORAIS, F. P. Estudo do nível de desenvolvimento da coordenação motora da população escolar (6 aos 10 anos de idade) da Região Autónoma dos Açores. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v.3, n.1, p.47-60, 2003.

MALINA, R. M. Motor Development during Infancy and Early Childhood: Overview and Suggested Directions for Research. **International Journal of Sport and Health Science**, Tokyo, v.2, p.50-66, 2004.

MALINA, R. M., BOUCHARD, C., BAR-OR, O. **Growth, maturation, and physical activity**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.

MATTON, L., DUVIGNEAUD, N., WIJNDAELE, K., PHILIPPAERTS, R., DUQUET, W., BEUNEN, G., CLAESSENS, A. L. Secular trends in anthropometric characteristics, physical fitness, physical activity, and biological maturation in Flemish adolescents between 1969 and 2005. **American Journal of Human Biology**, New York, v.19, n.3, p.345-357, 2007.

MCCARTHY, H. D., COLE, T. J., FRY, T., JEBB, S. A., PRENTICE, A. M. Body fat reference curves for children. **International Journal of Obesity**, London, v.30, n.4, p.598-602, 2006.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Organização Curricular e Programas - Ensino Básico: 1º Ciclo**. Alqueirão-Mem Martins: Departamento da Educação Básica, 2004.

NISHIJIMA, T., KOKUDO, S., OHSAWA, S. Changes over the Years in Physical and Motor Ability in Japanese Youth in 1964-97. **International Journal of Sport and Health Science**, Tokyo, v.1, p.164-170, 2003.

PAN, H., COLE, T. J. ImsChartMaker, a program to construct growth references using the LMS method. Version 2.54. 2011.

PAN, H., COLE, T. J. A comparison of goodness of fit tests for age-related reference ranges. **Statistics in Medicine**, Chichester, v.23, n.11, p.1749-1765, 2004.

ROELANTS, M., HAUSPIE, R., HOPPENBROUWERS, K. References for growth and pubertal development from birth to 21 years in Flanders, Belgium. **Annals of human biology**, London, v.36, n.6, p.680-694, 2009.

ROSIQUE, J., REBATO, E. Comparative study of statural growth in Spanish populations. **American Journal of Human Biology**, New York, v.7, n.5, p.553-564, 1995.

ROYSTON, P., WRIGHT, E. M. Goodness-of-fit statistics for age-specific reference intervals. **Statistics in Medicine**, Chichester, v.19, n.21, p.2943-2962, 2000.

RUNHAAR, J., COLLARD, D. C., SINGH, A. S., KEMPER, H. C., VAN MECHELEN, W., CHINAPAW, M. Motor fitness in Dutch youth: differences over a 26-year period (1980-2006). **Journal of science and medicine in sport**, Belconnen, v.13, n.3, p.323-328, 2010.

RUNHAAR, J., COLLARD, D. C., SINGH, A. S., KEMPER, H. C., VAN MECHELEN, W., CHINAPAW, M. Motor fitness in Dutch youth: differences over a 26-year period (1980-2006). **Journal of science and medicine in sport**, Belconnen, v.13, n.3, p.323-328, 2010.

SMPOKOS, E. A., LINARDAKIS, M., PAPADAKI, A., LIONIS, C., KAFATOS, A. Secular trends in fitness, moderate-to-vigorous physical activity, and TV-viewing among first grade school children of Crete, Greece between 1992/93 and 2006/07. **Journal of science and medicine in sport**, Belconnen, v.15, n.2, p.129-135, 2012.

TOMKINSON, G. R. Global changes in anaerobic fitness test performance of children and adolescents (1958-2003). **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v.17, n.5, p.497-507, 2007.

VALDÍVIA, A. B. **Análisis interactivo de la coordinación motora, actividad física y del índice de masa corporal en escolares peruanos. Estudio transversal en niños de ambos sexos de los 6 a los 11 años de edad.** 2007 Tese [Mestrado]. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Porto, 2007.

VALDÍVIA, A. B., CARTAGENA, L. C., SARRIA, N. E., TÁVARA, I. S., SEABRA, A., SILVA, R. G., MAIA, J. **Coordinación Motora: Influencia de la**

edad, sexo, estatus socio-económico y niveles de adiposidad en niños peruanos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v.10, n.1, p.25-34, 2008.

VALDÍVIA, A. B., LARA, R., ESPINOZA, C. B., POMAHUACRE, S. Q., RAMOS, G. R., SEABRA, A., GARGANTA, R. Prontitud coordinativa: perfles multivariados en función de la edad, sexo y estatus socio-económico. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v.8, n.1, p.34-46, 2008.

VAN BUUREN, S., FREDRIKS, M. Worm plot: a simple diagnostic device for modelling growth reference curves. **Statistics in Medicine**, Chichester, v.20, n.8, p.1259-1277, 2001.

VANDORPE, B., VANDENDRIESSCHE, J., LEFEVRE, J., PION, J., VAEYENS, R., MATTHYS, S., PHILIPPAERTS, R. The KorperkoordinationsTest fur Kinder: reference values and suitability for 6-12-year-old children in Flanders. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, Copenhagen, v.21, n.3, p.378-388, 2011.

VIDAL, S. M., BUSTAMANTE, A., LOPES, V. P., SEABRA, A., SILVA, R. G., MAIA, J. A. Construção de cartas centílicas da coordenação motora de crianças dos 6 aos 11 anos da Região Autónoma dos Açores, Portugal. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v.9, n.1, p.24-35, 2008.

ZEMEL, B. S., JOHNSTON, F. E. Application of the Preece-Baines Growth-Model to Cross-Sectional Data - Problems of Validity and Interpretation. **American Journal of Human Biology**, New York, v.6, n.5, p.563-570, 1994.

Capítulo IV

Estudios Analíticos

Estudo IV

Estudo Empírico

Do child and school-level characteristics explain inter-individual differences in gross motor coordination development?

Raquel Chaves^{a,b}, Adam Baxter-Jones^c, Thayse Gomes^a, Michele Souza^{a,b} e
José Maia^a

*Artigo submetido: Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports
(Países Escandinavos).*

^a CIFI²D, Faculty of Sport, University of Porto, Porto, Portugal.

^b CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brasília, DF, Brazil.

^c College of Kinesiology, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

ABSTRACT

The aim of this study was to identify child and school-level characteristics that explain inter-individual differences in gross motor coordination (GMC) development. Participants (n=390) aged 6 to 10 years were recruited and assessed from Portuguese primary schools (n=18). Birth weight, Body fat (BFAT), total physical activity (TPA), physical fitness levels (PFS) and GMC were assessed. To take account of data being clustered within schools analysis was performed using multilevel modelling. It was found that children-level variables (age, sex, PFS, and BFAT) significantly explained 63% of the 90% variance fraction at the individual level; with increasing age children were better coordinated, boys outperformed girls, those with higher BFAT were less coordinated, and those with higher PFS were more coordinated ($p<0.05$). School-variables explained 84% of the 10% variation fraction attributable to school level. These findings add new evidences about the contributing factors explaining GMC differences among children. Although school environment seems to play a minor role in GMC development, it is very important to stress the relevance of school contexts and conditions in providing adequate and enriching opportunities for children's motor development.

Key Words: Motor coordination; hierarchical linear modelling; schoolchildren.

INTRODUCTION

Development of gross motor coordination (GMC) is not only an important determinant of a child's efficient motor skill learning (Vandorpe et al., 2011), but also of their satisfactory psychological and motor development (Emck et al., 2009). Well-organized motor actions and adequate motor responses are prerequisites for the success of different daily tasks. For example, children with accurate and balanced movements are more likely to respond appropriately to daily situations at home and at school, as well as with regards to sports participation. All of these situations underlie the importance of movement skill development for social interactions and health-related benefits (Emck et al., 2009; Stodden et al., 2009).

It has been acknowledged that motor coordination is an important predictor of physical fitness, physical activity and, weight status/body fatness (D'Hondt et al., 2011; Lopes et al., 2011; Stodden et al., 2008), suggesting that high levels of motor competence are positively related to a child's active, fit lifestyle. This suggest that low levels of motor coordination can negatively affect physical fitness performance, which may in turn induces low levels of physical activity engagement, and this has the potential to increase a child's body fatness (Rivilis et al., 2011). This hypothesis is supported by linkages shown in studies of children's motor coordination, morphology, physical activity and physical fitness (Graf et al., 2004; Vandendriessche et al., 2011).

It has also been suggested that fetal life is a contributing factor to general motor development (Keller et al., 1998). Low birth weight has been shown to be an important marker of fetal adaptive responses to undernutrition, placental dysfunction and other adverse influences. This is illustrated by an observed change in the trajectory of infant growth (Bateson et al., 2004). Low birth weight has been shown to be a strong risk factor for delayed motor development across the lifespan, especially during childhood development (Keller et al., 1998). The severity of the adversity and consequence of low birth weight are strongly related to impaired motor development and the timing of the motor deficits (Datar & Jackowitz, 2009; Goyen & Lui, 2002). For example, extremely

low birth weight children have poorer motor coordination levels; a motor deficit that may remain across their life span.

Children's GMC development results from a complex interaction of biological, maturational, physical and behavioural characteristics, as well as a wide spectrum of environmental factors (Bouchard et al., 1997). Sex differences have also been noted, especially post puberty (Malina et al., 2004). With regards environmental factors, it is widely recognized that the school environment plays a key role in a child's GMC development; given that the school is the most highly organized and structured institution in our societies, where children spend a great part of their daily life (O'Connell & McCoach, 2008). Motor learning and development within the school context, especially in planned and organized physical education classes, are often highly relevant contributors to motor improvement. It is expected that the motor development processes will be intensive and adequately addressed (Vandendriessche et al., 2011), providing all children with time for unstructured play and games participation by providing high quality physical education classes within adequate infrastructure conditions.

We are unaware of any studies that have combined measures of age, sex, physical fitness, physical activity, body fatness, birth weight and the school environment into a single analysis. Thus, this paper aims to identify the relevant child and school level characteristics that may explain inter-individual differences in GMC development. The paper will address the following hypothesis: (1) boys and older children are better coordinated; (2) those who are more active and physically fit will be better coordinated; (3) low birth weight may impair motor coordination development; and (4) school characteristics will significantly affect GMC development.

MATERIAL AND METHODS

The sample

A cross-sectional sample of children aged 6 to 10 years from both sexes (186 boys and 204 girls), who participated in the "*Active Vouzela*" study, were

recruited. In the present sample, 28 sibling pairs were identified of which one was a twin pair; on average, the age difference between sibling pairs was 2.12 ± 1.06 years. The study is described in detail elsewhere (Chaves et al., 2012); in brief, the *Active Vouzela* study investigated different aspects of children and adolescents' physical growth, development and health; the study also included parental information. Data were collected in 2010 and the sample size represents about 90% of the public school population of Vouzela, a central region of Portugal. The *Active Vouzela* study protocols were approved by the Ethics Committee of the Faculty of Sport, University of Porto, all school directors, and the Vouzela Health Center. Informed consents were obtained from all parents and/or legal guardian of the children.

Anthropometric and body fat measurements

Measurements were made by trained staff according to the International Society for the Advancement of Kinanthropometry protocols (Ross & Ward, 1986). Stretched stature with head positioned to the Frankfurt plane was measured to the nearest 1 mm with a portable stadiometer (Holtain Ltd, UK). Body mass (kg) and total body fat (BFAT; kg), were assessed using a bio-impedance scale (TANITA BC-418 MA Segmental Body Composition Analyser, Tanita, Corporation, Tokyo, Japan) with a precision of 0.1 kg and 1% BFAT respectively. The body fat measure obtained from the impedance scale has been validated previously against Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA) (Pietrobelli et al., 2004) using a mixed population as a reference sample. In addition, algorithms to estimate body fat have been developed for European children and adolescents; reference values (percentile charts) have been constructed for the British population (McCarthy et al., 2006). BMI was derived by calculating the ratio of body mass to height, expressed as kg/m^2 .

Gestational information

Gestational data was obtained from the mother's interview questionnaire. In the present analysis, birth weight was taken from the child's health booklet compiled by a nurse and/or pediatrician.

Physical activity

Physical activity was estimated using the Godin and Shephard questionnaire (Godin & Shephard, 1985). This questionnaire has been shown to be a reliable and valid instrument (Jacobs et al., 1993) and has been consistently applied to Portuguese children with high reliability (Santos et al., 2010). The questionnaire was applied by direct interview using terms that described a children's daily routine, namely the number of times/week that they spent in different activities for a period at 15 minutes or more. These values were then converted to METs. Physical activities were classified into three categories according to their intensity: low (3 METs), e.g. easy waking, touring, playing; moderate (5 METs), e.g., fast walking, leisurely bicycling, non-competitive swimming; and high (9 METs), e.g. running, jogging, soccer, martial arts practice, vigorous swimming. The frequency (number times/week) of each category was multiplied by the respective MET value (METs/week). These three products' categories were summed to obtain a final score, i.e. of total physical activity (TPA), which was expressed in METs/week.

Physical fitness

Physical fitness was assessed by a set of tests from AAHPER *Youth Fitness Test* (1976) and *Fitnessgram* (Welk & Meredith, 2008). Different physical fitness components were measured: agility and velocity (agility shuttle-run and 50-yard dash); lower limbs explosive strength (standing broad jump) and hand static strength (handgrip) of dominant hand; and cardiorespiratory fitness (1-mile run/walk test). All test results were transformed into z-scores and the z-scores were summed to compute a global continuous physical fitness score (PFS).

Gross motor coordination

GMC was assessed by the *Körperkoordinationstest für Kinder* battery (KTK), which was developed by Schilling and Kiphard (1974) and has been used extensively in Portuguese populations (Lopes et al., 2011). The assessment of motor coordination by the KTK battery comprises four tests:

walking backwards (WB), hopping height (HH), jumping sideways (JS), and moving sideways on boxes (MS). In brief: (1) WB: the child walks backwards three times along three balance beams, of different widths (6, 4.5, 3 cm). For each balance, 24 steps are allowed, i.e., a maximum of 72 steps for this test. (2) HH: the child jumps, after a short run-up, on one leg over an increasing pile of pillows. The HH is scored depending on success; first (3 points), second (2 points) or third (1 point) trial. This test starts with 1 pillow and goes up to 12 pillows; giving a maximum score of 39 points (ground level + 12 pillows), for both legs. (3) JS: the child jumps laterally as many times as possible over a wooden slat in 15s. Two trials are allowed and the final score is the sum of both. (4) MS: The child moves across the floor by stepping from one plate to the next. Two trials of 20s (each) are allowed; the number of relocations over two trials was summed. A more detailed description can be found in Vandorpe et al. (2011) and Kiphard and Schilling (2007). In the present paper we report an unweighted sum of scores from the four KTK tests as a measure of total GMC (TGMC) since the scoring values of each test are on the same metric.

School environment

Information with regards to the school context was obtained from a structured inventory, developed by the authors with input from Vouzela city-hall education department data (Câmara Municipal de Vouzela, 2006). A number of different aspects were considered as markers of the school context: (i) school size (number of students and class size), and setting (rural, urban and semi-urban area) determined by Portuguese Institute of Statistics according to population density, available land, and land use; (ii) the available area for recess time, school infrastructure (sport and physical activity facilities), frequency and quality of physical education (PE) classes, professional qualification and amount of working years of PE teachers, and student participation in individual and/or team sports. Since all teachers had the same professional qualifications, had similar years of teaching, between 5 and 8 years, provided the same amount of weekly classes, had the same curriculum

activities and materials (information provided by the City Hall), no differences were found in terms of the quality of their teaching.

Data quality control

Data quality control was assessed in four steps: (1) training and careful supervision of all team members concerning anatomical landmarks, measurement techniques, administration of the different test batteries and the physical activity questionnaire; (2) to limit the amount of inter-observer measurement error, a task division plan was made in all data collection, where each team member was responsible for a motor test and a anthropometric and/or body composition measurement; (3) retesting a random sample of 70 children two weeks apart in all procedures; (4) computing reliability estimates. With regards to anthropometry and body composition measures, technical error of the measurement was 2 mm for stretched stature, and 100g for body mass and BFAT; (4) ANOVA-based intraclass correlation coefficients were 0.80 for TPA, ranged from 0.84 (MS) to 0.91 (WB) for GMC individual tests, and from 0.81 (agility shuttle-run) to 0.97 (handgrip) for physical fitness tests.

Statistical Analysis

Exploratory data analysis was performed to identify input data errors and outliers, as well as to obtain descriptive information [means and standard deviations (SD)]. Modelling the association of children's TGMC and their individual characteristics (level-1) within the school environmental factors (level-2) was performed using HLM 7.01 software; within the framework of the multilevel approach using maximum likelihood estimation procedures (Raudenbush, 2004).

A sequence of hierarchical nested models was fitted, and deviance statistics were used as a measure of global fit. Differences in deviances are distributed as an approximate Chi-square (χ^2) distribution with degrees of freedom determined by the difference in the number of estimated parameters between two models. Adding parameters, the model's complexity increases and if statistical significant results in a decrease in deviance. The ability of the

predictors to explain children TGMC was assessed with a pseudo- R^2 , defined as the proportional reduction in variance for that parameter estimate resulting from the comparison of one model with the previous one (Raudenbush, 2004). Modelling was done in a stepwise fashion. First, a null model (M_0) was estimated to compute the intraclass correlation coefficient, allowing for the estimation of the variance accounted for by the school effect in TGMC development. Secondly, two models were estimated with children predictors of TGMC; the first model (M_1) used only age and sex; the next model (M_2) estimated the additive effects of age, sex, birth weight, BFAT, TPA and PFS. These models are called level-1 or student models. To facilitate the interpretation of these predictors, all but sex (females=0 and males=1) and PFS (expressed as a z-value), were centred around the grand means (Raudenbush, 2004). Lastly, the level-2 model or contextual model (M_3) was estimated, which used school effects and significant predictors of children's TGMC from model 2 (M_2).

RESULTS

Table 1 shows the descriptive statistics (mean \pm SD) for both level-1 and level-2 variables. Height, body mass and BMI mean values were similar between sexes, as well as TPA levels. In addition, boys showed higher mean birth weight, while girls had higher mean BFAT. Boys had higher mean values for all physical fitness tests, and for two motor coordination tests, namely HH and MS. Schools characteristics, namely school size, setting and infrastructures (Table 1) show that all schools had graduated PE teachers, all offered the same opportunities for individual and/or team sports, the frequency and quality of PE classes were the same, and most schools settings were rural. As such, this information was not included in the multilevel modelling analysis because there was no variation among schools.

Table 1. Descriptive statistics for all variables at student (level I) and school (level II) levels.

STUDENT LEVEL (n=390)				
	Girls		Boys	
	Mean±SD	Min-Max	Mean	Min-Max
Anthropometry				
Age (years)	8.61±1.28	6.3-11.3	8.37±1.26	6.3-11.39
Height (cm)	131.48±8.52	112.2-152.9	131.24±8.74	111.6-152.8
Body mass (kg)	31.98±7.91	19-56.6	31.26±7.77	18.8-62.4
BMI (kg/m ²)	18.28±2.89	13.2-29.9	17.95±2.79	10.5-29.0
Birth weight (g)	3270.2 ±453.63	1720-4540	3386.0±474.14	1960-4600
Body composition				
BFAT (kg)	8.16±3.43	3-21.2	6.80±3.59	1.7-24.9
Physical Activity				
TPA (METs/week)	104.09±47.76	25-330	112.55±51.30	12-295
Motor coordination				
WB (points)	40.54±14.92	6-72	37.57±15.78	3-72
HH (points)	14.92±8.22	0-40	18.24±9.79	0-43
JS (points)	42.35±14.14	12-79	41.33±12.59	2-77
MS (points)	34.14±6.96	16-52	36.12±7.37	16-56
TGMC (points)	131.30±34.02	48-206	133.86±33.76	56-215
Physical Fitness				
1-mile run (min)	11.47±1.88	7.17-18.54	10.10±2.32	6.31-19.27
Standing broad jump(cm)	111.60±20.32	68-192	121.00±20.79	43-181
Handgrip (kg)	13.32±3.98	5.1-25.2	14.28±3.84	5.6-25.1
Shuttle-run (s)	13.25±1.50	10.2-18.0	12.65±1.44	9.1-16.3
50 yard-dash (s)	9.83±1.17	7.59-14.82	9.32±1.18	6.86-15.9
SCHOOL LEVEL (n=18)				
	Mean±SD	Min-Max		
School size				
Students (n)	25.67±22.03	7-86		
Class (n)	1.94±1.21	1-5		
		n (%)		
School setting:				
	Rural	17 (94.4)		
	Semi-urban	1 (5.6)		
Playground area:				
	With playing facilities	16 (88.9)		
Other infrastructure:				
	Having a sport centre	2 (11.1)		
ground	With non-paved outdoor	17 (94.4)		
	With paved sport ground	3 (16.7)		
Frequency of PE class:				
	2 times per week	18 (100)		
Time of PE class:				
	≤45 min	18 (100)		
Qualification of PE responsible:				
	Graduated in PE	18 (100)		

BMI: body mass index, BFAT: total body fat, TPA: total physical activity, WB: walking backwards, MS: moving sideways, HH: hoping for height, JS: jumping sideways, TGMC: total gross motor coordination (sum of all test scores), PE: Physical Education.

Results of the variance component models, namely null, student and contextual, are presented in Table 2. In the null model (M_0 : Deviance=3436.454), the variance estimate (101.601 ± 56.548) at the school level (level 2) is statistically significant [$\chi^2(17)=46.747$, $p < 0.001$], suggesting inter-individual differences in TGMC among schools. The intraclass correlation coefficient (ρ) was 0.096 [$\rho = 101.601 / (101.601 + 1058.857)$], i.e., 9.6% of the total variance in TGMC was explained by the school effects, and thus individual children characteristics explained the major fraction of total variance, i.e., 90.4%.

The first student model (M_1) only considered age and sex as predictors of children's TGMC. It was found that as children aged they became more coordinated (12.426 ± 1.284 , $p < 0.001$), however no significant sex differences were found (3.979 ± 3.142 , $p > 0.05$). M_1 deviance dropped to 3352.946, showing an improvement in model fit given the difference towards M_0 [$\chi^2(2) = 83.508$, $p < 0.001$]; a drop of 83.5 for a loss of 2 degrees of freedom. The second student model (M_2) includes all childhood predictors. This model showed that boys were less coordinated than girls (-13.48 ± 3.19 , $p < 0.001$) when TGMC were adjusted for age, birth weight, BFAT, TPA and PFS; it also shows that children who were more physically fit had higher adjusted TGMC values (5.818 ± 0.633 , $p < 0.001$) when the other confounders were considered. The model also shows that individuals who had more fat mass were less coordinated (-1.227 ± 0.485 , $p < 0.012$). Birth weight ($p > 0.05$), age ($p > 0.05$) and TPA ($p > 0.05$) had no independent significant effects on TGMC development. M_2 deviance was 2222.423 (a decrease of 1130.5 for loss of 4 degrees of freedom), indicating an improvement in model fit between models M_2 and M_1 [$\chi^2(4) = 1130.523$, $p < 0.001$]. The proportion of level-1 variance (within-school) explained by students' characteristics in TGMC is 62.6%

The contextual model assessed the magnitude and sign of school effects. In this model, all non-statistically significant level-1 variables (TPA, age and birth weight) were excluded from the analysis. An increase in M_3 deviance was found when school fixed effects were included in the model. School size has a significant negative independent effect on children's TGMC (-

0.409±0.113, $p=0.003$). Paved sport ground is a facilitator of higher motor coordination levels (14.915±6.714, $p=0.046$). The remaining infrastructure variables were not statistically significant. The reduction in the variance component at school level was from 101.601 in null model (M_0) to 17.059 in contextual model (M_3). The proportion of between-school variance attributed to significant school variables was 84.2%.

Table 2. Summary of results of the three nested models.

Sum of gross motor coordination score				
Parameters	Null Model (M_0)	Model I (M_1)	Model II (M_2)	Model III (M_3)
Regression coefficients (fixed effects)				
Intercept	131.671 (3.113)*	130.856 (3.082)*	140.784 (2.90)*	144.130 (8.578)*
Age		12.426 (1.284)*	3.423 (1.853)***	
Sex		3.979 (3.142)	-13.480 (3.190)*	-15.880 (2.798)*
Birth weight			-2.104 (3.246)	
BFAT			-1.227 (0.485)*	-1.117 (0.364)*
TPA			-0.028 (0.030)	
PFS			5.818 (0.633)*	7.058 (0.410)*
School size				-0.409 (0.113)*
Type of playground area				3.268 (6.018)
Having a sport centre				5.090 (5.815)
With non-paved outdoor ground				-6.770 (6.814)
With paved sport ground				14.915 (6.714)**
Variance Components (random effects)				
School mean	101.601 (56.548)*	67.408 (40.014)*	52.511 (31.558)*	17.059 (16.141)*
Children level effect	1058.857 (82.173)	837.809 (64.998)	482.732 (45.198)	506.082 (41.762)
Model summary				
Deviance	3436.454*	3352.946*	2222.423*	2806.746*
Parameters	3	5	9	11

Standard errors are in parenthesis

* $p<0.01$ ** $p<0.05$ *** $p=0.07$

BFAT: total body fat, TPA: total physical activity, PFS: physical fitness score.

DISCUSSION

This study aimed to identify relevant children and school level characteristics that explained inter-individual differences in TGMC development between children attending different schools. Present findings suggest that school effects explained approximately 10% of the TGMC variance, while individual children characteristics accounted for the major fraction (90%). Gender, PFS and BFAT were all found to be important child-level predictors of TGMC; only school size had a negative effect on children's TGMC, while paved sport ground seemed to be a facilitator of higher motor coordination levels.

Gender differences in GMC development have previously been reported in studies of German and North-American children (Graf et al., 2004; Wrotniak et al., 2006), suggesting that boys were more coordinated than girls. Furthermore, other Portuguese cross-sectional and longitudinal studies with 6 to 10 years old children also support these findings (Lopes et al., 2011; Martins et al., 2010), which are mostly due to expected differences in motor skills refinements, body growth and physical fitness levels. While gender differences were only found in Models 2 and 3, in the last model (M_3) with increasing age no significant positive effect was identified in TGMC. It is important to understand that age was only significant when PFS and BFAT were not yet included in the model. Possibly the age effect is jointly confounded by total physical fitness levels and fat mass, i.e., as these variables conjointly change during children growing years (Malina et al., 2004) they may blunt the age effect on TGMC. Previously mentioned German, Belgium, and Portuguese studies showed children mean changes in GMC across age, but their analysis failed to consider the joint effects of other possible covariates, namely physical fitness and body composition as present in this study (Kiphard & Schilling, 1974; Lopes et al., 2011; Vandorpe et al., 2011).

Positive associations between PFS and TGMC, as well as, an inverse relationship between fat mass and TGMC were observed, suggesting that children who are more physically fit were also better coordinated, while those who had more fat mass were less so. Although very few studies have explored

these associations (D'Hondt et al., 2011; Graf et al., 2004; Vandendriessche et al., 2011), their conclusions highlight the positive association of physical fitness in GMC development linked with motor skills refinements, and the inverse association with body fatness and/or weight status. It has also been suggested that children with poor motor proficiency are also less physically fit and have higher percent body fat when compared to their peers with adequate GMC levels (Rivilis et al., 2011). Children with motor difficulties usually find simple motor tasks, i.e., jumping and running, challenging, decreasing their opportunities to develop adequate physical fitness levels and consequently less chances to improve their motor coordination levels (Rivilis et al., 2011; Stodden et al., 2008). Furthermore, these children demonstrate decreased levels of participation in physical education classes, organized play, and a range of other physical activities (Wrotniak et al., 2006), leading to an energy imbalance, which in turn may lead to increased body fat accumulation, especially if unhealthy nutrition is also present. Although this complex relationship is more clearly seen in poorly coordinated children, this has also been observed in adequately coordinated boys and girls (Lubans et al., 2010).

Previous studies have shown an inverse relationship between birth weight and motor proficiency, although the motor deficits' consequences depend on the severity of fetal development adverse conditions. For example, Datar and Jackowitz (2009) observed a catch-up effect on the motor development of low and moderately low birth weight children, i.e., the negative effects of birth weight in infant ages did not remain after first life years; what was not seen in extremely birth weight children (Goyen & Lui, 2002). Notwithstanding the importance of the previous information, in the present study we did not find any birth weight significant effect on TGMC. This may be due to the fact that low birth weight frequency in our sample was less than 3.6% (n=11), and extreme low birth cases were not observed. Furthermore, it is also possible that different motor opportunities during their early childhood may have reduced and/or annulated eventual low birth weight negative consequences on their GMC levels.

We did not find any TPA significant effects on TGMC. Previous findings about this relationship (Graf et al., 2004; Lopes et al., 2011; Wrotniak et al., 2006) are somehow challenging. For example, Lopes et al. (2011) followed children consecutively during 4-5 years and concluded that GMC was an important predictor of physical activity, playing an important role in determining this behaviour. This conclusion posits that GMC levels are the basis rather than the consequence of physical activity changes, which should be more investigated by other longitudinal analyses (Cliff et al., 2009). Furthermore, physical activity effects may be more directly correlated with physical fitness and body fatness, and indirectly with motor coordination levels, a viable hypothesis never tested using path analysis models.

From all school variables included in our analysis, school size and paved sport ground were the only ones that showed significant effects on TGMC. School size relates to the total number of students and somehow expresses the global school dimension and facilities. In the present study, school size was negatively related to TGMC. Although this result is not clear to us, it is important to emphasize children from smaller schools live in most rural neighbourhoods. It is possible that these children have more opportunities for motor skills development given their environment, at the same time that their physical games and play repertoire within schools may induce their greater TGMC (Chillón et al., 2011). In contrast, paved sport grounds were positively related to TGMC. This type of equipment is used in physical education classes, as well as during free play-times, namely recess time and unstructured play before classes starts. Empirical findings suggested that children's behaviour on the play area is influenced by the delineation of space, degree of challenges, novelty, and complexity (Barbour, 1999), and different opportunities to motor skill development which determine children's motor development (Gallahue et al., 2011).

In the present study, most school characteristics were considered as markers of school context and infrastructure did not show variability between schools, namely school setting, playground area and aspects related to physical education classes. The Vouzela region is predominantly rural, where physical

activity/sport facilities and road access diversity are similar. Furthermore, City-Hall policy provides equal conditions for motor learning and diversified physical activity practices within the school system (Câmara Municipal de Vouzela, 2006). In addition, school-based curriculum in Portuguese primary schools is applied in the same way in all schools, comprising two times per week of physical education classes, in addition to other activities programs all supervised by physical education teachers (Ministério da Educação, 2004). In the Vouzela region, the frequency, curriculum organization and quality of physical education classes is the same for all schools.

There are some potential limitations in the present study. Firstly, the sample size may have influenced our results. Sample sizes at the student and school levels are important issues when discussing the accuracy of regression coefficients and variance components as well as their standard errors (Hox, 2010), although Maas and Hox (2005) suggested that regression coefficient estimates are unbiased even if the sample size is small as 10 groups of five units. On the other side, present results are very important in advocating that the Vouzela region educational policies did their best in providing children and schools with very similar conditions and opportunities for adequate motor learning and development. Secondly, data collected via questionnaire versus objective measures to assess TPA are prone to errors, although we had an individual approach with each child by the use of a direct interview; however, the Godin and Shephard questionnaire has been shown to be highly reliable in different sub-samples of the Portuguese children population (Martins et al., 2010; Santos et al., 2010). Lastly, information concerning children home environment was not included in the present analysis. We were not able to locate published data-driven work where the importance of home environmental factors enhancing GMC were explicated, although home factors were partially associated with children's motor development (Saccani et al., 2013), mainly during early childhood. It is important to stress that the main purpose of the present study was to construct a single coherent multilevel model including school and student predictors of GMC development. As such, the present report has also important aspects that should be acknowledged. Firstly, the used of a

single coherent multilevel framework to address the complex issue of individual-level and school-level variables to interpret GMC. Secondly, a wide array of valid and highly reliable data concerning growth, body composition, and motor performance was used in disentangling TGMC variance encountered in children. Taken together, this is the first time that such an attempt was made using multilevel modelling with an extensive list of TGMC variables in children.

PERSPECTIVE

This study is the first that uses a hierarchical multilevel modelling approach to identify independent child and school level characteristics that explain interindividual differences in GMC development. The systemic use of individual and contextual factors (school and home environment, socioeconomic status, culture) will be of great help to better understand why children differ in their GMC which imply differences in child motor development trajectories, as well as its relevance in health-related habits and behaviours. The present results showed that children characteristics explain 90% of TGMC variance, of which ~ 63% is accounted for by the additive effects of age, sex, BFAT and physical fitness. Although we found that school environment seems to play a minor role in GMC development given similar school contexts and conditions, it is very important to stress the relevance of the school context and climate in providing adequate and diversified opportunities in children's motor development, namely high quality physical education classes and sufficient infrastructure conditions for organized and non-organized physical activities and games, as well as outdoor activities and free play.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge: Fundação para a Ciência e Tecnologia FCT/Portugal (project financial support - *PTDC/DES/67569/2006 FCOMP-01-0124-FEDEB-09608*); CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brasília – DF, Brazil, (623110-1/PhD scholarship); Câmara Municipal de Vouzela, Agrupamento de escolas de Vouzela, Vouzela Health Centre and all

involved in the field work. We are especially grateful to all Vouzela Ativa participating children.

Declaration of interest: The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

REFERENCES

American Alliance for Health Physical Education and Recreation [AAHPER]. Youth Fitness Test Manual. Washington, DC: AAHPER 1976.

Barbour AC. The impact of playground design on the play behaviors of children with differing levels of physical competence. *Early Child Res Q* 1999 (14): 75-98.

Bateson P, Barker D, Clutton-Brock T, Deb D, D'Udine B, Foley RA, Gluckman P, Godfrey K, Kirkwood T, Lahr MM, McNamara J, Metcalfe NB, Monaghan P, Spencer HG, Sultan SE. Developmental plasticity and human health. *Nature* 2004 (430): 419-421.

Bouchard C, Malina RM, Pérusse L. Genetics of Fitness and Physical Performance. Champaign, IL: Human Kinetics 1997: 408.

Câmara Municipal de Vouzela. Carta Educativa. Concelho de Vouzela. In: Equipe Técnica da Carta Educativa, ed. Vouzela: CMV, 2006.

Chaves RN, Souza MC, Santos D, Gomes TN, Santos FK, Maia J. Cada vez mais Ativo (II). Uma história com muitas voltas. Porto: FADE-UP 2012: 99.

Chillón P, Ortega FB, Ferrando JA, Casajus JA. Physical fitness in rural and urban children and adolescents from Spain. *J Sci Med Sport* 2011 (14): 417-423.

Cliff DP, Okely AD, Smith LM, McKeen K. Relationships between fundamental movement skills and objectively measured physical activity in preschool children. *Pediatr Exerc Sci* 2009 (21): 436-449.

D'Hondt E, Deforche B, Vaeyens R, Vandorpe B, Vandendriessche J, Pion J, Philippaerts R, de Bourdeaudhuij I, Lenoir M. 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): e556-564.

Datar A, Jacknowitz A. Birth weight effects on children's mental, motor, and physical development: evidence from twins data. *Matern Child Health J* 2009 (13): 780-794.

Emck C, Bosscher R, Beek P, Doreleijers T. Gross motor performance and self-perceived motor competence in children with emotional, behavioural, and pervasive developmental disorders: a review. *Dev Med Child Neurol* 2009 (51): 501-517.

Gallahue D, Ozmun J, Goodway J. *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults*. São Paulo: McGraw-Hill Education 2011: 544.

Godin G, Shephard RJ. A simple method to assess exercise behavior in the community. *Can J Appl Sport Sci* 1985 (10): 141-146.

Goyen TA, Lui K. Longitudinal motor development of "apparently normal" high-risk infants at 18 months, 3 and 5 years. *Early Hum Dev* 2002 (70): 103-115.

Graf C, Koch B, Kretschmann-Kandel E, Falkowski G, Christ H, Coburger S, Lehmacher W, Bjarnason-Wehrens B, Platen P, Tokarski W, Predel HG, Dordel S. Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-project). *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004 (28): 22-26.

Hox JJ. *Multilevel analysis. Techniques and applications*. New York: Routledge 2010: 392.

Jacobs DR, Jr., Ainsworth BE, Hartman TJ, Leon AS. A simultaneous evaluation of 10 commonly used physical activity questionnaires. *Med Sci Sports Exerc* 1993 (25): 81-91.

Keller H, Ayub BV, Saigal S, Bar-Or O. Neuromotor ability in 5- to 7-year-old children with very low or extremely low birthweight. *Dev Med Child Neurol* 1998 (40): 661-666.

Kiphard EJ, Schilling F. *Körperkoordinationstest für Kinder*. Weinheim: Beltz Test GmbH 1974: 53.

Kiphard EJ, Schilling F. Körperkoordinationstest für Kinder. 2. Überarbeitete und ergänzte Auflage. Weinheim: Beltz Test GmbH 2007.

Lopes VP, Rodrigues LP, Maia JA, Malina RM. Motor coordination as predictor of physical activity in childhood. *Scand J Med Sci Sports* 2011 (21): 663-669.

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): 1019-1035.

Maas CJM, Hox JJ. Sufficient sample sizes for multilevel modeling. *Methodology* 2005 (1): 86-92.

Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. Champaign, IL: Human Kinetics 2004: 712.

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

McCarthy HD, Cole TJ, Fry T, Jebb SA, Prentice AM. Body fat reference curves for children. *Int J Obes (Lond)* 2006 (30): 598-602.

Ministério da Educação. Organização Curricular e Programas - Ensino Básico: 1º Ciclo. 4 ed. Algueirão-Mem Martins: Departamento da Educação Básica 2004.

O'Connell AA, McCoach DB. *Multilevel Modeling of Educational Data*. Charlotte, NC: IAP 2008.

Pietrobelli A, Rubiano F, St-Onge MP, Heymsfield SB. New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with whole-body analysis. *Eur J Clin Nutr* 2004 (58): 1479-1484.

Raudenbush SW. *HLM 6: Linear and Nonlinear Modeling*. Lincolnwood, IL: Scientific Software International 2004.

Rivilis 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.

Ross WD, Ward R. Scaling Anthropometric Data for Size and Proportionality. In: Reilly T, Watkins J, Borms J, eds. *Kinanthropometry III. Commonwealth and International Conference on Sport, Physical Education, Dance, Recreation and Health*. New York: E&FN Spon, 1986.

Saccani R, Valentini NC, Pereira KR, Muller AB, Gabbard C. Associations of biological factors and affordances in the home with infant motor development. *Pediatr Int* 2013 (55): 197-203.

Santos D, Chaves RN, Souza MC, Seabra A, Garganta R, Maia J. Passing rates on physical fitness. Effects of age, gender, physical activity, overweight and obesity. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2010 (12): 309-315.

Stodden D, Langendorfer S, Robertson MA. The association between motor skill competence and physical fitness in young adults. *Res Q Exerc Sport* 2009 (80): 223-229.

Stodden DF, Goodway JD, Langendorfer SJ, Robertson MA, Rudisill ME, Garcia C, Garcia LE. A Developmental Perspective on the Role of Motor Skill Competence in Physical Activity: An Emergent Relationship. *Quest* 2008 (60): 290-306.

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

Vandorpe B, Vandendriessche J, Lefevre J, Pion J, Vaeyens R, Matthys S, Philippaerts R, Lenoir M. The *KörperkoordinationsTest für Kinder*: reference values and suitability for 6-12-year-old children in Flanders. *Scand J Med Sci Sports* 2011 (21): 378-388.

Welk GJ, Meredith MD. Fitnessgram/Activitygram Reference Guide. Dallas, TX: The Cooper Institute 2008.

Wrotniak BH, Epstein LH, Dorn JM, Jones KE, Kondilis VA. The relationship between motor proficiency and physical activity in children. *Pediatr* 2006 (118): e1758-1765.

Estudo V

Estudo Empírico

The role of sports participation on metabolic syndrome in Portuguese children and adolescents

Raquel Chaves^{a,b}, Adam Baxter-Jones^c, Michele Souza^{a,b}, Fernanda Santos^{a,b}, Joey Eisenmann^d e José Maia^a

*Artigo submetido: Medicine and Science in Sports and Exercise
(Estados Unidos da América).*

^a CIFI²D, Faculty of Sport, University of Porto, Porto, Portugal.

^b CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brasília, DF, Brazil.

^c College of Kinesiology, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.

^d College of Osteopathic Medicine, Michigan State University, East Lansing, USA.

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to identify the effect of sports participation on metabolic syndrome risk factors score (MSRFs), whilst controlling for the other known contributing factors.

Methods: The sample comprised 197 youth aged 9 to 16 years from both genders (93 boys and 104 girls) from a Portugal mainland. The MSRFs was computed as the sum of the standardized score of five components: systolic blood pressure, waist circumference, and fasting glucose, triglycerides, and high-density lipoprotein cholesterol, Socioeconomic status (SES), maturity offset, body fat (BFAT), sports participation (SP), and cardiorespiratory fitness (CRF) were assessed. Multiple linear regression were used in the analysis.

Results: Regression results showed that SP ($\beta=-0.592$, 95%CI -1.118 to -0.067) was significantly associated with MSRFs ($p<0.05$), as well as, sex, age, maturity offset, BFAT and SES, suggesting that who showed lower SP scores were more at risk in their cardiometabolic score; in addition, girls, older participants, those who showed lower %BFAT values, lower maturity offset scores and higher SES levels had also a better metabolic profile. Cardiorespiratory fitness was not significantly associated ($p>0.05$) with MSRFs.

Conclusions: Sports participation appeared to be a protective factor of high MSFRs values. Thus, effective intervention programs through sports participation may help preventing and managing obesity and related metabolic risk factors, and the best place to the generalized free sports participation and more accessible for poorer children and adolescents is surely the school.

Key-words: sports; metabolic risk; youth; health; school.

INTRODUCTION

The metabolic syndrome (MetS) is defined as a clustering of cardiovascular and type 2 diabetes risk factors; including hyperglycemia, dyslipidemia, elevated blood pressure and abdominal obesity (1). MetS confers an increased risk for morbidity and mortality by cardiovascular diseases and all-cause mortality in adulthood (2). The rise in the prevalence of MetS has not only been observed in adulthood (3), but also now in childhood and adolescents (4), which is not surprising given the dramatic increase of worldwide paediatric obesity (5). Current evidence suggests that overweight and obese children and adolescents are more likely to suffer from this cardiovascular/metabolic disorder, and that MetS prevalence is seen to increase with the severity of obesity (6). It is important to remember that although these risk factors do not necessarily manifest during childhood and/or adolescence, their individual development trajectories in childhood and adolescence may increase the risk of MetS in adulthood (5).

As there is no general consensus regarding the diagnostic criteria for MetS in children and adolescents, some authors have proposed a continuous metabolic score representing a continuum in the cardiovascular risk factor profile, i.e., a metabolic syndrome risk factor score (MSRFs); key markers include: glucose, lipids, blood pressure and adiposity (7).

The presence of MetS is highly dependent on sex, age, pubertal status and ethnicity (5). During puberty, changes in body proportions are ubiquitous, and these changes have been recognised as a critical periods for relative insulin resistance (8, 9). Furthermore, these alterations are specific for each sex, and ethnic population due to the differences in genetic background, and environmental and cultural lifestyles (10). Furthermore, differences in socioeconomic conditions have also been shown to play a significant role in physical and metabolic health (11).

Although still to be precisely defined, it is suggested that types, frequencies, durations and intensities of physical activity (PA) habits may protect children and adolescents from developing the MetS. Specifically, it has

been suggested that moderate-to-vigorous PA may be the most beneficial activities as they (12), affect metabolism, carbohydrate and lipid oxidation, and increases insulin sensitivity (13). Furthermore, PA also positively affects cardiorespiratory fitness and body composition of youth, providing improvements in mitochondrial function or/an alteration in the inflammatory state both of which will reduce MetS risk factors (13, 14).

Programs to enhance physical health, preventing and controlling the development of risk of MetS and related comorbidities suggest that recreational sport is an efficient and highly attractive therapeutic tool, which provides more than sufficient moderate-to-high physical activity levels (15). Additionally, the school context is probably one of the key factors for children and adolescents to freely participate in enjoyable and rewarding recreational sports programs (16). This active school approach targets multiple strategies to address different health issues, such as obesity, sedentary behaviours and MetS. Specifically the active school approach, attributes daily physical activity during school free-times and/or during physical education classes by providing opportunities for sports participation (10). If successful, this approach may become an effective tool for sustained implementation, especially if it increases students, their families and school-communities increased sports participation (15).

The aim of this paper is to identify the effect of sports participation, in 9 to 16 year old youth, on metabolic syndrome risk factor score (MSRFs), whilst controlling for the other known contributing factors. We will test the following hypothesis: children and adolescents with greater sport participation will have the lowest MSRFs, after controlling for sex, age, maturity offset, body fat, cardiorespiratory fitness and SES status.

MATERIAL AND METHODS

The sample

A cross-sectional random sample of 197 school children and adolescents aged 9 to 16 years from both genders (93 boys and 104 girls), who were participating in the “*Active Vouzela*” study, were recruited. The study is

described in detail elsewhere (17); in brief, the *Active Vouzela* study investigates different aspects of children and adolescents' physical growth, development and health markers. Data were collected in 2010 in Vouzela, a central region of Portugal. The *Active Vouzela* study protocols were approved by the Ethics Committee of the Faculty of Sport, University of Porto, all school directors, and the Vouzela Health Center. Informed consents were obtained from all parents and/or legal guardian of the children.

Anthropometric and body composition measures

Measurements were made by trained and experienced health professionals from the Vouzela Health Centre and conducted with subjects wearing light clothing, without shoes or socks. Stretched stature with head positioned to the Frankfurt plane was measured to the nearest 1.0 mm according to the International Society for the Advancement of Kinanthropometry protocol (18) with a portable stadiometer (Holtain Ltd, United Kingdom). A bioimpedance scale, TANITA BC-418 MA (Segmental Body Composition Analyser Tanita, Corporation, Tokyo, Japan) was used to measure percent body fat (%BFAT). The information provided by this bioimpedance scale has been validated previously with Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA) (19) using data from a mixed population of children and adults. With regards to anthropometry and body composition measures, technical error of the measurement was 2 mm for stretched stature, and 0.4% for %BFAT. The ANOVA-based intraclass correlation coefficients were 0.99 for height and 0.98 for %BFAT.

Maturity offset

The maturity offset regression procedure (20) was used to obtain an indirect estimate of biological maturity (predicted age of occurrence of peak height velocity (APHV)). The maturity offset estimates the distance each subject is from their expected age (chronological age) at peak of high velocity (PHV). The value is expressed in years from PHV either + or -.

Sport participation

Sport participation (SP) was recorded using the Baecke questionnaire (21), an instrument that has been shown to be reliable and valid (22, 23). The Baecke questionnaire maps three basic domains of physical activity, namely physical activity during work/school, leisure time, and during SP. The sport's domain incorporates questions related to the type of sport, its intensity, and frequency of practice (times/week and months/per year). Firstly sports are classified according to their intensity level: (i) low level sports (average energy expenditure of 0.76 MJ/h); (ii) moderate level sports (average energy expenditure of 1.26 MJ/h); (iii) and high level sports (average energy expenditure of 1.76 MJ/h). A sport score is calculated using information from sport intensity, frequency and duration. All participants answered the questionnaire during their physical education class under the supervision of their physical education teachers who were previously trained by the first author to guarantee that all items were properly understood and answered.

Cardiorespiratory fitness

Cardiorespiratory fitness was estimated from a 1-mile (1609 m) run/walk test (25), which required subjects run or walk the distance in the shortest time possible. Walking, although allowed, was discouraged due to the purpose of the test. Elapsed time to cover the distance was recorded in seconds. Two weeks apart, a random sample of 48 children and adolescents were retested, the intraclass correlation was 0.85 (95%CI =0.74; 0.92).

Metabolic Syndrome

Metabolic syndrome indicators included waist circumference (WC), systolic blood pressure (SBP), fasting glucose (GLU), triglycerides (TG), and high-density lipoprotein-cholesterol (HDL). WC was obtained using a non-elastic tape (Sanny, American Medical do Brazil, Brazil) and anatomically identified as the smallest circumference between the lowest rib and the iliac crest's top, and measured to the nearest 0.1 cm. All individuals remained standing in the anatomic position (18). SBP were measured with an automated recorder

(*Omrom M6 hem-7001-E*, Omron Healthcare) previously validated by The International Protocol of the European Society of Hypertension (26). Three different cuff sizes were available, and the most appropriate was chosen according to the best fit to subject's arm circumference. For the present report, the average of three consecutive measures was obtained. All individuals remained seated with the back relaxed and against the chair, legs uncrossed and feet flat on the floor. The right upper limb was positioned with support at the heart level, palm turned upwards and the elbow slightly flexed. At least five minutes of a resting period before and three minutes intervals between assessments were taken. Blood samples were collected after an overnight fast of at least 10-12 hours. GLU, HDL, and TG were analyzed with an LDX point of care analyzer. This method has been previously validated against a laboratory reference method (27), and daily optical equipment checks were made according to manufacturer instructions. Health professionals from the Vouzela Health Center made all assessments between 8:00 and 10:00 morning hours.

Socioeconomic status

Socioeconomic status (SES) was determined by the Portuguese schools' social support system which is the same across the country and is based on Ministry of Education directives. This support is divided in two levels according to familial annual income, which has the following classification: level-A (until 2.934 Euros/year), with supports books and feeding (lunch at the school); level-B (from 2.934 to 5.869 Euros/year), half of the level-A reimbursement value. Thus, the present sample was classified in three categories: (i) level-A, (ii) level-B and (iii) level-C; which means without any social support.

Statistical Analysis

Exploratory data analysis was performed to identify input data errors and outliers. Since the majority of our variables showed problems in their normality checks (simultaneous analysis of skewness and kurtosis done in STATA 13), medians and interquartile ranges will be used. The Mann-Whitney non-parametric test was used for Median comparisons between sexes. SES gender

different frequencies were obtained by a Chi-square test. All results of the MSRF, GLU, TRG, HDL, WC and SBP, were firstly transformed into z-scores, and then summed to compute a standardized continuous distributed variable for the clustered metabolic syndrome risk (zMS) as previously suggested by Eisenmann (7). Increasing positive z-values refers to a continuous worsening MSRFs profile. Given the violation of bivariate normality, a robust correlation approach was used based on the work of Hadi (28) which is implemented in SYSTAT 13 software. A multiple linear regression model was used to test our hypothesis, which includes the following predictors of zMS: sex, age, maturity offset, %BFAT, SP, 1-mile run/walk, and SES. STATA 13 robust regression module was used in this analysis. The significance level was set at $\alpha = 0.05$.

RESULTS

Table I shows the descriptive statistics for all variables by gender. Boys and girls had similar median ages, as well as similar ages from PHV (maturity offset median values). Boys showed lower median %BFAT ($p < 0.001$) and outperformed girls in the 1-mile run/walk test ($p < 0.001$), but SP medians were similar. In the individual MSRFs indicators, statistically significant differences between genders were only found in TRG and SBP, where girls have higher TRG median levels ($p < 0.001$) and lower SBP median values ($p < 0.01$). Most individuals had a low SES, about 43%, but no significant differences were found between genders ($p > 0.05$).

Correlation coefficients are shown in Table II. Positive correlations were found between MSRFs and maturity offset ($r = 0.527$, $p < 0.001$), %BFAT ($r = 0.394$, $p < 0.001$), and the 1-mile run/walk ($r = 0.166$, $p < 0.05$). SP was negatively associated to the MSRFs ($r = -0.208$, $p < 0.05$). Amongst independent variables, significant correlations were observed, ranging from -0.169 ($p < 0.05$) to 0.577 ($p < 0.001$), in the relationship SP/%BFAT and %BFAT/1-mile run/walk, respectively. Borderline and negative correlation was observed between SES

Table I. Descriptive statistics [Medians and interquartile ranges (IQR)] for all variables by sex; means and SD's are presented in italic for illustrative purposes.

Variables	Total (n=197)		Boys (n=93)		Girls (n=104)		Z
	Median (IQR)	<i>Mean ± SD</i>	Median (IQR)	<i>Mean ± SD</i>	Median (IQR)	<i>Mean ± SD</i>	
Age (years)	12.7 (3.1)	<i>12.8 ± 2.3</i>	13.0 (2.9)	<i>13.1 ± 2.2</i>	12.1 (3.3)	<i>12.6 ± 2.4</i>	-1.891
Maturity offset (years)	-0.5 (2.9)	<i>-0.2 ± 2.0</i>	-0.6 (3.5)	<i>-0.2 ± 2.2</i>	-0.5 (2.9)	<i>-0.2 ± 1.8</i>	-0.089
%BFAT (%)	22.4 (9.5)	<i>23.4 ± 6.5</i>	18.0 (5.4)	<i>19.4 ± 5.4</i>	25.7 (7)	<i>26.9 ± 5.1</i>	-9.012*
SP (points)	2.5 (1)	<i>2.6 ± 0.7</i>	2.5 (0.7)	<i>2.6 ± 0.7</i>	2.5 (1)	<i>2.6 ± 0.7</i>	-0.592
1-mile run (seg)	522 (190.5)	<i>539.9 ± 122.6</i>	446 (106.5)	<i>480.6 ± 102.7</i>	575 (154)	<i>596.1 ± 113.5</i>	-6.777*
GLU (mg/dL)	87 (9)	<i>87.2 ± 7.6</i>	87 (9)	<i>87.9 ± 6.8</i>	86 (10)	<i>86.6 ± 8.2</i>	-1.091
TRG (mg/dL)	58 (47)	<i>73.9 ± 44.6</i>	50 (27)	<i>59.1 ± 20.9</i>	71 (60)	<i>86.8 ± 54.8</i>	-4.395*
HDL (mg/dL)	50 (16)	<i>49.4 ± 13.3</i>	48 (17)	<i>47.7 ± 12.2</i>	51 (16)	<i>51.0 ± 14.1</i>	-1.744
SBP (mm Hg)	115.3 (14)	<i>114.8 ± 11.6</i>	116.7 (17)	<i>117.2 ± 12.9</i>	113.3 (15)	<i>112.8 ± 9.9</i>	-2.050*
WC (cm)	66.5 (10.3)	<i>67.5 ± 8.3</i>	66 (11.8)	<i>68.2 ± 8.7</i>	66.6 (9.2)	<i>66.9 ± 7.8</i>	-0.603
		Total (%)	Boys (%)	Girls (%)	χ^2		
	Low	42.9	43.3	42.4	0.111		
SES	Medium	25.4	23.3	27.3	0.750		
	High	31.7	33.3	30.3	0.000		

%BFAT, percent body fat; SP: sport participation; GLU, fasting glucose; TRG, fasting triglycerides; HDL, HDL-cholesterol; SBP, systolic blood pressure; WC, waist circumference; SES, socioeconomic status. * p≤0.05

and MSRFs ($r=-0.141$, $p=0.08$); in addition, SES showed a weak correlation with all other variables.

Multiple regression analysis results are presented in Table III, showing that age, sex, maturity offset, %BFAT, SP and SES were significant contributing factors to MSRFs profiles ($p<0.05$). Thus, girls and older participants had better MSRFs profiles, as well as those who showed lower %BFAT values and lower maturity offset scores. Furthermore, those who showed lower SP scores and poorer SES levels were more at risk in their cardiometabolic score; the 1-mile run/walk timed performance did not show a significant association ($p>0.05$) with MSRFs.

Table II. Robust correlation coefficients among all variables.

	MSRFs	Sex	Age	Maturity offset	%BFA T	SP	1-mile run/walk	SES
MSRFs	1.000							
Sex	0.078	1.000						
Age	0.392 ^{***}	0.131	1.000					
Maturity offset	0.527 ^{***}	0.006	0.935 [*]	1.000				
BFAT	0.394 ^{***}	-0.551 ^{***}	0.105	0.270 ^{**}	1.000			
SP	-0.208 [*]	0.043	-0.031	-0.049	-0.169 [†]	1.000		
1-mile run/walk	0.166 [*]	-0.476 ^{***}	0.236 [*]	-0.098	0.577 ^{***}	-0.263 ^{**}	1.000	
SES	-0.141 [†]	0.037	-0.079	-0.047	-0.010	0.097	-0.011	1.000

%BFAT, percent body fat; SP, sport participation; SES, socioeconomic status.

^{***} $p\leq 0.001$ ^{**} $p<0.01$ ^{*} $p<0.05$ [†] $p=0.08$

Table III. Robust multiple regression results.

Models	Coefficients	SE	t	95% CI
Sex	2.011	0.422	4.98 ^{**}	1.270 to 2.941
Age	-1.022	0.246	-4.15 ^{**}	-1.509 to -0.535
Maturity offset	1.723	0.279	6.18 ^{**}	1.173 to 2.275
%BFAT	0.147	0.039	3.75 ^{**}	0.069 to 0.224
SP	-0.592	0.266	-2.23 [*]	-1.118 to -0.067
1-mile run/walk	0.002	0.002	0.84	-0.002 to 0.005
SES	-0.265	0.133	-2.00 [*]	-0.527 to -0.003
Model summary	R²	R²adjusted	F-value	
Fitted model	0.518	0.494	21.52 ^{***}	

%BFAT, percent body fat; SP, sport participation; SES, socioeconomic status.

^{**} $p<0.0001$; ^{*} $p<0.05$;

DISCUSSION

This study aimed to identify the role of sports participation and other relevant contributing factors to a MSRFs development in children and adolescents. Importantly, sports participation appeared to be a protective factor of high MSFRs values. In addition, it was identified that boys had higher MSFRs values than girls, younger participants had lower values than older ones, matured adolescents and those with higher body fat had greater MSRFs, and children and adolescents from lower SES households were less protected than those with higher SES status.

Gender differences in MetS risk factors have been previously reported (29), suggesting that metabolic disturbances occur early in girls, even at this early age due to higher concentrations of triglycerides and lower levels of HDL-cholesterol, in addition to their higher insulin resistance, greater fat mass, and higher WC. In our sample, girls only exhibited higher concentrations in triglycerides and greater %BFAT than boys, while boys had higher SBP, and a tendency to show greater GLU, WC, and smaller HDL-cholesterol mean values, which may have contributed to boys' worst metabolic profile and explain difference to those expected. Furthermore, previous research showed changes in insulin resistance and other risk factors during puberty implying that a rapid increase in insulin resistance in males and overall adverse changes in lipid levels and blood pressure may translate to greater cardiovascular risk at the end of boys' pubertal period (9). Taken together, these indications may explain why male samples showed higher MetS prevalences than females (30).

We found a negative effect of age on the MSRFs in the present sample, which is contrary to our hypothesis. Although this result is unclear to us, it is possible that environmental influences, mainly sport practises/experiences may help to understand it. Older children and adolescents' greater engagement in school sports, physical education classes and non-supervised physical activities practices/play, associated with more time and constancy in these practises, namely their frequency, intensity, and duration, may have contributed to a better metabolic profile during growth (14-16). On the other hand, a positive

relationship between maturity offset and MSRFs was identified, suggesting that early pubertal children showed adverse MSRFs than “on time” and/or late pubertal individuals, i.e., late maturing seem to be more protect against metabolic disarrangements (31). Although the mechanisms of this link are not yet well detailed (32), previous reports found significant evidences that the timing of puberty is associated with a propensity to weight gain and adverse metabolic profiles, suggesting that advancing puberty may be related with higher adult body mass index (BMI), fasting insulin, DBP, and decreased HDL-cholesterol in both sexes, as well as increases in fasting total cholesterol, LDL-cholesterol and triglycerides levels in males (31, 32).

Positive associations between %BFAT and MSRFs, as well as, an inverse relationship between sports participation and MSRFs were observed, suggesting that fatter children and adolescents had worst continuous metabolic risk profiles, while those who showed higher sports participation levels were more protected. Although very few studies have explored the additive effects of these predictors in a unique regression model, it is well postulated the relationship between obesity and MetS (5, 6), and physical activity levels, mainly the preventive effect of its moderate-to-vigorous intensities in this metabolic clustering (13). These previous studies highlighted that childhood adiposity is associated with an unfavourable metabolic profile, namely that overweight and obese youths are more at risk to develop MetS, and other related diseases (14, 33). On the other hand, physical activity plays an inverse role in body fat increases and plays a key role in obesity, type 2 diabetes, and other cardiovascular risk factors’ preventive strategies (34). School and private clubs’ sports programs have the great potential to provide high levels of moderate-to-vigorous physical activities contributing to adiposity reduction, muscle mass increases which represent important effects in metabolic function, and consequently, in reducing metabolic risk factors (12, 14).

We did not find statistically significant effects of cardiorespiratory fitness on MSRFs, although their correlation is significantly low. In contrast, the correlation of %BFAT and 1-mile walk/run was strong, suggesting a possible confounding or mediated effect of %BFAT on the association between

cardiorespiratory fitness and MSRFs (35). Previous findings with adults have reported an inverse relationship between these variables, i.e., increased cardiorespiratory fitness levels are associated with lower metabolic risk profile (13), even after controlling for obesity-related traits (36). However, available results with youth populations are limited, but suggest that adiposity may have a crucial role in this association (29, 35). For example, Ekelund et al. (35) found an association between cardiorespiratory fitness measured by maximal ergometer cycle test, and a clustered metabolic risk was partly mediated or confounded by adiposity; Rizzo et al. (29) used the same method to assess cardiorespiratory fitness, which was strongly correlated to metabolic risk, but when body mass was included in the regression analysis the significant regression coefficients of cardiorespiratory fitness decreased.

Amongst the contributing factors to cardiovascular diseases and their related metabolic disorders, SES has also been highlighted (37). Present results suggest that those with lower SES youths have lower MSRFs than who have higher SES which is consistent with previous findings (11). Although the mechanisms of this association are not fully known, poor conditions during childhood are associated with worst metabolic profiles; furthermore these adverse SES conditions may reduce the access to adequate prevention strategies, proper nutrition, and health habits (11).

There are some potential limitations in the present study. Firstly, the sample size and age range may have influenced our results. However, a post hoc power analysis with the following conditions $R^2=0.20$ of full model, $R^2=0$ in the null model, number of independent predictors=7, $\alpha=0.05$, and a power of 0.90 a sample size of 71 subjects was suggested, which is smaller than the one used in this study (these computations were done in STATA 13). Furthermore, financial constraints namely in the assessment of MetS indicators, did not allow us to increase our sample size. Secondly, although data collected via questionnaire to assess sports participation may be more prone to errors, we had an individualized approach with each subject. In addition, the Baecke questionnaire has been shown to be highly reliable in different sub-samples of the Portuguese population, with high intraclass correlation estimates ranging

from 0.80 to 0.87 (38, 39). The present report has also strong points that should be acknowledged. First, the used of a single analysis framework using multiple regression to address the complex issue of MetS in children and adolescents using robust estimation techniques. Second, a wide array of valid and highly reliable data was used. Third, this is the first time that an extensive list of MetS contributing factors were used in a coherent model, including predictors related to puberty, body composition, cardiorespiratory fitness, sport participation, and SES.

The rapid increase of obesity rates and metabolic disarrangements during childhood and adolescence, with severe implications into adulthood, requires a novel school approach to provide and to promote different strategies to prevent and manage these health disorders. The present results appear to reinforce school's central role in promoting health policies, particularly sports participation. There is no doubt that the school is the best place to develop and implement obesity and other metabolic disorders prevention programs, given that children and adolescents spend an important part of their daily life there. In this perspective, free school sports programs, together with innovative physical education programs are emergent components of the overall educational content, which help to promote healthy lifestyles via social environmental pathways, as well as to provide several metabolic benefits due to their moderate-to-vigorous intensity activities and systematic practice. These programs may be applied through the schooling years, together with free recess time activities, during leisure and recreation time, involving all students (no one left behind), but also the school community, namely families and peers. These initiatives require adequate sport equipment's, coherent programs at local, regional and/or national levels offering, also, human resources, adequate materials and efforts to encourage enjoyable and systematic practices. The school needs to be an open place also for the community, mainly in poorer and/or outlying locals, with less sports programs/physical activity opportunities.

CONCLUSIONS

Our major finding was that sports participation provided protection in the development of metabolic syndrome risk factor scores (MSRFs). Interestingly our results suggest that girls and older participants are more metabolically protected. In addition, late maturing adolescents and those who have lower % body fat have better metabolic profiles. Finally, youth with lower SES are less protected from showing higher MSRFs. The best place to a generalized free sports participation and more accessible for poorer children and adolescents is surely the school. Alarming health trends are emerging with obesity increases and higher metabolic syndrome prevalences' in children and adolescence. Effective school-based programs must increasingly be deployed and diversified, through sports participation, in order to help preventing these illness settings.

Acknowledgements

The authors gratefully acknowledge: Fundação para a Ciência e Tecnologia FCT/Portugal (project financial support - *PTDC/DES/67569/2006 FCOMP-01-0124-FEDEB-09608*); CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brasília – DF, Brazil, (623110-1/PhD scholarship); Câmara Municipal de Vouzela, Agrupamento de escolas de Vouzela, Vouzela Health Centre and all involved in the field work. We are especially grateful to all Vouzela Ativa participating youth.

Declaration of interest: The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

REFERENCES

1. Grundy SM, Brewer HB, Jr., Cleeman JI, Smith SC, Jr., Lenfant C, American Heart A, et al. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation*. 2004;109(3):433-8.
2. Ford ES. Risks for all-cause mortality, cardiovascular disease, and diabetes associated with the metabolic syndrome: a summary of the evidence. *Diabetes care*. 2005;28(7):1769-78.
3. Nguyen NT, Magno CP, Lane KT, Hinojosa MW, Lane JS. Association of hypertension, diabetes, dyslipidemia, and metabolic syndrome with obesity: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 to 2004. *Journal of the American College of Surgeons*. 2008;207(6):928-34.
4. Tailor AM, Peeters PH, Norat T, Vineis P, Romaguera D. An update on the prevalence of the metabolic syndrome in children and adolescents. *International journal of pediatric obesity : IJPO : an official journal of the International Association for the Study of Obesity*. 2010;5(3):202-13.
5. Weiss R, Bremer AA, Lustig RH. What is metabolic syndrome, and why are children getting it? *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2013;1281:123-40.
6. Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali SE, Yeckel CW, et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *The New England journal of medicine*. 2004;350(23):2362-74.
7. Eisenmann JC. On the use of a continuous metabolic syndrome score in pediatric research. *Cardiovascular diabetology*. 2008;7:17.

8. Hannon TS, Janosky J, Arslanian SA. Longitudinal study of physiologic insulin resistance and metabolic changes of puberty. *Pediatric research*. 2006;60(6):759-63.
9. Moran A, Jacobs DR, Jr., Steinberger J, Steffen LM, Pankow JS, Hong CP, et al. Changes in insulin resistance and cardiovascular risk during adolescence: establishment of differential risk in males and females. *Circulation*. 2008;117(18):2361-8.
10. Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, maturation, and physical activity. Champaign, IL: Human Kinetics; 2004. 712 p.
11. Regidor E, Banegas JR, Gutierrez-Fisac JL, Dominguez V, Rodriguez-Artalejo F. Socioeconomic position in childhood and cardiovascular risk factors in older Spanish people. *International journal of epidemiology*. 2004;33(4):723-30.
12. Rennie KL, McCarthy N, Yazdgerdi S, Marmot M, Brunner E. Association of the metabolic syndrome with both vigorous and moderate physical activity. *International journal of epidemiology*. 2003;32(4):600-6.
13. Steele RM, Brage S, Corder K, Wareham NJ, Ekelund U. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome in youth. *Journal of applied physiology*. 2008;105(1):342-51.
14. Brambilla P, Pozzobon G, Pietrobelli A. Physical activity as the main therapeutic tool for metabolic syndrome in childhood. *International journal of obesity*. 2011;35(1):16-28.
15. Micheli L, Mountjoy M, Engebretsen L, Hardman K, Kahlmeier S, Lambert E, et al. Fitness and health of children through sport: the context for action. *British journal of sports medicine*. 2011;45(11):931-6.
16. Pate RR, Davis MG, Robinson TN, Stone EJ, McKenzie TL, Young JC, et al. Promoting physical activity in children and youth: a leadership role for

schools: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in collaboration with the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circulation*. 2006;114(11):1214-24.

17. Chaves RN, Souza MC, Santos D, Gomes TN, Santos FK, Maia J. *Cada vez mais Ativo (II). Uma história com muitas voltas*. Porto: FADE-UP; 2012.

18. Ross WD, Ward R. Scaling Anthropometric Data for Size and Proportionality. In: Reilly T, Watkins J, Borms J, editors. *Kinanthropometry III Commonwealth and International Conference on Sport, Physical Education, Dance, Recreation and Health*. New York: E&FN Spon; 1986.

19. Pietrobelli A, Rubiano F, St-Onge MP, Heymsfield SB. New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with whole-body analysis. *European journal of clinical nutrition*. 2004;58(11):1479-84.

20. Mirwald RL, Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(4):689-94.

21. Baecke JA, Burema J, Frijters JE. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr*. 1982;36(5):936-42.

22. Miller DJ, Freedson PS, Kline GM. Comparison of activity levels using the Caltrac accelerometer and five questionnaires. *Med Sci Sports Exerc*. 1994;26(3):376-82.

23. Philippaerts RM, Westerterp KR, Lefevre J. Doubly labelled water validation of three physical activity questionnaires. *Int J Sports Med*. 1999;20(5):284-9.

24. Freitas D, Maia JAR, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Marques A, et al. Crescimento somático, maturação biológica, aptidão física, actividade física

e estatuto sócio-económico de crianças e adolescentes madeirenses - O Estudo de Crescimento da Madeira Funchal: Universidade da Madeira; 2002.

25. Safrit M. Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science. 2.ed, editor. St. Louis, Missouri: Times Mirror/Mosby College Publishing; 1990.

26. Topouchian JA, El Assaad MA, Orobinskaia LV, El Feghali RN, Asmar RG. Validation of two automatic devices for self-measurement of blood pressure according to the International Protocol of the European Society of Hypertension: the Omron M6 (HEM-7001-E) and the Omron R7 (HEM 637-IT). *Blood Press Monit.* 2006;11(3):165-71.

27. LDX C. The Accuracy and Reproducibility of a Rapid, Fingertick Method for Measuring a Complete Lipid Profile Is Comparable to a Reference Laboratory Method (b): Cholestech Corporation; 2003.

28. Hadi AS. A Modification of a Method for the Detection of Outliers in Multivariate Samples. *J Roy Stat Soc B Met.* 1994;56(2):393-6.

29. Rizzo NS, Ruiz JR, Hurtig-Wennlof A, Ortega FB, Sjostrom M. Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk in children and adolescents: the European youth heart study. *The Journal of pediatrics.* 2007;150(4):388-94.

30. Li C, Ford ES. Definition of the Metabolic Syndrome: What's New and What Predicts Risk? *Metabolic syndrome and related disorders.* 2006;4(4):237-51.

31. Prentice P, Viner RM. Pubertal timing and adult obesity and cardiometabolic risk in women and men: a systematic review and meta-analysis. *International journal of obesity.* 2012.

32. Widen E, Silventoinen K, Sovio U, Ripatti S, Cousminer DL, Hartikainen AL, et al. Pubertal timing and growth influences cardiometabolic risk factors in adult males and females. *Diabetes care*. 2012;35(4):850-6.
33. Rauner A, Mess F, Woll A. The relationship between physical activity, physical fitness and overweight in adolescents: a systematic review of studies published in or after 2000. *BMC pediatrics*. 2013;13:19.
34. Ferrari CK. Metabolic syndrome and obesity: Epidemiology and prevention by physical activity and exercise. *J Exerc Sci Fit*. 2008;6(2):87-96.
35. Ekelund U, Anderssen SA, Froberg K, Sardinha LB, Andersen LB, Brage S, et al. Independent associations of physical activity and cardiorespiratory fitness with metabolic risk factors in children: the European youth heart study. *Diabetologia*. 2007;50(9):1832-40.
36. Laukkanen JA, Kurl S, Salonen R, Rauramaa R, Salonen JT. The predictive value of cardiorespiratory fitness for cardiovascular events in men with various risk profiles: a prospective population-based cohort study. *European heart journal*. 2004;25(16):1428-37.
37. Clark AM, DesMeules M, Luo W, Duncan AS, Wielgosz A. Socioeconomic status and cardiovascular disease: risks and implications for care. *Nature reviews Cardiology*. 2009;6(11):712-22.
38. Ferreira JC, Marques AT, Maia J. Physical fitness, physical activity and health in young population from Viseu-a study in children and youngsters of both gender from 10 to 18 years old. Viseu: Departamento Cultural - Instituto Superior Politécnico de Viseu; 2002.
39. Vasconcelos MA, Maia J. Is there a decline in physical activity? A cross-sectional study in children and youngsters of both gender from 10 to 19 years old. *Portuguese Journal Sports Science*. 2001;1(44-52).

Capítulo V

Estudos em Genética Quantitativa

Estudo VI

Estudo Empírico

Clustering of body composition, blood pressure and physical activity in Portuguese families

Raquel Chaves^{a,b}, Adam Baxter-Jones^c, Daniel Santos^a, Thayse Gomes^a,
Fernanda Santos^{a,b}, Michele Souza^{a,b}, Vincent Diego^d e José Maia^a

Artigo aceito: Annals of Human Biology (Inglaterra)

^aCIFI²D, Faculty of Sport, University of Porto, Porto, Portugal.

^bCAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brasília, Brazil.

^cCollege of Kinesiology, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada

^dTexas Biomedical Research Institute, S. Antonio, Texas, USA

ABSTRACT

Aim: The purposes of this study were: (i) to identify familial resemblances in body fat, blood pressure (BP) and total physical activity (TPA); (ii) to estimate the magnitude of their genetic and environmental influences; and (iii) to investigate shared familial aggregation among these phenotypes.

Subjects and Methods: The sample comprised 260 nuclear families from Portugal. Body fat was assessed by bioelectrical impedance. BP was measured by an oscillometric device. TPA was estimated by the Baecke questionnaire. Familial correlation analyses were performed using Generalized Estimating Equations. Quantitative genetic modelling was used to estimate maximal heritability, genetic and environmental correlations.

Results: Familial intra-trait correlations ranged from 0.15 to 0.38. Genetic and common environmental factors explained from 30% and 44% of fat mass depots and BP, and 24% of TPA. Genetic correlations were significant between BP and the fat mass traits ($p < 0.05$). Environmental correlations were statistically significant between diastolic BP and total body fat, trunk fat and arm fat ($p < 0.05$) and TPA and other phenotypes.

Conclusions: Our results suggest familial resemblance in the variation of body fat, BP and TPA, showing partial pleiotropic effects in the variation in body fat phenotypes and BP. TPA only shares common environmental influences with BP and body fat traits.

INTRODUCTION

Obesity is a metabolic and neuroendocrine disease (Hebebrand and Hinney, 2009), characterized by an excess of adipose tissue (Fortuno et al., 2003). It is highly correlated within families. There is compelling evidence that a network of familial factors, including biological and environmental factors, affect siblings' adiposity development. This combined evidence supports the hypothesis of an increased risk for obesity in siblings with obese parents (Perusse et al., 2000, Yang et al., 2007). Obesity has been associated with other metabolic disorders, such as cardiovascular diseases, hypertension, hyperlipidaemia and hyperglycaemia/insulin resistance (Kotsis et al., 2010). The relationship between obesity and hypertension is well documented suggesting that an excess of adipose tissue increases blood pressure levels (Rankinen and Bouchard, 2002). Furthermore, it has also been suggested that higher blood pressure levels may make weight loss difficult and/or precede weight gain (Julius et al., 2000).

The increasing prevalence of obesity and hypertension in the last decades (Flegal et al., 2012, Flegal et al., 2010, Cutler et al., 2008), mostly in industrialized countries, demands more attention in order to understand the aetiological aspects and associations with behavioural traits, for example physical activity. Evidence suggests an inverse relationship between physical activity and the risk of hypertension and obesity (Fagard, 2005). It is also known that moderate-to-high physical activity levels are inversely associated with the amount of total body fat and the distribution of fat within the body (Slattery et al., 1992, Hill, 1997), as well as with low blood pressure levels and reduced risk of hypertension (Paffenbarger et al., 1983, Paffenbarger et al., 1991).

Evidence from familial and twin studies indicates genetic effects in obesity-related phenotypes (Hinney et al., 2010, Voruganti et al., 2011, Diego et al., 2007) such as blood pressure (Butte et al., 2005, Livshits and Gerber, 2001, Franceschini et al., 2006, Franceschini et al., 2008) and physical activity levels (de Vilhena e Santos et al., 2012). Given the significant heritabilities (the proportion of total variance accounting for additive genetic factors), a common

genetic background could partially explain the covariation in these interrelated traits. Thus, part of the association found among this complex set of phenotypes – adipose tissue excess, blood pressure, and physical activity – may also be the result of a single gene (oligogene or major gene), or of a relatively small number of genes with multiple effects, a phenomenon known as pleiotropy (Hernelahti et al., 2004, Rankinen and Bouchard, 2002, Schork et al., 1994). For example, in the Québec Family Study (Rice et al., 1994) it was argued that gene(s) had pleiotropic effects on body fat and blood pressure. However, this pleiotropy effect was not confirmed in the HERITAGE Family Study (1992-2004); since in this cohort cross-trait correlations between resting blood pressure and 10 different indices of body composition and fat distribution were not statistically significant (An et al., 2000). Other studies have suggested that a moderate-to-intense physically active lifestyle can modulate or blunt the genetic predisposition to obesity (Li et al., 2010, Mustelin et al., 2009). Two studies dealing with a probable common genetic influence in the association between blood pressure levels and physical activity (Hernelahti et al., 2004, Forjaz et al., 2012) showed inconsistent results. Hernelahti et al. (2004) suggested a partial pleiotropic effect between aerobic exercise in adolescence and low diastolic blood pressure (DBP) in adulthood, whereas Forjaz et al. (2012) did not find such an effect.

Given the abovementioned inconsistent results concerning potential intercorrelations between obesity-related blood pressure and physical activity traits, this study aims to clarify their underlying sources of covariation. Specifically, our research goals are as follows: (1) to identify the degree of familial resemblance in different body fat depots, blood pressure and total physical activity (TPA); (2) to estimate the magnitude of their genetic and environmental influences; (3) to investigate a possible joint shared familial aggregation in fat mass depots, blood pressure and physical activity phenotypes. We hypothesized that: (1) correlations among family members will be greater than zero, that father-mother correlations will be positive as an effect of shared living environments, and that siblings correlations will also be positive as a result of shared genes and environments; (2) that genetic factors will

account for a low-to-moderate effect in explaining the total variance of body fat, blood pressure and TPA even when accounting for covariates; (3) that there is partial pleiotropy between body fat phenotypes and blood pressure, and that environmental factors will jointly account for the association between body fat, blood pressure and TPA.

MATERIAL AND METHODS

Sample

We sampled 260 nuclear families (802 individuals) from the “*Active Vouzela study*”, a cross-sectional study conducted in a central part of Portugal, aiming to investigate growth, body composition, physical fitness, physical activity, nutritional behaviours, and cardiometabolic risk factors in children, adolescents and families (Table I) (Chaves et al., 2012). Data were collected between 2008 and 2012. Children and adolescents from public schools were invited to freely participate in this study with their parents. Therefore, families with one or more children were included. The total compliance was approximately 30%. Children with chronic diseases, physical handicaps or psychological disorders were excluded as these conditions might have impaired their daily routines; namely their physical activities within schools and/or sports clubs. A medication history was recorded for both child and parent. The project was approved by the ethics committee of the Faculty of Sport, University of Porto, all school directors in the region, as well as the Vouzela Health Centre. Informed consent was obtained from all parents.

Anthropometric and body composition measures

Measurements were made by trained and experienced health professionals from the Vouzela Health Centre and conducted with subjects wearing light clothing, without shoes or socks. Stretched stature with head position to Frankfurt plane was measured to the nearest 1.0 mm according to the International Society for the Advancement of Kinanthropometry protocol (Ross and Ward, 1986) with a portable stadiometer (Holtain Ltd, United

Kingdom). A bio-impedance scale, TANITA BC-418 MA (Segmental Body Composition Analyser Tanita, Corporation, Tokyo, Japan) was used to measure body mass and to estimate four body composition traits: percent body fat (BFAT), percent trunk fat (TFAT), percent arms fat (AFAT) and percent legs fat (LFAT) mass with a technical error of measurement of 0.1 kg and 0.1% from duplicate measurements. AFAT and LFAT were obtained as the average of the right and left limbs. This impedance scale has been validated previously with Dual-energy X-ray Absorptiometry - DXA (Pietrobelli et al., 2005, Pietrobelli et al., 2004), a gold standard method for body composition measurement. Body mass index (BMI) was derived by calculating the ratio of body mass to height, expressed in kg/m^2 . All individuals were assessed after an overnight fast of at least 10-12 hr. Subjects were also asked to limit the amount of food and water intake during the previous evenings meal because of their effects on the bio-impedance results.

Blood Pressure

Systolic and diastolic blood pressure (SBP and DBP) were measured with an automated recorder, *Omrom M6 hem-7001-E* (Omron Healthcare), validated by The International Protocol of the European Society of Hypertension (Topouchian et al., 2006). Three different cuff sizes were available, and the most appropriate was chosen according to the best fit to subject's arm circumference. All individuals were assessed between 8:00 and 10:00 am. For the present report, the average of three consecutive measures was obtained. All individuals remained seated with their back relaxed and against a chair, legs uncrossed and feet flat on the floor. The right upper limb was positioned with a support at the heart level, palm turned upwards and the elbow slightly flexed. At least five minutes of a rest period before and three minutes intervals between assessments was taken.

Physical Activity

Total physical activity (TPA) was estimated using the Baecke questionnaire (Baecke et al., 1982), a reliable and valid instrument (Miller et al.,

1994, Pereira et al., 1997, Philippaerts et al., 1999) that describes three domains of physical activity, namely: indices for activity during (i) work/school, (ii) leisure time and (iii) sport participation. The Baecke questionnaire has a total of 16 questions divided into these three indices, each domain consists of questions scored from 1 (minimal physical activity) to 5 (maximal physical activity). The work/school domain incorporates questions related to occupation, sitting, standing, walking, lifting and sweating during work/school; the leisure-time activities domain is based on questions related to mode of transportation to work/school, and time spent on watching TV, walking and cycling; and the sports domain incorporates questions related to type of sport, frequency of practice, and sweating during sport practice. A TPA score was obtained from the unweighted sum of all three indices; scores ranged from 3 (lowest) to 15 (highest). All children and adolescents answered the questionnaire during their physical education class under the supervision of their teachers, who were previously trained by the first author to guarantee that all items were properly understood and answered. Children took the questionnaires home to be filled out by their parents and siblings. Team members were available by telephone to all parents regarding any questions that would possibly arise when filling out the questionnaire.

Socioeconomic Status

Socioeconomic status (SES) was determined by parents' self-reported occupation based on a set of questions that are part of the Baecke questionnaire. Each occupation ranges from 0 to 9 according to the Portuguese National Classification of Occupations (INE, 2010), where 0 means higher SES and 9 means the lowest. No information was gathered about annual income, but it is closely related to the classification system: 0: military forces; 1: central administration/politicians and executive directors; 2: specialists of intellectual and scientific activities; 3: technicians and intermediate level jobs; 4: back-office jobs; 5: security, seller and individual services; 6: farmer and qualified workers of farm, fish and forest; 7: industry and building qualified jobs; 8: machine and equipment operators; 9: non-qualified jobs. In all analysis groups

were clustered as follows: 0-3 (high SES); 4-6 (medium SES); and 7-9 (low SES). In cases where father and mother had different jobs we considered the lowest classification, which relates to the highest socioeconomic status.

Statistical Analysis

Given that the number of adults medicated for hypertension was very small, less than 5%, no statistical adjustment for this condition was deemed necessary. Exploratory data analysis was conducted to identify input data errors and outliers, as well as to obtain descriptive information (means, standard deviations and range) using SPSS 18.0 for all variables. An independent t-test was used for comparisons between sexes. One-way ANOVA's and Bonferroni's *post hoc* tests were used to examine TPA differences among relatives. Familial correlation analyses were performed using Generalized Estimating Equations (GEEs) (Zhao et al., 1992). The GESEE software developed by Tregouët et al. (1999) was administered as previously applied by Plancoulaine et al. (2004, 2008) adopting the Gaussian working correlation matrix (Tregouët and Tiret, 2000). For the regression means models, body composition traits and TPA analyses were adjusted for sex, age, age², SES, and two interactions, age*sex, age²*sex, as previously advocated by others (Bouchard et al., 1997); SBP and DBP were also adjusted for BMI and height (Forjaz et al., 2012). Three different types of family correlations were estimated: father-mother, parent-offspring and siblings. To test specific hypothesis on these correlations, the generalized Wald test statistic was used. For each phenotype, the adopted strategy was to test: (1) whether all three correlations were equal to zero, meaning that there was no familial aggregation; (2) whether all correlations were equal to each other, which would suggest a strong shared environmental component. Maximum likelihood heritability estimates (h^2) of body composition, blood pressure and physical activity traits were calculated using variance-components methods implemented using SOLAR 4.01 software (Almasy and Blangero, 1998). A measure of best fit was assessed using the likelihood ratio test (LRT). Two models were estimated (a null or sporadic model, and a polygenic model) and the log likelihoods of each model were contrasted. Minus twice the difference in the log likelihoods

between them is distributed as $(\frac{1}{2}\chi_0^2 + \frac{1}{2}\chi_1^2)$. Modelling procedures to estimate h^2 were adjusted for the following covariates: age, sex, age², sex*age, sex*age², and SES. SBP and DBP were adjusted also for BMI and height. The level of statistical significance was set at 0.05. Finally, a bivariate extension (Almasy et al., 1997, Falconer and MacKay, 1996) of the quantitative genetic procedure was used to obtain estimates of additive genetic (ρ_g) and environmental (ρ_e) correlations of body fat, blood pressure and physical activity phenotypes given by the ρ_p (phenotypic correlation) = $\rho_g\sqrt{h_{21}}\sqrt{h_{22}} + \rho_e\sqrt{(1 - h_{21})}\sqrt{(1 - h_{22})}$. This modelling approach was implemented using SOLAR software. All correlation estimates were adjusted for the same set of covariates as described above. For the statistical evaluation of pleiotropy, two formal tests were employed. The first test examined the null hypothesis that $\rho_g=0$ and the second test examined the null hypothesis that $\rho_g=1$. These respectively represent zero and complete pleiotropy. If both were rejected then incomplete or partial pleiotropy was inferred. The LRTs are respectively distributed as χ_1^2 , and $(\frac{1}{2}\chi_0^2 + \frac{1}{2}\chi_1^2)$.

Table I. Phenotypes by generation, sex and familial clusters.

Variables	%BFAT	%TFAT	%AFAT	%LFAT	SBP	DBP	TPA	SES
Families (n)	260	260	260	260	250	250	232	207
Father (n)	136	136	136	136	132	132	126	207
Mother (n)	239	239	239	239	231	231	211	207
Son (n)	203	203	203	203	190	190	137	177
Daughter (n)	224	224	224	224	211	211	142	183
Total (n)	802	802	802	802	764	764	616	774
Clusters								
Father-Mother (n)	123	123	123	123	117	117	115	-
Parent-Offspring (n)	246	246	246	246	241	241	174	-
Siblings (n)	157	157	157	157	151	151	90	-

BFAT: body fat; TFAT: trunk fat; AFAT: arms fat; LFAT: legs fat; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; TPA: total physical activity; SES: socioeconomic status.

RESULTS

Table II shows the study population characteristics. SES categories are presented according to family frequency. Note that descriptive statistics ignore the sibling relationship as this was found to only trivially bias the standard deviations. Fathers were significantly taller, heavier and had higher SBP and DBP levels than mothers ($p < 0.05$). In addition, mothers had higher percent BFAT, TFAT, AFAT, and LFAT than fathers ($p < 0.05$). Significant differences were found between female and male youths for body composition traits, namely percent BFAT, TFAT, AFAT, and LFAT, TPA and SBP levels, i.e., girls were fatter and less physically active, while boys had higher SBP mean values ($p < 0.05$). Sons were significantly more active than their parents ($p < 0.05$), although the differences were small. Most families (~56%) had low SES levels.

Familial intra-trait correlations were calculated for body composition, blood pressure and physical activity traits and are shown in Table III. For body composition, values ranged from 0.16 to 0.34, all correlations were statistically significant ($p < 0.05$). Weak to moderate correlations were observed for TPA, SBP and DBP, ranging from 0.15 to 0.38. Spouses' correlation for SBP were not significant ($p > 0.05$). Results from the Wald test statistic showed that all three correlations, namely spouses, parent-offspring and siblings, were not equal to zero nor equal to each other, suggesting the presence of familial aggregation in these different traits.

Table IV shows h^2 for body composition, blood pressure and TPA simultaneously adjusted for covariates. The proportion of variance due to covariates ranged from 2.8% (TPA) to 64.1% (LFAT). Sporadic (the null model) and polygenic models, assuming the presence of covariance among relatives, i.e., a genetic component in these body composition, blood pressure and physical activity phenotypes were tested. The h^2 ranged from 30% to 44% of the total variance in adjusted body composition and blood pressure traits, while for TPA genetic factors explain only 24% ($p < 0.001$).

Table II. Descriptive statistics of family members.

Variables	Fathers		Mothers		Sons		Daughters	
	Mean (range)	SD	Mean (range)	SD	Mean (range)	SD	Mean (range)	SD
Age(years)	43.1 (31-58)	5.3	40.3 (27-56)	5.8	12.5 (7-22)	3.2	12.9 (7-25)	3.8
Height (cm)	169.6 (153.4-187.4)	6.4	157.7 [*] (143.5-172.3)	5.7	151.2 (116.0-189.2)	16.6	150.0 (116.0-171.6)	13.1
Weight (kg)	81.7 (49.9-122.1)	12.2	69.5 [*] (45.0-108.2)	11.7	49.8 (20.1-112.3)	17.7	49.5 (20.9-91.3)	14.2
BMI (kg/m ²)	28.4 (20.5-43.5)	4.0	28.0 (19.3-47.6)	4.7	21.1 (13.9-36.8)	4.1	21.6 (14.3-34.9)	3.9
BFAT (%)	23.1 (7.3-37.5)	5.4	34.0 [*] (18.1-50.6)	6.4	21.3 (8.2-43.9)	6.6	27.1 [*] (14.5-44.6)	5.9
TFAT (%)	24.6 (5.1-40.2)	6.3	29.5 [*] (8.6-50.1)	7.5	16.9 (5.9-38.2)	6.6	21.4 [*] (5.3-43.3)	6.6
AFAT (%)	20.2 (7.6-35.9)	4.7	35.6 [*] (12.5-61.3)	8.4	29.1 (12.2-52.2)	7.3	35.1 [*] (12.0-57.2)	7.2
LFAT (%)	22.8 (9.8-34.5)	5.0	40.2 [*] (20.8-54.0)	5.1	25.7 (7.8-48.4)	6.9	34.1 [*] (17.6-53.1)	5.4
SBP (mmHg)	133 (101-180)	14	125 [*] (90-176)	15	116 [*] (84-158)	14	112 (87-143)	10
DBP (mmHg)	80 (49-121)	10	77 (54-108)	11	64 (43-92)	9	65 (43-107)	9
TPA	7.4 (3-10.2)	1.6	7.3 (3-11.9)	1.5	8.0 ^{**} (3.9-11.5)	1.2	7.6 (4-11.2)	1.3
SES (categories)	0-3		4-6		7-9			
	N of Families (%) 48 (23.2)		N of Families (%) 44 (21.3)		N of Families (%) 115 (55.6)			

BMI: body mass index; BFAT: body fat; TFAT: trunk fat; AFAT: arms fat; LFAT: legs fat; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; TPA: total physical activity; SES: socioeconomic status.

* $p < 0.05$ compared to males and females of the same generation (Student *t*-test).

** $p < 0.05$ compared to relatives of both generation (One-way ANOVA; Bonferroni's post hoc test).

Table III. Familial intra-trait correlations for body composition, blood pressure and physical activity traits

	Spouses	Parent-offspring	Sib-Sib
BFAT (%)^a	0.25 [†] [0.06-0.42]	0.20 [†] [0.11-0.30]	0.34 [†] [0.21-0.46]
TFAT (%)^b	0.28 [†] [0.08-0.45]	0.18 [†] [0.09-0.27]	0.30 [†] [0.17-0.43]
AFAT (%)^c	0.20 [†] [0.01-0.38]	0.16 [†] [0.06-0.25]	0.19 [†] [0.07-0.31]
LFAT (%)^a	0.21 [†] [0.04-0.37]	0.22 [†] [0.12-0.30]	0.33 [†] [0.18-0.45]
SBP (mmHg)^d	0.16 [0.00-0.31]	0.21 [†] [0.12-0.30]	0.26 [†] [0.09-0.41]
DBP (mmHg)^e	0.19 [†] [0.02-0.37]	0.21 [†] [0.12-0.29]	0.38 [†] [0.22-0.52]
TPA^f	0.32 [†] [0.07-0.53]	0.15 [†] [0.02-0.28]	0.32 [†] [0.08-0.53]

BFAT: body fat; TFAT: trunk fat; AFAT: arms fat; LFAT: legs fat; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; TPA: total physical activity. Correlations adjusted for: ^a age, age², sex*age, sex*age²; ^b sex*age, sex*age²; ^c age, age², sex*age; ^d age, height, BMI, sex*age, sex*age²; ^e height, BMI; ^f no significant covariates; p<0.05.

Table IV. Model results (log likelihoods) for body composition, blood pressure and physical activity phenotypes, and h² (±standard-error) adjusted for covariables.

Trait	h ² ± se	Proportion of variance due to covariates (%)
BFAT (%)	0.39±0.07 [*]	39.6% ^a
TFAT (%)	0.34±0.07 [*]	32.9% ^b
AFAT (%)	0.30±0.07 [*]	42.0% ^c
LFAT (%)	0.42±0.07 [*]	64.1% ^d
SBP (mmHg)	0.40±0.07 [*]	39.1% ^e
DBP (mmHg)	0.44±0.07 [*]	43.3% ^f
TPA	0.24±0.09 [*]	2.8% ^g

BFAT: body fat; TFAT: trunk fat; AFAT: arms fat; LFAT: legs fat; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; TPA: total physical activity. ^{*}p<0.001

Covariates: ^a sex, age², sex*age, sex*age², SES; ^b sex, age, sex*age²; ^c sex, age, age², sex*age, sex*age²; ^d sex, age, age², sex*age, sex*age², SES; ^e sex, age, sex*age², height, BMI; ^f age, sex*age, height, BMI; ^g age, age*sex.

Genetic, environmental and phenotypical correlations between body composition, blood pressure and physical activity traits are shown in Table V. The cross-trait correlations between SBP and DBP were moderate to strong, namely $\rho_g=0.85\pm 0.058$, $\rho_e=0.585\pm 0.058$, and $\rho_p=0.698$. Genetic correlations were significant between blood pressure and the four body composition phenotypes ($p<0.05$), and higher partial pleiotropic effects were found between SBP/AFAT ($\rho_g=0.635\pm 0.166$) and SBP/LFAT ($\rho_g=0.620\pm 0.123$). No significant pleiotropy was found between TPA and other phenotypes ($p>0.10$). Environmental correlations were statistically significant ($p<0.05$) between DBP and three body fat traits, namely percent BFAT, TFAT and AFAT, although low values were also observed. Environmental correlations suggested a negative association between TPA and other traits, except for SBP. Phenotypic correlations showed that different body fat depots were positively associated with blood pressure.

DISCUSSION

Our results indicated a moderate-to-strong familial resemblance in all traits; a contribution of partial pleiotropic effects between blood pressure and body fat phenotypes, as well as common environmental influence; and TPA did not share a common genetic background with body fat and blood pressure phenotypes, but was associated with common environmental exposures, which may have important implications on intervention programs to promote moderate-to-intense physically active lifestyles and their positive effects on obesity and hypertension prevention.

Table V. Genetic, environmental, and phenotypic correlations (\pm standard-errors) between blood pressure, physical activity and body fat phenotypes

	Genetic correlations			Environmental correlations			Phenotypic correlations		
	SBP(mmHg)	DBP(mmHg)	TPA	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	TPA	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	TPA
BFAT (%)	0.537 \pm 0.129*	0.424 \pm 0.131**	0.216 \pm 0.176	0.128 \pm 0.091	0.235 \pm 0.089**	-0.248 \pm 0.095*	0.298*	0.314*	-0.076
TFAT (%)	0.528 \pm 0.142*	0.455 \pm 0.140*	0.232 \pm 0.187	0.109 \pm 0.088	0.210 \pm 0.086**	-0.244 \pm 0.090*	0.268*	0.303*	-0.081***
AFAT (%)	0.635 \pm 0.166*	0.488 \pm 0.162*	0.231 \pm 0.214	0.097 \pm 0.089	0.217 \pm 0.087**	-0.163 \pm 0.092***	0.276*	0.306*	-0.042
LFAT (%)	0.620 \pm 0.123*	0.490 \pm 0.131*	0.112 \pm 0.172	0.082 \pm 0.094	0.153 \pm 0.093	-0.159 \pm 0.096***	0.310*	0.296*	-0.057
SBP (mmHg)	-	0.858 \pm 0.058*	-0.290 \pm 0.196	-	0.585 \pm 0.058*	0.219 \pm 0.102**	-	0.698*	-0.028
DBP (mmHg)	0.858 \pm 0.058*	-	0.067 \pm 0.186	0.585 \pm 0.058*	-	-0.177 \pm 0.106***	0.698*	-	-0.082***

BFAT: body fat; TFAT: trunk fat; AFAT: arms fat; LFAT: legs fat; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; TPA: total physical activity.

*p<0.01 **p<0.05 ***p<0.10

The results related to body fat phenotypes, DBP and TPA, and the correlation pattern observed between spouses, parent-offspring, and siblings suggests not only the presence of genetic factors, but also that shared environment can make important contributions to familial resemblance (assuming no effects of phenotypic assortative mating, nor social homogamy). Furthermore, significant correlations between siblings and parent-offspring, but not between spouses, in SBP, suggest a greater contribution of genetic factors than environmental influences (Perusse et al., 2000). Available information from other studies have shown similar correlation patterns, although it is noted there were differences in correlation values assessing the degree of familial resemblance (Perusse et al., 2000, Wu et al., 2003, Cui et al., 2002, Harrap et al., 2000).

Results from previous family studies (Perusse et al., 1988, Perusse et al., 2000) have provided evidences of familial aggregation in body fat, blood pressure and physical activity phenotypes, results replicated in the present study. For example fat mass traits, h^2 ranged from 30 to 42%; highest with regards LFAT and lowest with regards AFAT. In the Heritage Family Study and in the Canada Fitness Survey, moderate familial aggregations were found; with regards the amount and distribution of subcutaneous fat h^2 ranged from 31 to 37% for sum of skinfolds, 35 to 36% for trunk skinfolds sum, and 34 to 39% for extremity skinfolds (Perusse et al., 1988, Perusse et al., 2000). While genetic and environmental factors of BFAT and TFAT assessed by bioelectrical impedance analysis technique have been less studied, reported h^2 are ~35% (Fermino et al., 2008, Wu et al., 2003). The h^2 values for upper and lower body peripheral fat depots (measured by DXA), in the multigenerational families of African Heritage (Miljkovic-Gacic et al., 2008), reported higher heritabilities; 0.62 for AFAT and 0.40 for LFAT. In addition, genetic and common environmental factors explained 40 and 44% of SBP and DBP total variation respectively. These results are similar to other reports from Brazil (Forjaz et al., 2012), Australia (Harrap et al., 2000), China (Gu et al., 2007) and other Portuguese sample (Fermino et al., 2009). In the present study h^2 reached 24% for TPA

levels, the lowest estimate of all the available phenotypes, which is within the range of estimates from other studies (Seabra et al., 2008, Choh et al., 2009).

The current bivariate genetic analysis showed strong phenotypic correlations between SBP and DBP, this is somewhat similar to other published work (Jelenkovic et al., 2010, Benyamin et al., 2007). This suggests that genes in the shared SBP and DBP variation explain more total variance than the genes that determine SBP and DBP separately. It has been postulated that similar phenotypes may have many genes in common due to direct causal physiological relationships (Benyamin et al., 2007). Resulting from the combined effects of variation between SBP and DBP in the underlying traits of mean arterial pressure and pulse pressure, and genetic correlation it is expected genetic factors account also for mean arterial pressure variations observed (Cui et al., 2002).

In the studied sample, adiposity and blood pressure traits were phenotypically correlated with significant genetic correlations between all traits, which suggest the presence of partial pleiotropic effects. Significant cross-trait environmental correlations were only observed between DBP and three body fat phenotypes (BFAT, TFAT and AFAT). It is quite possible that the lack of environmental correlation between SBP and the body fat traits was due to inadequate power to detect the smaller environmental correlation effect sizes. This result is consistent with the corresponding observations for the correlations between DBP and body fat traits. Given that proportionately less of their phenotypic correlations are explained by the genetic component, it follows therefore that more of the phenotypic correlation would be explained by the environmental component, translating to larger environmental correlation effect sizes.

Other studies have found phenotypic covariance between blood pressure and obesity-related phenotypes (e.g. body mass, waist circumference, skinfolds thickness, BMI, waist-to-hip ration, etc. (Benyamin et al., 2007, Havill and Mahaney, 2003, Jelenkovic et al., 2010, Livshits and Gerber, 2001, McCaffery et al., 1999, Rice et al., 1994, Schork et al., 1994). Rice et al. (1994) reported both significant heritable measures of fat distribution and cross-trait correlations;

though they did not partition the cross-trait correlations into environmental and genetic components. Although, this suggests that body composition and blood pressure share a common genetic basis, An et al. (2000) reported a study that found no pleiotropic effects between blood pressure and fat distribution or body composition. The results presented in this paper are consistent with other studies (Jelenkovic et al., 2010, Benyamin et al., 2007). According to Livshits et al. (2001), these heterogeneous results may be due to several factors, namely the selection of the adiposity measure, measurement error, possible distinct genetic factors specific to each population, and physiological pathways. Furthermore differences in power due to different study designs will also have an effect.

The absence of a common genetic influence in the association between TPA and blood pressure is consistent with previous reports, such as that by Forjaz et al. (2012), who reported no pleiotropic effects between TPA and blood pressure; but did report a common environmental influence between TPA and DBP. In contrast, Hernelahti et al. (2004) found only a partial pleiotropic effect between reported aerobic exercise at adolescence and low DBP at 40 years of age, though it is noted that a very low correlation ($\rho_g=0.27$) was observed. In the present study no pleiotropic effects were found between physical activity phenotypes and DBP. The reasons for these differing results are unclear. However, they could be explained by an age effect in physical activity, given the several physical activity practices during the life-course (Forjaz et al., 2012), as well as specific genetic background may be population specific or possible because of low power.

Interestingly, the present study observed a modest and negative environmental correlation between TPA and DBP but a positive correlation between TPA and SBP, although the phenotypic correlation was negative. That last result is somewhat unclear to us. Several earlier studies indicated an association between high physical activity levels and low risk for hypertension and/or low blood pressure (MacAuley et al., 1996, Paffenbarger et al., 1991, Paffenbarger et al., 1983); however, Hernelahti et al.(2004) findings suggested that reported regular aerobic exercise during the past year was associated with

high SBP. According to these authors, one possibility could be that individuals who had elevated blood pressure may have been advised to exercise by their physician.

Finally, there is no evidence of pleiotropic effects of TPA with fat mass depots. Common environmental influences were observed, which had opposite effects, e.g. decreasing TPA levels and increasing amount of fat, independently of fat storage. The failure to detect significant genetic correlations between adiposity traits and TPA may be associated to low genetic factor influence, i.e. only 24% of total TPA variation was observed. Obviously, further studies, mainly those involving molecular genetic analysis, are needed to clarify how the specific genes influence adiposity and physical activity. On the other hand, common environmental factors between these phenotypes have important implications on intervention programs, i.e. the promotion of moderate-to-intense physically active lifestyle associated to good nutritional habits could reduce the amount of body fat.

There are some potential limitations the study presented. Firstly, the sample size may have influenced the magnitude and precision of our genetic estimates; although previous studies (Jelenkovic et al., 2010, Seabra et al., 2008, Wu et al., 2003) with greater samples presented similar or smaller estimates. Secondly, it was difficult to establish rigorous comparisons with other studies given the different methods used to assess obesity-related phenotypes and obesity traits' variability. Thirdly, research concerning pleiotropic effects linking TPA and blood pressure are limited. Lastly, data collected via questionnaire versus objective measures to assess TPA are prone to errors, although we had an individual approach with each family and were available to answer all queries from parents; however, the Baecke questionnaire has been shown to be highly reliable in different sub-samples of the Portuguese population, with high intraclass correlation estimates ranging from 0.80 to 0.87 (Ferreira et al., 2002, Vasconcelos and Maia, 2001).

The present report has also important aspects that should be acknowledged. Firstly, the data analysis techniques used to address the complex issue of familial aggregation in three multifaceted phenotypes.

Secondly, the use of valid and highly reliable body composition data to assess different fat storages. Thirdly, our findings provide new evidence for pleiotropic and common environmental effects in body fat, blood pressure and physical activity traits.

In conclusion, there is evidence in this cohort of familial resemblance in the inter-individual variation of body fat, blood pressure and TPA. It was also found that genetic factors accounted for a moderate contribution in the different fat mass depots and blood pressure, and a low to moderate to TPA levels. Body fat phenotypes and blood pressure shared a common genetic background, while TPA and other assessed traits were mostly associated with common environmental exposures.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge: Fundação para a Ciência e Tecnologia FCT/Portugal (project financial support - *PTDC/DES/67569/2006 FCOMP-01-0124-FEDEB-09608*); CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brasília – DF, Brazil, (623110-1/PhD scholarship); Câmara Municipal de Vouzela, Agrupamento de escolas de Vouzela, Vouzela Health Center and all involved in the field work. We are especially grateful to all Vouzela Ativa participating families.

Declaration of interest: The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

REFERÊNCIAS

Almasy, L & Blangero, J 1998. Multipoint quantitative-trait linkage analysis in general pedigrees. *Am J Hum Genet* 62: 1198-211.

Almasy, L, Dyer, TD & Blangero, J 1997. Bivariate quantitative trait linkage analysis: pleiotropy versus co-incident linkages. *Genet Epidemiol* 14: 953-8.

An, P, Rice, T, Gagnon, J, Leon, AS, Skinner, JS, Wilmore, JH, Bouchard, C & Rao, DC 2000. Cross-trait familial resemblance for resting blood pressure and body composition and fat distribution: The HERITAGE family study. *Am J Hum Biol* 12: 32-41.

Baecke, JA, Burema, J & Frijters, JE 1982. A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr* 36: 936-42.

Benyamin, B, Sorensen, TI, Schousboe, K, Fenger, M, Visscher, PM & Kyvik, KO 2007. Are there common genetic and environmental factors behind the endophenotypes associated with the metabolic syndrome? *Diabetologia* 50: 1880-8.

Bouchard, C, Malina, RM & Perusse, L 1997. *Genetics of Fitness and Physical Performance*, Champaign, IL, Human Kinectis.

Butte, NF, Comuzzie, AG, Cole, SA, Mehta, NR, Cai, G, Tejero, M, Bastarrachea, R & Smith, EO 2005. Quantitative genetic analysis of the metabolic syndrome in Hispanic children. *Pediatr Res* 58: 1243-8.

Chaves, RN, Souza, MC, Santos, D, Gomes, TN, Santos, FK & Maia, J 2012. *Cada vez mais Ativo (II). Uma história com muitas voltas*, Porto, FADE-UP.

Choh, AC, Demerath, EW, Lee, M, Williams, KD, Towne, B, Siervogel, RM, Cole, SA & Czerwinski, SA 2009. Genetic analysis of self-reported physical activity and adiposity: the Southwest Ohio Family Study. *Public Health Nutr* 12: 1052-60.

Cui, J, Hopper, JL & Harrap, SB 2002. Genes and family environment explain correlations between blood pressure and body mass index. *Hypertension* 40: 7-12.

Cutler, JA, Sorlie, PD, Wolz, M, Thom, T, Fields, LE & Roccella, EJ 2008. Trends in hypertension prevalence, awareness, treatment, and control rates in United States adults between 1988-1994 and 1999-2004. *Hypertension* 52: 818-27.

De Vilhena E Santos, DM, Katzmarzyk, PT, Seabra, AF & Maia, JA 2012. Genetics of physical activity and physical inactivity in humans. *Behav Genet* 42: 559-78.

Diego, VP, Rainwater, DL, Wang, XL, Cole, SA, Curran, JE, Johnson, MP, Jowett, JB, Dyer, TD, Williams, JT, Moses, EK, Comuzzie, AG, Maccluer, JW, Mahaney, MC & Blangero, J 2007. Genotype x adiposity interaction linkage analyses reveal a locus on chromosome 1 for lipoprotein-associated phospholipase A2, a marker of inflammation and oxidative stress. *Am J Hum Genet* 80: 168-77.

Fagard, RH 2005. Physical activity, physical fitness and the incidence of hypertension. *J Hypertens* 23: 265-7.

Falconer, DS & Mackay, TSC 1996. *Introduction to quantitative genetics*, London, Pearson-Prentice Hall.

Fermino, RC, Seabra, A, Garganta, R & Maia, JA 2009. Genetic factors in familial aggregation of blood pressure of Portuguese nuclear families. *Arq Bras Cardiol* 92: 199-204, 203-9.

Fermino, RC, Seabra, A, Garganta, R, Valdivia, AB & Maia, J 2008. Um estudo de genética quantitativa sobre agregação familiar na composição corporal de famílias nucleares portuguesas. *Rev Port Cien Desp* 8: 77-84.

Ferreira, JC, Marques, AT & Maia, J 2002. Physical fitness, physical activity and health in young population from Viseu-a study in children and youngsters of

both gender from 10 to 18 years old, Viseu, Departamento Cultural - Instituto Superior Politécnico de Viseu.

Flegal, KM, Carroll, MD, Kit, BK & Ogden, CL 2012. Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999-2010. *JAMA* 307: 491-7.

Flegal, KM, Carroll, MD, Ogden, CL & Curtin, LR 2010. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2008. *JAMA* 303: 235-41.

Forjaz, CL, Bartholomeu, T, Rezende, JA, Oliveira, JA, Basso, L, Tani, G, Prista, A & Maia, JA 2012. Genetic and environmental influences on blood pressure and physical activity: a study of nuclear families from Muzambinho, Brazil. *Braz J Med Biol Res* 45: 1269-75.

Fortuno, A, Rodriguez, A, Gomez-Ambrosi, J, Fruhbeck, G & Diez, J 2003. Adipose tissue as an endocrine organ: role of leptin and adiponectin in the pathogenesis of cardiovascular diseases. *J Physiol Biochem* 59: 51-60.

Franceschini, N, Maccluer, JW, Goring, HH, Cole, SA, Rose, KM, Almasy, L, Diego, V, Laston, S, Lee, ET, Howard, BV, Best, LG, Fabsitz, RR, Roman, MJ & North, KE 2006. A quantitative trait loci-specific gene-by-sex interaction on systolic blood pressure among American Indians: the Strong Heart Family Study. *Hypertension* 48: 266-70.

Franceschini, N, Maccluer, JW, Rose, KM, Rutherford, S, Cole, SA, Laston, S, Goring, HH, Diego, VP, Roman, MJ, Lee, ET, Best, LG, Howard, BV, Fabsitz, RR & North, KE 2008. Genome-wide linkage analysis of pulse pressure in American Indians: the Strong Heart Study. *Am J Hypertens* 21: 194-9.

Gu, D, Rice, T, Wang, S, Yang, W, Gu, C, Chen, CS, Hixson, JE, Jaquish, CE, Yao, ZJ, Liu, DP, Rao, DC & He, J 2007. Heritability of blood pressure responses to dietary sodium and potassium intake in a Chinese population. *Hypertension* 50: 116-22.

Harrap, SB, Stebbing, M, Hopper, JL, Hoang, HN & Giles, GG 2000. Familial patterns of covariation for cardiovascular risk factors in adults: The Victorian Family Heart Study. *Am J Epidemiol* 152: 704-15.

Havill, LM & Mahaney, MC 2003. Pleiotropic effects on cardiovascular risk factors within and between the fourth and sixth decades of life: implications for genotype x age interactions. *BMC Genet* 4 Suppl 1: S54.

Hebebrand, J & Hinney, A 2009. Environmental and Genetic Risk Factors in Obesity. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am* 18: 83-94.

Hernelahti, M, Levalahti, E, Simonen, RL, Kaprio, J, Kujala, UM, Uusitalo-Koskinen, AL, Battie, MC & Videman, T 2004. Relative roles of heredity and physical activity in adolescence and adulthood on blood pressure. *J Appl Physiol* 97: 1046-52.

Hill, JO 1997. Physical activity, body weight, and body fat distribution. In: Leon, AS, editors. *Physical activity and cardiovascular health: a national consensus*. Champaign, IL: Human Kinectis.

Hinney, A, Vogel, CI & Hebebrand, J 2010. From monogenic to polygenic obesity: recent advances. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 19: 297-310.

Ine 2010. *Statistics Portugal. Portuguese National Classification of Occupations*. Lisboa: INE.

Jelenkovic, A, Poveda, A & Rebato, E 2010. A statistical investigation into the sharing of common genetic factors between blood pressure and obesity phenotypes in nuclear families from the Greater Bilbao (Spain). *J Hypertens* 28: 723-31.

Julius, S, Valentini, M & Palatini, P 2000. Overweight and hypertension: a 2-way street? *Hypertension* 35: 807-13.

Kotsis, V, Stabouli, S, Papakatsika, S, Rizos, Z & Parati, G 2010. Mechanisms of obesity-induced hypertension. *Hypertens Res* 33: 386-93.

Li, S, Zhao, JH, Luan, J, Ekelund, U, Luben, RN, Khaw, KT, Wareham, NJ & Loos, RJ 2010. Physical activity attenuates the genetic predisposition to obesity in 20.000 men and women from EPIC-Norfolk prospective population study. *PLoS Med* 7: 1-9.

Livshits, G & Gerber, LM 2001. Familial factors of blood pressure and adiposity covariation. *Hypertension* 37: 928-35.

Macauley, D, Mccrum, EE, Stott, G, Evans, AE, Mcroberts, B, Boreham, CA, Sweeney, K & Trinick, TR 1996. Physical activity, physical fitness, blood pressure, and fibrinogen in the Northern Ireland health and activity survey. *J Epidemiol Community Health* 50: 258-63.

Mccaffery, JM, Pogue-Geile, MF, Debski, TT & Manuck, SB 1999. Genetic and environmental causes of covariation among blood pressure, body mass and serum lipids during young adulthood: a twin study. *J Hypertens* 17: 1677-85.

Miljkovic-Gacic, I, Wang, X, Kammerer, CM, Bunker, CH, Patrick, AL, Wheeler, VW, Kuller, LH, Evans, RW & Zmuda, JM 2008. Gender and genetic effects on upper and lower body fat and associations with diabetes in multigenerational families of African heritage. *Metabolism* 57: 819-23.

Miller, DJ, Freedson, PS & Kline, GM 1994. Comparison of activity levels using the Caltrac accelerometer and five questionnaires. *Med Sci Sports Exerc* 26: 376-82.

Mustelin, L, Silventoinen, K, Pietilainen, K, Rissanen, A & Kaprio, J 2009. Physical activity reduces the influence of genetic effects on BMI and waist circumference: a study in young adult twins. *Int J Obes (Lond)* 33: 29-36.

Paffenbarger, RS, Jr., Jung, DL, Leung, RW & Hyde, RT 1991. Physical activity and hypertension: an epidemiological view. *Ann Med* 23: 319-27.

Paffenbarger, RS, Jr., Wing, AL, Hyde, RT & Jung, DL 1983. Physical activity and incidence of hypertension in college alumni. *Am J Epidemiol* 117: 245-57.

Pereira, MA, Fitzgerald, SJ, Gregg, EW, Joswiak, ML, Ryan, WJ, Suminski, RR, Utter, AC & Zmuda, JM 1997. A collection of Physical Activity Questionnaires for health-related research. *Med Sci Sports Exerc* 29: S1-205.

Perusse, L, Leblanc, C & Bouchard, C 1988. Inter-generation transmission of physical fitness in the Canadian population. *Can J Sport Sci* 13: 8-14.

Perusse, L, Rice, T, Province, MA, Gagnon, J, Leon, AS, Skinner, JS, Wilmore, JH, Rao, DC & Bouchard, C 2000. Familial aggregation of amount and distribution of subcutaneous fat and their responses to exercise training in the HERITAGE family study. *Obes Res* 8: 140-50.

Philippaerts, RM, Westerterp, KR & Lefevre, J 1999. Doubly labelled water validation of three physical activity questionnaires. *Int J Sports Med* 20: 284-9.

Pietrobelli, A, Rubiano, F, St-Onge, MP & Heymsfield, SB 2004. New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with whole-body analysis. *Eur J Clin Nutr* 58: 1479-84.

Pietrobelli, A, Rubiano, F, Wang, J, Wang, Z & Heymsfield, SM 2005. Validation of contact electrode bioimpedance analysis in a pediatric population. *Eur Congress Obes (Athens)*.

Plancoulaine, S, Abel, L, Tregouet, D, Duprez, R, Van Beveren, M, Tortevoe, P, Froment, A & Gessain, A 2004. Respective roles of serological status and blood specific antihuman herpesvirus 8 antibody levels in human herpesvirus 8 intrafamilial transmission in a highly endemic area. *Cancer Res* 64: 8782-7.

Plancoulaine, S, Mohamed, MK, Arafa, N, Bakr, I, Rekacewicz, C, Tregouet, DA, Obach, D, El Daly, M, Thiers, V, Feray, C, Abdel-Hamid, M, Abel, L & Fontanet, A 2008. Dissection of familial correlations in hepatitis C virus (HCV) seroprevalence suggests intrafamilial viral transmission and genetic predisposition to infection. *Gut* 57: 1268-74.

Rankinen, T & Bouchard, C 2002. Genetics and blood pressure response to exercise, and its interactions with adiposity. *Prev Cardiol* 5: 138-44.

Rice, T, Province, M, Perusse, L, Bouchard, C & Rao, DC 1994. Cross-trait familial resemblance for body fat and blood pressure: familial correlations in the Quebec Family Study. *Am J Hum Genet* 55: 1019-29.

Ross, WD & Ward, R 1986. Scaling Anthropometric Data for Size and Proportionality. In: Reilly, T, Watkins, J & Borms, J, editors. *Kinanthropometry III. Commonwealth and International Conference on Sport, Physical Education, Dance, Recreation and Health*. New York: E&FN Spon.

Schorf, NJ, Weder, AB, Trevisan, M & Laurenzi, M 1994. The contribution of pleiotropy to blood pressure and body-mass index variation: the Gubbio Study. *Am J Hum Genet* 54: 361-73.

Seabra, AF, Mendonca, DM, Goring, HH, Thomis, MA & Maia, JA 2008. Genetic and environmental factors in familial clustering in physical activity. *Eur J Epidemiol* 23: 205-11.

Slattery, ML, McDonald, A, Bild, DE, Caan, BJ, Hilner, JE, Jacobs, DR, Jr. & Liu, K 1992. Associations of body fat and its distribution with dietary intake, physical activity, alcohol, and smoking in blacks and whites. *Am J Clin Nutr* 55: 943-9.

Topouchian, JA, El Assaad, MA, Orobinskaia, LV, El Feghali, RN & Asmar, RG 2006. Validation of two automatic devices for self-measurement of blood pressure according to the International Protocol of the European Society of Hypertension: the Omron M6 (HEM-7001-E) and the Omron R7 (HEM 637-IT). *Blood Press Monit* 11: 165-71.

Tregouet, DA, Herbeth, B, Juhan-Vague, I, Siest, G, Ducimetiere, P & Tiret, L 1999. Bivariate familial correlation analysis of quantitative traits by use of estimating equations: application to a familial analysis of the insulin resistance syndrome. *Genet Epidemiol* 16: 69-83.

Tregouet, DA & Tiret, L 2000. Applications of the estimating equations theory to genetic epidemiology: a review. *Ann Hum Genet* 64: 1-14.

Vasconcelos, MA & Maia, J 2001. Is there a decline in physical activity? A cross-sectional study in children and youngsters of both gender from 10 to 19 years old. *Rev Port Cien Desp* 1: 44-52.

Voruganti, VS, Diego, VP, Haack, K, Cole, SA, Blangero, J, Goring, HH, Laston, S, Wenger, CR, Ebbesson, SO, Fabsitz, RR, Devereux, RB, Howard, BV, Umans, JG, Maccluer, JW & Comuzzie, AG 2011. A QTL for genotype by sex interaction for anthropometric measurements in Alaskan Eskimos (GOCADAN Study) on chromosome 19q12-13. *Obesity (Silver Spring)* 19: 1840-6.

Wu, DM, Hong, Y, Sun, CA, Sung, PK, Rao, DC & Chu, NF 2003. Familial resemblance of adiposity-related parameters: results from a health check-up population in Taiwan. *Eur J Epidemiol* 18: 221-6.

Yang, W, Kelly, T & He, J 2007. Genetic epidemiology of obesity. *Epidemiol Rev* 29: 49-61.

Zhao, LP, Grove, J & Quiaoit, F 1992. A method for assessing patterns of familial resemblance in complex human pedigrees, with an application to the nevus-count data in Utah kindreds. *Am J Hum Genet* 51: 178-90.

Estudo VII

Estudo Empírico

Geographical effects in familial clustering of metabolic syndrome indicators.

Raquel Chaves^{a,b}, Vincent Diego^c, Adam Baxter-Jones^d, Daniel Santos^a,
Michele Souza^{a,b}, John Blangero^c, Peter Katzmarzyk^e, and José Maia^a

Artigo em submissão: Diabetes (Estados Unidos da América)

^aCIFI²D, Faculty of Sport, University of Porto, Porto, Portugal.

^bCAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brasília, Brazil.

^cTexas Biomedical Research Institute, S. Antonio, Texas, USA

^dCollege of Kinesiology, University of Saskatchewan, Saskatoon, Saskatchewan, Canada

ABSTRACT

This study aims (1) to estimate the magnitude of genetic and environmental influences in adiposity, syndrome metabolic (MetS) risk factors, and physical activity levels; and (2) to investigate the role of built and natural environments on these traits. The sample comprised 259 nuclear families from Portugal. All physical activity facilities locations and families' home address were geocoded and the Euclidian distance was calculated. Body fat was assessed by bioelectrical impedance. Systolic and diastolic blood pressure, waist circumference, fasting glucose, triglycerides and total cholesterol were measured. SES socioeconomic status (SES) was obtained from parental occupation. TPA was estimated by the Baecke questionnaire. Quantitative genetic modelling implemented in SOLAR software was used to estimate maximal heritability. Mahalanobis distance was computed to obtain the distance-based similarity metric. Genetic and common environmental factors explained from 26% and 73% of fat mass depots and BP, and 22% of TPA. Spatially structured data had significant effects on almost all MetS, adiposity and TPA phenotypes, which is completely independent of SES effects. Taken together, these results have important implications in the design of intervention programs, which need to consider the familial context and rural/urban smart planning to promote physically active lifestyles and their positive effects on the health.

INTRODUCTION

The obesity prevalence has risen at an alarming rate worldwide (1), and is widely recognized as a major threat to public health (2), accounting for high financial costs to public health care systems (3). In Portugal, recent adult data (18-96 years-old) from a large Portuguese public hospital study showed that its prevalence is 27.5% (4), while in the USA the prevalence reported is 34% (5). This complex and highly dynamic disorder is usually characterized by an excess of adipose tissue, which is in turn an important source of pro-inflammatory molecules playing a key role in the pathogenesis of Metabolic Syndrome (MetS) (6). The MetS is usually referred to as a complex phenotypic trait of several cardiovascular and type 2 diabetes risk factors, including hypertension, dyslipidaemia, hyperglycaemia/insulin resistance, besides obesity (7).

The MetS risk indicators have a multifactorial etiology, comprising genetic and non-genetic factors (8). Previous evidence suggests that they are highly correlated within families (9; 10), where genetic and behavioral factors have a significant influence in the development of this metabolic disorder (11). Quantitative and molecular genetic studies indicate moderate-to-high contributions of additive genetic effects in the variation of obesity-related phenotypes (12), and other MetS risk factors (10). Further, behavioral traits such as physical activity levels have been highlighted as an important driving factor with positive effects on metabolism, namely in carbohydrate and lipid oxidation (13), and insulin sensitivity (14), providing improvements in mitochondrial function and/or amelioration in the inflammatory state associated with MetS risk factors. In addition, it has been widely found that genetic effects account for variation in physical activity levels at the population level (15).

Notwithstanding these consistent findings about MetS risk factor etiology, biological and behavioral traits taken together do not explain the total variation and the dramatic increase of these metabolic disorders over the past decades (8; 16). A call has been made to study the role of built and natural environments on MetS risk indicators' development (17-19), as well as how they may affect different behaviors particularly within families. The latter is part and parcel of the

larger goal of describing the complex interactions and co-variation between inherited factors and the environment (8). The built environment usually consists of neighbourhood, recreation facilities, community places and groups, transport, street-level characteristics, urbanization, sports/leisure industry, health system, land-use patterns and other related aspects (20), while natural environment refers to “non-man-made” settings (21). Both can shape opportunities for and modes, intensity, frequency and duration of physical activity (17). For example, proximity and easy access to physical activity resources have been positively associated with benefits to health and prevention of metabolic disorders (17; 21). In addition, it has also been suggested that health is strongly patterned by social position, with socioeconomic conditions interfering in metabolic health, namely significant associations between MetS risk factors and lower socioeconomic status (22).

In the present study, we aimed (1) to estimate the magnitude of genetic and environmental influences in obesity-related phenotypes, blood pressure, fasting glucose, triglycerides and total cholesterol, as well as physical activity levels; and (2) to investigate the role of built and natural environments, namely physical activity opportunities reflected by Geographic Information System (GIS) spatial profiles and SES, on these traits.

MATERIAL AND METHODS

Sample

We sampled 259 nuclear families (781 individuals) from the “*Active Vouzela study*”, a cross-sectional research conducted in central region of Portugal, aiming to investigate physical growth, body composition, health and performance-related physical fitness, physical activity, nutritional behaviors, MetS risk factors and built environment conditions in children, adolescents and their families (23). Data collection occurred between 2008 and 2012. Children and adolescents from public schools were invited to freely participate in this study with their parents. Therefore, families with one or more children were included. The total response rate was about 30%. Children with chronic

diseases, physical handicaps or psychological disorders were excluded as these conditions might impair their daily routines namely their physical activities within schools and/or sports clubs, as well as their physical fitness performance. The project was approved by the ethics committee of the Faculty of Sport, University of Porto, all school directors in the region, as well as the Vouzela Health Centre. Informed consent was obtained from all parents.

Anthropometric and body composition measures

Measurements were made by trained and experienced health professionals from the Vouzela Health Centre and conducted with subjects wearing light clothing, without shoes or socks. Stretched stature with head positioned to the Frankfurt plane was measured to the nearest 1.0 mm according to the International Society for the Advancement of Kinanthropometry protocol (24) with a portable stadiometer (Holtain Ltd, United Kingdom). A bioimpedance scale, TANITA BC-418 MA (Segmental Body Composition Analyser Tanita, Corporation, Tokyo, Japan) was used to measure body mass and body fat, namely total body fat (BFAT) and trunk body fat (TFAT). The information provided by this bioimpedance scale has been validated previously with Dual-energy X-ray Absorptiometry (DXA) (25) using data from a mixed population of children and adults.

Metabolic syndrome indicators

MetS indicators included waist circumference (WC), systolic blood pressure (SBP), fasting glucose (GLU), triglycerides (TG), and total cholesterol (TC). WC was obtained using a non-elastic tape (Sanny, American Medical do Brazil, Brazil) and anatomically identified as the smallest circumference between the lowest rib and the iliac crest's top, and measured to the nearest 0.1 cm. All individuals remained standing in anatomic position (24). SBP was measured with an automated recorder, *Omrom M6 hem-7001-E* (Omron Healthcare), validated by The International Protocol of the European Society of Hypertension (26). Three different cuff sizes were available, and the most adequate was chosen according to the best fit to subject's arm circumference.

For the present report, the average of three consecutive measures was obtained. All individuals remained seated with the back relaxed and against the chair, legs uncrossed and feet flat on the floor. The right upper limb was positioned with support at the heart level, palm turned upwards and the elbow slightly flexed. At least five minutes of a resting period before and three minutes intervals between assessments were taken. Blood samples were collected after an overnight fast of at least 10-12 h. GLU, TC, and TG were analyzed with an LDX point of care analyzer. This method has been previously validated against a laboratory reference method (27), and daily optical equipment checks were made according to manufacturer instructions. Health professionals from the Vouzela Health Center made all assessments between 8:00 and 10:00 Am.

Physical Activity

Total physical activity (TPA) was estimated using the Baecke questionnaire (28), a reliable and valid instrument (29; 30) to describe three indices: activity during work/school, leisure-time activity and sport participation. The Baecke questionnaire is composed of 16 questions divided in these three kind of physical activity, where each index consists of questions scored from 1 (minimal physical activity) to 5 (maximal physical activity) scores. The work/school domain incorporates questions (1-8) related to occupation, sitting, standing, walking, lifting and sweating during work/school; the sports domain incorporates questions (9-12) related to type of sport, frequency of practice, and sweating during sport practice, which score is based on metabolic values generated from Durnin and Passmore (31); the leisure-time activities domain is based on questions (13-16) related to mode of transportation to work/school, and time spend on watching TV, walking and cycling. TPA score used in this study was obtained from the unweight sum of the three indices, whose values range from 3 (lowest) to 15 (highest).

Socioeconomic status

Socioeconomic status (SES) was determined by parents' self-reported occupations based on a set of questions that are part of the Baecke

questionnaire. Each occupation was classified from 0 to a 9 point ordinal scale according to the Portuguese National Classification of Occupations, where 0 means higher SES and 9 means the lowest. For reasons related to privacy regarding financial aspects no information was gathered about their annual income, but it is closely related to the SES classification system: 0: military forces; 1: central administration/politicians and executive directors; 2: specialists of intellectual and scientifically activities; 3: technicians and intermediate level jobs; 4: back-office jobs; 5: security, seller and individual services; 6: farmer and qualified workers of farm, fish and forest; 7: industry and building qualified jobs; 8: machine and equipment operators; 9: non-qualified jobs.

Physical activity facilities and GIS environmental areas

Using data from all physical activity/sports facilities in the area (n=71) available from the City Hall Sports Department, we were able to consider the following: (1) sports complex (set of sports facilities including several sports fields, swimming pool, and fitness area); (2) public parks (open natural and semi-natural areas used for recreational activities); (3) soccer and basketball fields (areas for team sports participation), (4) playgrounds (built outdoor and indoor areas with specific designs for children's play), (5) play and recreational areas (specifically built areas for adult physical activities, including fitness areas for seniors).

Physical activity/sports facilities locations, as well as all families' home addresses were obtained by direct interview, were geocoded at the street address level using Google Earth software to get all geographic coordinates. Using these geographic coordinates, the shortest direct distance, i.e., the Euclidian distance expressed in meters, was calculate from families' home addresses to physical activity/sports facilities using ArcMap version 10.1 software. According to the type of physical activity/sports facilities mentioned above, five Euclidian distances were calculated, considering a buffer zone of 500 m for each facility, as an "easy walking distance".

Statistical genetic models

Exploratory data analysis was conducted to identify input data errors and outliers, as well as to obtain basic descriptive information [means and standard deviations (SD)] ignoring the sibling relationship as this only trivially biases the standard deviations. Further, t-tests and ANOVA were used to test for mean differences between parents, and between parents and siblings. Maximum likelihood heritability estimates (h^2) for all phenotypes were calculated using a variance-components method implemented in the SOLAR 4.01 computer package (32), after normalization of all variables by an inverse normal distribution as previously advocated (33). Significance testing was approached with the likelihood ratio test (LRT). Minus twice the difference in the log likelihoods under the null and polygenic models is distributed as $(\frac{1}{2}\chi_0^2 + \frac{1}{2}\chi_1^2)$. All h^2 estimates were adjusted for a set of covariates: age, age², sex, age-by-sex, age²-by-sex, and SES. We modeled SES in three ways: 1) as a continuous variable, 2) as a single dichotomous variable in which classes 0 to 4 were collapsed into the 0 class of the new variable and classes 5 to 9 were collapsed into the 1 class of the new variable, and 3) as 10 separate dichotomous variables corresponding to the 10 classes of the original ordinal variable. We found that the differences across these three ways of modelling the SES variable were essentially negligible. Thus, we restrict our results to those for the model that accounted for SES as a continuous variable. The level of statistical significance was set at 0.05.

In order to optimally combine the rich multivariate information inherent in the GIS data, we employed a popular metric, a distance that can be easily transformed into a normalized similarity metric. Our models are predicated on the novel idea that GIS data on spatial distances can be used to model a random effect due to spatial structure (34) which is associated with our body composition, TPA, and MetS indicators. We adopt this approach with the modification of using a distance-based similarity metric (35) to combine multiple GIS variables.

For the distance-based similarity metric, we first computed the Mahalanobis distance (MD) between data vectors of p GIS variables for two

individuals i and j , denoted by d_{ij}^2 , following standard methods (36). The pairwise MD is a multidimensional measure of how divergent individuals are from one another based on the constituent variables. It is 0 for complete similarity (i.e., self-self-comparisons) and increases indefinitely with increasingly divergent values in the constituent variables. For a random effects model with a variance component reflective of the random effect due to the spatial structure measured by the GIS data, we write the covariance of phenotype y for individuals i and j as $\text{cov}(y_i, y_j) = 2\phi_{ij}\sigma_g^2 + \exp(-d_{ij}^2)\sigma_d^2 + \delta_{ij}\sigma_e^2$, where σ_d^2 is the MD-based spatial effect variance component, and the correlation due to spatial effects is modeled as an exponential decay function of the MDs. This latter function admits the natural interpretation that a correlation due to a shared GIS spatial profile should decay as the GIS spatial profiles of any two individuals become divergent. It should be noted that the exponential decay function is a commonly used transformation to turn a distance into a normalized similarity metric (35-37). As a normalized similarity metric, $\exp(-d_{ij}^2)$ now ranges from 0 to 1 for complete similarity.

As amply demonstrated in the review by Deza and Deza (36) there are numerous distances and similarity coefficients. We chose the MD because it has been extensively empirically validated and its statistical properties have been well-studied (38; 39).

RESULTS

Table I shows descriptive data (mean \pm SD and range) of all family members. SES categories are presented according to family frequency. Fathers had significantly higher WC, SBP, GLU, and TRG values than mothers ($p < 0.05$), while mothers had higher BFAT and TFAT than fathers ($p < 0.05$). In addition, statistically significant differences were also found between sons and daughters in BFAT, TFAT, TRG and SBP ($p < 0.05$). Sons were significantly more active than their parents ($p < 0.05$). Most families had low SES level, about 57%.

Table I. Descriptive statistics of family members.

Variables	Fathers (n=132)		Mothers (n=228)		Sons (n=208)		Daughters (n=213)	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Age(years)	43.1*	5.3	40.2	5.8	12.3	3.3	12.8	3.8
Height (cm)	169.0*	6.4	157.8	5.6	150.6	17.0	149.6	13.6
Weight (kg)	81.7*	12.2	69.6	11.7	49.1	17.8	49.3	14.4
BFAT (%)	23.1	5.4	34.0*	6.4	21.3	6.5	27.1*	5.9
TFAT (%)	24.6	6.3	29.5*	7.4	16.7	6.5	21.3*	6.6
WC (cm)	94.5*	9.0	86.7	10.6	70.6	11.6	71.0	10.6
SBP (mmHg)	132.1*	38.6	122.7	17.1	114.1	15.2	110.7*	11.9
GLU (mg/dL)	99.1*	18.8	90.6	17.1	88.9	12.6	84.3	13.7
TRG (mg/dL)	175.5*	116.9	147.1	109.1	81.2	60.6	100.1*	70.1
TC (mg/dL)	188.4*	38.6	179.2	30.0	150.5	23.2	154.6	20.6
TPA (mg/dL)	7.4	1.6	7.3	1.5	8.0**	1.6	7.6	1.3
SES (categories)	0-3		4-6		7-9			
	N of Families (%)		N of Families (%)		N of Families (%)			
	58 (22.3)		54 (20.8)		147 (56.9)			

BFAT: body fat; TFAT: trunk fat; WC: waist circumference; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; GLU: fasting glucose; TRG: fasting triglycerides; TC: total cholesterol; TPA: total physical activity; SES: socioeconomic status.

* $p < 0.05$ compared to males and females of the same generation (Student *t*-test).

** $p < 0.05$ compared to relatives of both generation (One-way ANOVA; Bonferroni's post hoc test).

Heritability values adjusted for covariates are presented in Table II, as well as the proportion of variance explained by covariates which range from 4.2% for TPA to 52.5% in WC. From the residual variance, significant genetic components (h^2) were found in all phenotypes; in body composition traits, the h^2 was 38% for BFAT, and 33% for TFAT ($p < 0.001$). Genetic factors explained between 26% (TRG) and 73% (GLU) of total variation in individual MetS factors (all $p < 0.001$), whereas in TPA $h^2 = 22\%$ ($p < 0.01$).

Table II. Heritability (\pm standard-error) estimates for all phenotypes and proportion of explained variance due to significant covariates. Note that heritability effect sizes (h^2) are computed from the residual variance, i.e., total variance minus the variance accounted for by the covariates.

Trait	$h^2 \pm se$	Proportion of variance due to covariates (%)
Body composition		
BFAT	$0.379 \pm 0.067^*$	40.4
TFAT	$0.331 \pm 0.067^*$	33.2
Metabolic risk factors		
WC	$0.514 \pm 0.065^*$	52.5
SBP	$0.568 \pm 0.065^*$	26.6
DBP	$0.577 \pm 0.063^*$	34.3
GLU	$0.728 \pm 0.060^*$	12.0
TRG	$0.264 \pm 0.087^{**}$	11.5
TC	$0.363 \pm 0.080^*$	26.5
Physical activity		
TPA	$0.223 \pm 0.081^{**}$	4.2

BFAT: body fat; TFAT: trunk fat; WC: waist circumference; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; GLU: fasting glucose; TRG: fasting triglycerides; TC: total cholesterol; TPA: total physical activity. Covariates include age, age², sex, age-by-sex, age²-by-sex, and SES
* $p < 0.001$ ** $p < 0.01$

Table III reports the likelihood ratio tests and associated p-values contrasting the single polygenic model with the model having GIS MD spatial similarity data as a new random component. The spatially structured data had a statistically significant effect on almost all MetS indicators, body composition, and TPA completely independent of SES effects. What this means is that, the

closer families are to each physical activity facility, the more favourable their physical activity levels, body composition values and MetS indicators.

Table III. Main results (Likelihood Ratio Test and p-values) based of GIS spatial effects based on Mahalanobis-similarity in body composition, metabolic syndrome indicators and total physical activity

Trait	LRT	p-value
Body composition		
BFAT	4.860	0.014
TFAT	5.712	0.008
Metabolic syndrome indicators		
WC	0.003	0.479
SBP	2.361	0.062
DBP	6.942	0.004
GLU	6.797	0.005
TRG	4.556	0.016
TC	3.2716	0.035
Physical activity		
TPA	6.122	0.007

BFAT: body fat; TFAT: trunk fat; WC: waist circumference; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; GLU: fasting glucose; TRG: fasting triglycerides; TC: total cholesterol; TPA: total physical activity.

DISCUSSION

This study showed a moderate-to-strong genetic contribution in all assessed phenotypes, except in TPA, which genetic influence was low-to-moderate, and a significant relationship between spatially structured data and almost all MetS risk indicators, adiposity and TPA phenotypes, which is completely independent of SES effects. Taken together these results have important implications in the design of intervention programs because it has to consider the integrated effects of infrastructures availability, their quality and friendly use, easiness in the access to equipment facilities and their spread in the geographical area where families live if one is to expect significant changes on physically active lifestyles' promotion and their positive effects on obesity and MetS risk prevention within the familial context.

In the present study, genetic factors explained between 38% (BFAT) and 33% (TFAT) of fat mass traits. Results from other family studies of different origins (40; 41), also using bioelectrical impedance techniques, reported similar estimates, ~35%. In addition, genetic factors explained 57% and 58% of SBP and DBP total variance respectively, which were somewhat higher than previous results from Brazil (42), USA (43), and another Portuguese sample (44). GLU, WC and TG are also moderate-to-highly heritable, ranging from 73%, 51.4% and 26% respectively, such as suggested by other researches (9; 10), although parameter estimates vary from study to another. For instance, h^2 for GLU was higher than those reported in two US samples, namely by Vattikuti et al. (10) in the Atherosclerosis Risk In Communities (ARIC) study, and by Tang et al. (9) in sample from the Framingham Heart Study, 39% and 37% respectively; for TG, this estimate was slightly lower, 34% (10) and 48% (9); and WC genetic factors were slightly higher than those reported by Tang et al. (9). On the other hand, h^2 for TC (36.3%) was slightly lower than previous estimates given by Harrap et al. (45) with a Australian sample from Victorian Family Heart Study, which amounted to 43%. In the present study h^2 reached 22% for TPA levels, the lowest estimate of all the available phenotypes, in agreement of other studies estimates from Portugal and USA (46; 47). Several factors may account for this heterogeneity in h^2 estimates, namely different methods to phenotype assessment, measurement errors, variability in gene frequencies among populations, physiological pathways, different statistical genetic models to estimate h^2 , as well as covariates considered and distinct ways to deal with them (48; 49).

Our most important finding highlights that built and natural environments are relevant contributing factors to lower the adiposity levels, increase physical activity and have a protective effect in MetS risk indicators. Although characteristics of built and natural environments have been related to different health markers (19), their impact on adiposity and MetS risk indicators has not widely been examined, particularly within the familial context. Most of the available research deals with built environment roles on physical activity levels among different age groups (50-52), and their mediated effects in metabolic

diseases. Taken together, these findings suggest that the availability of and proximity to recreation facilities, perceived access to parks and trails, courts, playgrounds, and soccer fields, as well as, greenways encourage physical activity practices, such as, walking trips and sports participation which diversely increases energy expenditure (53).

The association between adiposity and built and/or natural environments is less studied, and previous research dealing with non-family data showed inconsistent results about significant built environment variables (18; 54). In any case, our findings support previous results that attribute to the built and natural environments a mediated protective role against overweight and obesity (21; 55-57). For instance, Veugelers et al. (57) reported that children who live in neighbourhoods with good perceived access to playgrounds, parks and recreational facilities were more active and were less likely to be overweight or obese; further, Potwarka et al. (55) found that park facilities availability's may promote physical activity and healthy weight status among children. In the adult population, Sallis et al. (56) reported that overweight and obesity was lower in more walkable neighbourhoods. With regards to natural environment, Björk et al. (21) found a positive and significant association between recreation values of the nearby natural environment and physical activity and with normal or low body mass index (BMI). The greater access to green areas has also been associated to be less likely to be overweight or obese (58).

Less studied is the relationship between MetS risk indicators and the built and natural environments (17). However, previous reports with non-family data showed the influence of built environment features on MetS risk profile (17), type 2 diabetes incidence (59), and insulin resistance , as well as impaired fasting glucose/diabetes (60). Dengel et al., (17) calculated a MetS cluster score in 188 adolescents, and determined the distance between participants home address' and recreational resources (parks, gym, recreation centre, and walking/biking trail); their results suggested that greater access to parks are related to lower risk of developing the MetS. On the other hand, Auchincloss et al. (60) studied the association between incidence of type 2 diabetes and neighbourhood resources for physical activity, suggesting that better

neighbourhood resources are related with lower incidence of this chronic disease. Additionally, in another study, Auchincloss et al. (59) investigated the association between different resources for physical activity and insulin resistance in an adult population (n=2026), reporting that greater neighbourhood physical activity resources are related to lower insulin resistance, and others outcome variables, namely lower impaired fasting glucose/diabetes.

There are some potential limitations in the present study. Firstly, it was difficult to establish rigorous comparisons with other studies given the use of different designs. We were not able to identify any study about the effects of spatially structured data on MetS indicators, adiposity and TPA phenotypes in familial context. Secondly, data collected via questionnaire versus objective measures to assess TPA are prone to errors, although we had an individual approach with each family and were available to answer all queries from parents; in addition the Baecke questionnaire has been shown to be highly reliable in different sub-samples of the Portuguese population, with high intraclass correlation estimates ranging from 0.80 to 0.87 (61; 62).

Our study also presents strengths that should be highlighted. Firstly, the study family design, assessing widely different biologic and behaviour health markers. Secondly, all physical activity/sports facilities of a specific rural population was geocoded, and the data analysis techniques used to address the complex issue of genetic and environmental factors influence, as well as, the effects of built and natural environment are robust and sophisticated. Thirdly, our findings represents a novel approach in quantitative genetic analyses, examining the important and mediators factors of geographic information system in adiposity, MetS indicators and physical activity's total variance.

In conclusion, our findings suggest that genetic factors accounted for a relevant contribution in the different body fat, MetS, and physical activity traits. In addition, the physical activity/sports facilities set showed a significant effect on these assessed traits, suggesting that its availability and proximity to the residential zones may be protective of obesity and MetS development. Taken

together, present results recommend that effective health interventions should target the family as a whole, promote more opportunities to physical activities and sports practice with enjoyable playgrounds, adequate sports complex, parks and green spaces.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge: Fundação para a Ciência e Tecnologia FCT/Portugal (project financial support - *PTDC/DES/67569/2006 FCOMP-01-0124-FEDEB-09608*); CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brasília – DF, Brazil, (623110-1/PhD scholarship); Câmara Municipal de Vouzela, Agrupamento de Escolas de Vouzela, Vouzela Health Center and all involved in the field work. We are especially grateful to all Vouzela Ativa participating families.

The authors would like to thank Roseanne Autran (University of Porto) for her help with the GIS analysis.

Declaration of interest: The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

REFERENCES

1. Withrow D, Alter DA: The economic burden of obesity worldwide: a systematic review of the direct costs of obesity. *Obesity Reviews* 2011;12:131-141
2. Childhood Overweight and Obesity [article online], 2011. Available from <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/en/>. Accessed August 12, 2013 2013
3. Lobstein T, Baur L, Uauy R: Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity reviews* 2004;5:4-85
4. Fiuza M, Cortez-Dias N, Martins S, Belo A, investigators Vs: Metabolic syndrome in Portugal: prevalence and implications for cardiovascular risk--results from the VALSIM Study. *Revista portuguesa de cardiologia : orgao oficial da Sociedade Portuguesa de Cardiologia = Portuguese journal of cardiology : an official journal of the Portuguese Society of Cardiology* 2008;27:1495-1529
5. Ervin RB: Prevalence of metabolic syndrome among adults 20 years of age and over, by sex, age, race and ethnicity, and body mass index: United States, 2003-2006. *National health statistics reports* 2009:1-7
6. Sharma AM, Chetty VT: Obesity, hypertension and insulin resistance. *Acta Diabetologica* 2005;42:S3-S8
7. Grundy SM, Brewer HB, Jr., Cleeman JI, Smith SC, Jr., Lenfant C, American Heart A, National Heart L, Blood I: Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation* 2004;109:433-438
8. Joy T, Lahiry P, Pollex RL, Hegele RA: Genetics of metabolic syndrome. *Current diabetes reports* 2008;8:141-148

9. Tang W, Hong Y, Province MA, Rich SS, Hopkins PN, Arnett DK, Pankow JS, Miller MB, Eckfeldt JH: Familial clustering for features of the metabolic syndrome: the National Heart, Lung, and Blood Institute (NHLBI) Family Heart Study. *Diabetes care* 2006;29:631-636
10. Vattikuti S, Guo J, Chow CC: Heritability and genetic correlations explained by common SNPs for metabolic syndrome traits. *PLoS genetics* 2012;8:e1002637
11. Sale MM, Woods J, Freedman BI: Genetic determinants of the metabolic syndrome. *Current hypertension reports* 2006;8:16-22
12. Hinney A, Vogel CI, Hebebrand J: From monogenic to polygenic obesity: recent advances. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2010;19:297-310
13. Aucouturier J, Baker JS, Duche P: Fat and carbohydrate metabolism during submaximal exercise in children. *Sports medicine* 2008;38:213-238
14. Venables MC, Jeukendrup AE: Endurance training and obesity: effect on substrate metabolism and insulin sensitivity. *Medicine and science in sports and exercise* 2008;40:495-502
15. de Vilhena e Santos DM, Katzmarzyk PT, Seabra AF, Maia JA: Genetics of physical activity and physical inactivity in humans. *Behav Genet* 2012;42:559-578
16. Huang TT, Glass TA: Transforming research strategies for understanding and preventing obesity. *JAMA : the journal of the American Medical Association* 2008;300:1811-1813
17. Dengel DR, Hearst MO, Harmon JH, Forsyth A, Lytle LA: Does the built environment relate to the metabolic syndrome in adolescents? *Health & place* 2009;15:946-951
18. Durand CP, Andalib M, Dunton GF, Wolch J, Pentz MA: A systematic review of built environment factors related to physical activity and obesity risk:

implications for smart growth urban planning. *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity* 2011;12:e173-182

19. Sallis JF, Floyd MF, Rodriguez DA, Saelens BE: Role of built environments in physical activity, obesity, and cardiovascular disease. *Circulation* 2012;125:729-737

20. Swinburn B, Egger G, Raza F: Dissecting Obesogenic Environments: The Development and Application of a Framework for Identifying and Prioritizing Environmental Interventions for Obesity. *Preventive Medicine* 1999;29:563-570

21. Björk J, Albin M, Grahn P, Jacobsson H, Ardö J, Wadbro J, Ostergren PO: Recreational values of the natural environment in relation to neighbourhood satisfaction, physical activity, obesity and wellbeing. *Journal of epidemiology and community health* 2008;62

22. Galobardes B, Smith GD, Lynch JW: Systematic Review of the Influence of Childhood Socioeconomic Circumstances on Risk for Cardiovascular Disease in Adulthood. *Annals of Epidemiology* 2006;16:91-104

23. Chaves RN, Souza MC, Santos D, Gomes TN, Santos FK, Maia J: *Cada vez mais Ativo (II). Uma história com muitas voltas*. Porto, FADE-UP, 2012

24. Ross WD, Ward R: Scaling Anthropometric Data for Size and Proportionality. In *Kinanthropometry III Commonwealth and International Conference on Sport, Physical Education, Dance, Recreation and Health* Reilly T, Watkins J, Borms J, Eds. New York, E&FN Spon, 1986

25. Pietrobelli A, Rubiano F, St-Onge MP, Heymsfield SB: New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with whole-body analysis. *Eur J Clin Nutr* 2004;58:1479-1484

26. Topouchian JA, El Assaad MA, Orobinskaia LV, El Feghali RN, Asmar RG: Validation of two automatic devices for self-measurement of blood pressure according to the International Protocol of the European Society of Hypertension:

the Omron M6 (HEM-7001-E) and the Omron R7 (HEM 637-IT). *Blood Press Monit* 2006;11:165-171

27. LDX C.: *The Accuracy and Reproducibility of a Rapid, Fingerstick Method for Measuring a Complete Lipid Profile Is Comparable to a Reference Laboratory Method (b)*. Cholestech Corporation, 2003

28. Baecke JA, Burema J, Frijters JE: A short questionnaire for the measurement of habitual physical activity in epidemiological studies. *Am J Clin Nutr* 1982;36:936-942

29. Miller DJ, Freedson PS, Kline GM: Comparison of activity levels using the Caltrac accelerometer and five questionnaires. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:376-382

30. Philippaerts RM, Westerterp KR, Lefevre J: Doubly labelled water validation of three physical activity questionnaires. *Int J Sports Med* 1999;20:284-289

31. Durnin J, Passmore R: *Energy work and leisure*. London, Heinemann Educational Books, 1967

32. Almasy L, Blangero J: Multipoint quantitative-trait linkage analysis in general pedigrees. *Am J Hum Genet* 1998;62:1198-1211

33. Diego VP, Rainwater DL, Wang XL, Cole SA, Curran JE, Johnson MP, Jowett JB, Dyer TD, Williams JT, Moses EK, Comuzzie AG, Maccluer JW, Mahaney MC, Blangero J: Genotype x adiposity interaction linkage analyses reveal a locus on chromosome 1 for lipoprotein-associated phospholipase A2, a marker of inflammation and oxidative stress. *American journal of human genetics* 2007;80:168-177

34. Williams-Blangero S, Criscione CD, VandeBerg JL, Correa-Oliveira R, Williams KD, Subedi J, Kent JW, Jr., Williams J, Kumar S, Blangero J: Host genetics and population structure effects on parasitic disease. *Philosophical transactions of the Royal Society of London Series B, Biological sciences* 2012;367:887-894

35. Chen S, Ma B, Zhang K: On the similarity and distance metric. *Theoretical Computer Science* 2009;410:2365-2376
36. Deza MM, Deza E: *Encyclopedia of Distances*. New York, Springer, 2009
37. Billot A, Gilboa I, Schmeidler D: Axiomatization of an exponential similarity function. *Mathematical Social Sciences* 2008;55:107-115
38. Dasgupta S: Mahalanobis distance. In *Encyclopedia of Biostatistics*, 2nd ed. Armitage P, Colton T, Eds. West Sussex, England, Wiley, 2005, p. 2925-2929
39. De Maesschalck R, Jouan-Rimbaud D, Massart DL: The Mahalanobis distance. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 2000;50:1-18
40. Fermino RC, Seabra A, Garganta R, Valdivia AB, Maia J: Um estudo de genética quantitativa sobre agregação familiar na composição corporal de famílias nucleares portuguesas. *Rev Port Cien Desp* 2008;8:77-84
41. Wu DM, Hong Y, Sun CA, Sung PK, Rao DC, Chu NF: Familial resemblance of adiposity-related parameters: results from a health check-up population in Taiwan. *Eur J Epidemiol* 2003;18:221-226
42. Forjaz CL, Bartholomeu T, Rezende JA, Oliveira JA, Basso L, Tani G, Prista A, Maia JA: Genetic and environmental influences on blood pressure and physical activity: a study of nuclear families from Muzambinho, Brazil. *Braz J Med Biol Res* 2012;45:1269-1275
43. An P, Rice T, Gagnon J, Borecki IB, Perusse L, Leon AS, Skinner JS, Wilmore JH, Bouchard C, Rao DC: Familial aggregation of resting blood pressure and heart rate in a sedentary population: the HERITAGE Family Study. *Health, Risk Factors, Exercise Training, and Genetics. American journal of hypertension* 1999;12:264-270
44. Fermino RC, Seabra A, Garganta R, Maia JA: Genetic factors in familial aggregation of blood pressure of Portuguese nuclear families. *Arquivos brasileiros de cardiologia* 2009;92:199-204, 203-199

45. Harrap SB, Stebbing M, Hopper JL, Hoang HN, Giles GG: Familial patterns of covariation for cardiovascular risk factors in adults: The Victorian Family Heart Study. *Am J Epidemiol* 2000;152:704-715
46. Seabra AF, Mendonca DM, Goring HH, Thomis MA, Maia JA: Genetic and environmental factors in familial clustering in physical activity. *Eur J Epidemiol* 2008;23:205-211
47. Choh AC, Demerath EW, Lee M, Williams KD, Towne B, Siervogel RM, Cole SA, Czerwinski SA: Genetic analysis of self-reported physical activity and adiposity: the Southwest Ohio Family Study. *Public health nutrition* 2009;12:1052-1060
48. Livshits G, Gerber LM: Familial factors of blood pressure and adiposity covariation. *Hypertension* 2001;37:928-935
49. Vitzthum VJ: A number no greater than the sum of its parts: the use and abuse of heritability. *Human biology* 2003;75:539-558
50. Berke EM, Koepsell TD, Moudon AV, Hoskins RE, Larson EB: Association of the built environment with physical activity and obesity in older persons. *American Journal of Public Health* 2007;97:486-492
51. Charreire H, Weber C, Chaix B, Salze P, Casey R, Banos A, Badariotti D, Kesse-Guyot E, Hercberg S, Simon C, Oppert JM: Identifying built environmental patterns using cluster analysis and GIS: relationships with walking, cycling and body mass index in French adults. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity* 2012;9:59
52. Trilk JL, Ward DS, Dowda M, Pfeiffer KA, Porter DE, Hibbert J, Pate RR: Do physical activity facilities near schools affect physical activity in high school girls? *Health & place* 2011;17:651-657
53. Librett JJ, Yore MM, Schmid TL: Characteristics of physical activity levels among trail users in a U.S. national sample. *Am J Prev Med* 2006;31:399-405

54. Galvez MP, Pearl M, Yen IH: Childhood obesity and the built environment. *Current opinion in pediatrics* 2010;22:202-207
55. Potwarka LR, Kaczynski AT, Flack AL: Places to play: association of park space and facilities with healthy weight status among children. *Journal of community health* 2008;33:344-350
56. Sallis JF, Saelens BE, Frank LD, Conway TL, Slymen DJ, Cain KL, Chapman JE, Kerr J: Neighborhood built environment and income: examining multiple health outcomes. *Social science & medicine (1982)* 2009;68:1285-1293
57. Veugelers P, Sithole F, Zhang S, Muhajarine N: Neighborhood characteristics in relation to diet, physical activity and overweight of Canadian children. *International Journal of Pediatric Obesity* 2008;3:152-159
58. Nielsen TS, Hansen KB: Do green areas affect health? Results from a Danish survey on the use of green areas and health indicators. *Health & place* 2007;13:839-850
59. Auchincloss AH, Diez Roux AV, Mujahid MS, Shen M, Bertoni AG, Carnethon MR: Neighborhood resources for physical activity and healthy foods and incidence of type 2 diabetes mellitus: the Multi-Ethnic study of Atherosclerosis. *Archives of internal medicine* 2009;169:1698-1704
60. Auchincloss AH, Diez Roux AV, Brown DG, Erdmann CA, Bertoni AG: Neighborhood resources for physical activity and healthy foods and their association with insulin resistance. *Epidemiology* 2008;19:146-157
61. Ferreira JC, Marques AT, Maia J: *Physical fitness, physical activity and health in young population from Viseu-a study in children and youngsters of both gender from 10 to 18 years old*. Viseu, Departamento Cultural - Instituto Superior Politécnico de Viseu, 2002
62. Vasconcelos MA, Maia J: Is there a decline in physical activity? A cross-sectional study in children and youngsters of both gender from 10 to 19 years old. *Portuguese Journal Sports Science* 2001;1

Capítulo VI

Síntese Final

CONCLUSÕES FINAIS

A exigência de uma perspectiva de *life-course* ou de *lifespan* para o entendimento do processo de crescimento físico e desenvolvimento motor obriga a uma viagem através de diferentes janelas de vida de um grupo populacional. Se bem sequenciada, permite um retorno às “origens” e etapas intermédias do desenvolvimento para melhor compreender a variabilidade biológica humana, as suas fontes e expressão. Tal como foi anteriormente referido na introdução geral, todo o curso desta dissertação foi o de direcionar a nossa jornada nonexo relacional que se estabelece entre crescimento físico, desenvolvimento motor e saúde de uma população. Este trabalho, de carácter transversal, assenta num conjunto de áreas do conhecimento que consideramos centrais: a Auxologia, o Desenvolvimento Motor, a Epidemiologia do Curso da Vida (do inglês *Life-course Epidemiology*) e a Genética Quantitativa, “olhando” por diferentes janelas do crescimento/desenvolvimento, nomeadamente a infância, adolescência e vida adulta jovem da população do Concelho de Vouzela, Distrito de Viseu, centro-norte de Portugal.

A presente dissertação é o corolário de um estudo abrangente realizado na região de Vouzela, designado de “*Vouzela Ativo*”, cujos propósitos, delineamento, grandes linhas de atuação e produtos finais sob a forma de relatórios foram apresentados na introdução (págs. 12-15). Os distintos trabalhos que compõem esta dissertação disponibilizam uma descrição suficientemente detalhada de diferentes aspetos do crescimento físico, composição corporal, desempenho motor e coordenativo de crianças e jovens. A grande massa de dados com seus respetivos sumários, numéricos e gráficos, é de importância inegável para diferentes profissionais, da Saúde Pública à Educação, passando pela Nutrição, até aos gestores de políticas públicas da Educação. É evidente que este legado informacional só terá sentido se se entender, de modo preciso, a sua abrangência em termos de monitorização, interpretação e controlo, preciso e efetivo, de cursos diferenciados do crescimento, desenvolvimento e saúde de crianças, jovens e adultos. Acresce a esse vasto quadro, a tentativa de interpretação das suas

complexas relações, a que adicionamos resultados sobre a atividade física e fatores de risco cardiometabólico, bem como informação de natureza genética quantitativa, geográfica e socioeconómica.

O projeto “*Vouzela Ativo*” ao dirigir o seu olhar para diferentes estratos etários no que respeita a fatores biológicos, ambientais e sociais dessa população-alvo, possibilitou a elaboração de sete artigos científicos originais que compõem a presente dissertação. Os principais resultados e conclusões de cada estudo/artigo serão apresentados em seguida.

O **primeiro estudo** reflete as preocupações relativas ao crescimento físico e composição corporal com os seguintes propósitos: (1) construir valores de referência para um conjunto diversificado de indicadores somáticos; (2) descrever e avaliar o significado de possíveis diferenças encontradas entre as crianças e jovens vouzelenses e outros resultados nacionais e internacionais. Os principais resultados estão na Tabela 1.

Tabela 1: Resumo dos principais resultados do estudo I.

Estudo I

Growth, body composition and waist circumference centile charts of rural Portuguese children and adolescents

- Crianças e jovens vouzelenses apresentam valores estaturais muito próximos das referências internacionais do CDC e da OMS; no entanto, são mais pesadas e têm maiores valores medianos de índice de massa corporal (IMC).
 - Crianças e jovens vouzelenses têm valores medianos mais elevados de percentagem de massa gorda relativamente a amostras provenientes da Inglaterra, Estados Unidos e Espanha.
 - Rapazes vouzelenses apresentam valores modais do perímetro da cintura (P50) idênticos à amostra norte-americana, bem como a uma referência portuguesa. Nas meninas, os valores são similares até aos 12 anos.
-

As diferenças encontradas entre a massa corporal, IMC, percentagem total de massa gorda e perímetro da cintura, embora condicionadas aos procedimentos metodológicos adotados em cada pesquisa, refletem a plasticidade da ontogénese do ser humano em função das interações que se estabelecem entre o seu potencial genético e os constrangimentos ambientais, a que se associam fatores étnicos e socioeconómicos de cada contexto

(Eveleth & Tanner, 1976; Malina, Bouchard, & Bar-Or, 2004). É indiscutível que a comparação com um padrão internacional ideal (do inglês *growth standards*) permite inferir sobre o atual quadro epidemiológico desta região em transição e compreender diferentes aspetos da saúde geral e das circunstâncias nutricionais de uma comunidade. No entanto, os resultados disponibilizados mostram, principalmente, que embora todos os seres humanos passem por padrões previsíveis de desenvolvimento, (i.e., a “universalidade” dos seus padrões), o resultado atual do seu crescimento e desenvolvimento será sempre o de um grupo único de indivíduos com especificidades inquestionáveis (Haywood & Getchell, 2009).

No plano institucional, o Concelho de Vouzela dispõe, neste momento, de cartas de referência locais, com informação ímpar no modo como as crianças e jovens vouzelenses estão, em termos do seu crescimento físico e indicadores indiretos do estado de saúde, sendo de grande importância no acompanhamento efetuado por Pediatras e Nutricionistas. No plano educativo, os gestores autárquicos da educação e os professores passam a dispor de uma ferramenta de apoio à sua ação, a qual permitirá perceber melhor a singularidade e variabilidade do crescimento e da composição corporal dos seus alunos; acrescenta-se a possibilidade de monitorizar de modo mais preciso eventuais desordens, como desnutrição, sobrepeso, obesidade e morbilidades associadas. Decorre daqui que as estratégias educativas a implementar terão um outro alicerce e significado.

O **segundo estudo** situa-se no vasto território do desempenho motor e apresenta propósitos semelhantes aos do estudo anterior: (1) construir valores de referência para indicadores do desempenho motor; (2) contrastar os resultados das crianças e jovens vouzelenses com outras pesquisas previamente reportadas, no território nacional e internacional. Os principais resultados estão na Tabela 2.

Tabela 2: Resumo dos principais resultados do estudo II.**Estudo II****Valores normativos do desempenho motor: construção de cartas percentílicas baseadas no método LMS de Cole & Green**

- Meninos vouzelenses apresentam melhor desempenho motor do que as meninas, sobretudo durante o período circum-pubertário.
- Na prova de força manual, crianças e jovens vouzelenses têm médias similares aos de amostras provenientes do Brasil (Região do Cariri), Região Autónoma dos Açores e Espanha.
- Nas provas de impulsão horizontal, corrida vai-vem e de 50 jardas, a amostra norte-americana apresenta resultados mais elevados do que os observados em Vouzela.
- A aptidão aeróbia das crianças e jovens vouzelenses é superior à das amostras açoriana e norte-americana.

O significado e as implicações de cartas percentílicas do desempenho motor, localmente direcionadas, podem ser aludidos a partir de quatro olhares distintos, porém integrados: o plano do desenvolvimento motor, o plano epidemiológico, e os planos institucional e pedagógico. O primeiro refere-se à análise da forte variação interindividual observada no desempenho motor de crianças e jovens vouzelenses da mesma idade cronológica e sexo, corroborando resultados anteriores de estudos provenientes de contextos nacionais e internacionais, se bem que nem sempre adequadamente percebidos (Freitas, Marques, & Maia, 1997; Safrit, 1990; Silva, Beunen, & Maia, 2011). Na origem das diferenças encontradas entre populações podem estar aspetos de natureza metodológica e temporal (Malina et al., 2004). No entanto, há que destacar que o comportamento distinto dos incrementos nas médias das provas de força, velocidade, agilidade e resistência cardiorrespiratória refletem uma interação complexa entre fatores de natureza biológica, cultural e social, associados à maturação biológica, diferenças nas dimensões corporais, a que se aliam fatores motivacionais relativos à prática desportiva, os quais são, muitas vezes, distintos entre os sexos e entre populações (Malina et al., 2004).

Em termos de Saúde Pública, a emergência em monitorizar o desempenho motor geral reflete um pensamento epidemiológico atual em que níveis moderados a elevados de aptidão física são considerados marcadores indiretos de saúde (Ortega, Ruiz, Castillo, & Sjostrom, 2008). Estes valores têm

um efeito positivo na redução das prevalências de sobrepeso, obesidade e comorbilidades associadas (Grundy, Barlow, Farrell, Vega, & Haskell, 2012; Ortega et al., 2008). Daqui que as cartas percentílicas e a sua informação numérica sejam ferramentas importantes, também, no auxílio à interpretação de marcadores de saúde de crianças e adolescentes (Guedes & Guedes, 1997; Silva et al., 2011). A infância e a adolescência são janelas críticas para o desenvolvimento da proficiência motora, sensíveis às influências de natureza ambiental que podem condicionar a adesão e manutenção de comportamentos saudáveis (Bustamante, Beunen, & Maia, 2012; Freitas et al., 2002; Guedes & Guedes, 1997; Ortega et al., 2011; Silva et al., 2011). A disponibilização de referências explícitas nas cartas pode favorecer aspetos da gestão sistemática e mais eficiente de órgãos públicos da saúde, da educação e do desporto. Nos planos institucional e educativo, gestores autárquicos da educação e professores, sobretudo os de Educação Física, passam a ter um manancial de dados e suas representações gráficas para melhor interpretar aspetos do desempenho motor de crianças e jovens, sobretudo no que se refere à forte variabilidade interindividual bem ilustrada na distribuição dos percentis (Silva et al., 2011). Similarmente, as cartas de referência são um precioso auxílio no planeamento das aulas, sobretudo no melhor ajuizamento dos níveis de prontidão motora de crianças e jovens, atribuição de significado aos valores obtidos em avaliações sucessivas, passando pela monitorização dos níveis de aptidão física ao longo dos anos letivos. Este é um espaço de alguma insuficiência em termos dos próprios programas oficiais de Educação Física quando se pensa para além da avaliação criterial.

O **terceiro e quarto estudos** referem-se a dois grandes propósitos no domínio da descrição e atribuição de significado à variabilidade do desempenho coordenativo. Por um lado, construir valores de referência para indicadores da coordenação motora grossa, contrastando os resultados das crianças e jovens vouzelenses com outras amostras, bem como a identificação de idades em que ocorrem os maiores ganhos. Por outro, identificar e

interpretar o significado de variáveis das crianças e do seu contexto escolar na variância dos seus desempenhos. Os principais resultados estão na Tabela 3.

Tabela 3: Resumo dos principais resultados dos estudos III e IV.

Estudo III

Desempenho coordenativo de crianças: construção de cartas percentílicas baseadas no método LMS de Cole e Green

- O comportamento dos percentis do desempenho coordenativo das crianças vouzelenses manifesta uma forte variabilidade interindividual.
- Os valores médios da coordenação motora grossa de crianças e jovens vouzelenses são inferiores aos reportados em amostras alemãs e belgas.
- O comportamento do percentil 50 das provas do KTK das crianças e jovens vouzelenses é similar ao dos peruanos e açorianos.

Estudo IV

Individual and school-level correlates of gross motor coordination in children: a multilevel modelling approach

- Os resultados sugerem que as características individuais das crianças explicam a maior proporção da variância dos níveis de coordenação motora grossa (~90%); dessa proporção, os efeitos aditivos do sexo, massa gorda corporal e níveis de aptidão física correspondem a 62.6%;
 - Os níveis de coordenação motora grossa dos meninos são superiores às meninas, bem como das crianças mais aptas fisicamente e com menos massa gorda, comparativamente às menos aptas e com mais massa gorda;
 - Entre as variáveis do contexto escolar incluídas na análise, a dimensão da escola apresenta um efeito negativo no desempenho coordenativo, enquanto que características dos espaços mostram-se facilitadores dos níveis coordenativos.
-

A forte variabilidade interindividual presente nas cartas percentílicas da coordenação motora grossa das crianças vouzelenses corrobora pesquisas prévias (Valdívia, Lara, et al., 2008; Vidal et al., 2008) cuja abordagem foi semelhante em termos formais. É consensual atribuir-se à variância na coordenação motora grossa de crianças uma explicação complexa fruto da interação entre a individualidade biológica, volume e qualidade das experiências motoras prévias, com aspetos ambientais, sociais, educativos e culturais (Bouchard, Malina, & Pérusse, 1997; Laskowski, Newcomer-Aney, & Smith, 2000; Lee, 1984). Daqui que as diferenças encontradas entre crianças da mesma idade e sexo sejam expectáveis. Contudo, exigem também um novo olhar acerca do modo como professores de Educação Física são chamados a desenvolver estratégias mais criativas para o desenvolvimento da coordenação

motora dos seus alunos, independentemente do grau de proficiência inicial (Etchepare, Pereira, & Zinn, 2003). Um outro aspeto importante assenta na sugestão da existência de diferentes janelas de oportunidade do desenvolvimento da coordenação motora grossa, que alguns designariam de períodos sensíveis (Gallahue, Ozmun, & Goodway, 2011). Entre os 6 e os 10 anos de idade ocorrem alterações no desempenho coordenativo que tendem a estabilizar para permitir a aprendizagem de habilidades motoras cada vez mais complexas (Gallahue & Ozmun, 1998), não obstante haver uma falta substancial de informação longitudinal sobre esta matéria. As pseudo-curvas de velocidade sugeridas ilustram partes deste processo e mostram alguma especificidade em cada uma das provas da bateria KTK. As velocidades, cujos declives negativos ao longo da idade têm distintas tendências não-lineares entre sexos, corroboram estudos prévios, de natureza transversal, que reportam diferenças entre meninos e meninas, ainda que sutis nesta faixa etária (Kiphard & Schilling, 1974; Lopes, Maia, Silva, Seabra, & Morais, 2003; Valdívia, Cartagena, et al., 2008; Vandorpe et al., 2011). Estas janelas de oportunidade podem representar desafios à lecionação, sobretudo na elaboração mais consistente de opções didático-metodológicas mais eficientes em termos desenvolvimentistas.

Os resultados do quarto estudo são a expressão de uma visão mais complexa e integrada da informação de cariz individual e contextual. As características individuais (o género, a quantidade de massa gorda corporal e os níveis de aptidão física) explicam a maior fonte de variância da coordenação motora grossa, enquanto que as variáveis do contexto escolar explicam uma pequena porção, quase residual de 9%. Contudo, não deve inferir-se desta reduzida componente de variância que o contexto escolar não é muito importante no desenvolvimento coordenativo das crianças. Convém sempre considerar que as aulas de Educação Física (Expressão e Educação Físico-Motora) representam, por vezes, as únicas oportunidades de vivenciar experiências motoras orientadas, sistematizadas e estruturadas. Daqui a pertinência dos resultados em termos educativos.

Ao salientar a contribuição substancial dos níveis de aptidão física (+) e massa gorda (-) nos níveis de coordenação motora no primeiro ciclo da Educação Básica é desejável que desde muito cedo se estruturam aulas curriculares e extra-curriculares em torno de atividade lúdico-motoras sistematizadas e diversificadas, onde os jogos pré-desportivos sejam de enorme valia para o desenvolvimento de habilidades fundamentais e culturalmente referenciadas (Gallahue & Ozmun, 1998), de aptidões físico-motoras (Ministério da Educação e da Ciência [MEC], 2004), para além de possibilitar vivências motoras fortemente associadas à manutenção posterior de comportamentos saudáveis (Malina, 2001).

O **quinto estudo** centrou-se no papel, eventualmente preventivo, da prática desportiva na magnitude da agregação de fatores risco metabólico, ou seja, no score de risco de síndrome metabólica. Este esforço de modelação foi realizado com controle de diferentes preditores como a idade, sexo, *offset* maturacional, aptidão cardiorrespiratória e o estatuto socioeconómico. Os principais resultados estão na Tabela 4.

Tabela 4: Resumo dos principais resultados do estudo V.

Estudo V

The role of sports participation on metabolic syndrome risk score development, in Portuguese children and adolescents

- A participação desportiva está inversamente associada ao score contínuo metabólico;
 - Meninas e jovens mais velhos apresentam melhor perfil metabólico do que os meninos e crianças mais novas;
 - Indivíduos atrasados maturacionalmente e com menores valores de massa gorda têm um menor score contínuo de risco metabólico;
 - Indivíduos com elevados níveis de estatuto socioeconómico tem melhor perfil metabólico.
-

Os resultados sugerem que a participação desportiva tem um papel protetor no desenvolvimento de risco metabólico, podendo atuar como uma ferramenta terapêutica, sobretudo na prevenção primária de desordens metabólicas. A relação inversa entre níveis moderados a elevados de atividade física e a síndrome metabólica tem sido reportada na população adulta

(Rennie, McCarthy, Yazdgerdi, Marmot, & Brunner, 2003). Estudos na população pediátrica ainda são escassos (Stabelini Neto et al., 2011), não sendo do nosso conhecimento uma qualquer pesquisa que procurasse interpretar essa relação, controlando para diferentes fatores influentes, como biológicos e socioeconómicos.

Em consonância com os olhares interpretativos dos artigos anteriores, as implicações destes resultados assentam, de modo integrado, no domínio epidemiológico, institucional e educativo, com destaque bem forte na escola e nos clubes desportivos. As instituições de ensino são locais ideais e extremamente férteis para a implementação de programas e estratégias de intervenção direcionados, também, para a saúde dos seus alunos, funcionários, e da comunidade, onde a divulgação e promoção da prática desportiva possa ser fortemente difundida (Micheli et al., 2011), não obstante os fortes constrangimentos atuais (pessoal, espaços, equipamentos, finanças). É mais do que evidente que a escola não é uma instituição isolada e auto-suficiente na promoção de políticas de educação e saúde dos seus alunos, tal como referem os programas oficiais, sobretudo no que atualmente se designa por educação para a saúde. As demais forças vivas do local, especialmente do concelho, constituem pilares sólidos de uma abordagem renovada para que propostas de intervenção mais criativas e motivadoras sejam viabilizadas. Deste modo, tais propostas não seriam limitadas ao período escolar e aos estudantes, condicionadas pelos momentos das aulas de Educação Física. Poderiam ser expandidas aos demais períodos livres, às atividades extracurriculares, como já acontece no concelho de Vouzela, e até de modo mais amplo, aberto à comunidade com atividades diversificadas, isto é, o desporto para todos.

Para tornar mais completa esta extensa viagem ao longo das diferentes janelas de vida, foram concebidos dois outros estudos no domínio da Epidemiologia Genética. O **sexto e sétimo artigos** percorreram os seguintes propósitos: (1) identificar a magnitude da semelhança familiar nos valores da adiposidade, tensão arterial e atividade física, estimando a grandeza dos efeitos genéticos e ambientais, a que se associa a eventual presença de

pleiotropia; e (2) estimar a magnitude de influência genética e ambiental em indicadores nos diferentes indicadores da síndrome metabólica e atividade física, bem como o papel do ambiente natural e construído (oportunidades para a prática desportiva) na variabilidade desses fenótipos (ver Tabela 5)

Tabela 5: Resumo dos principais resultados dos estudos VI e VII.

Estudo VI

Clustering in body composition, blood pressure and physical activity in Portuguese families

- Os resultados sugerem a presença de agregação familiar na variação da massa gorda corporal, tensão arterial e níveis totais de atividade física. As correlações entre familiares variam entre 0.15 e 0.38;
- Os fatores genéticos e do ambiente comumente partilhado explicam entre 30 e 44% da variação dos diferentes depósitos de gordura corporal e da tensão arterial; e 24% dos níveis totais de atividade física;
- Verifica-se a presença de efeitos pleiotrópicos entre tensão arterial e diferentes marcadores de massa gorda;
- Níveis de atividade física partilham influências ambientais comuns com os da tensão arterial e os diferentes fenótipos de massa gorda. Não há presença de efeitos pleiotrópicos entre a atividade física e demais fenótipos avaliados.

Estudo VII

Geographical effects in familial clustering of metabolic syndrome indicators

- Os valores de h^2 para os fenótipos da composição corporal foram de 38% para massa gorda total e de 33% para massa gorda do tronco;
 - Fatores genéticos explicam entre 26% (triglicerídeos) e 73% (glicose) da variação total dos indicadores de síndrome metabólica;
 - Para a atividade física, a h^2 foi de 22%;
 - A proporção de variância explicada pelas covariáveis variou entre 4.2% e 52.5%; o estatuto socioeconômico não foi uma covariável significativa;
 - Dados espacialmente estruturados têm um efeito estatisticamente significativo em quase todos os indicadores da síndrome metabólica, composição corporal e níveis de atividade física, independentemente dos efeitos do estatuto socioeconômico.
-

No sexto estudo, são reportados resultados importantes. Em primeiro lugar, a magnitude e significado dos valores das correlações entre familiares (Perusse et al., 2000), bem como a presença de influência moderada dos fatores genéticos e ambientais na variação total da massa gorda e da tensão arterial, e baixa a moderada nos níveis de atividade física. O que aqui se destaca é a importância do contexto familiar. Em um segundo lugar, quando os efeitos pleiotrópicos são analisados, verificou-se pleiotropia parcial entre a

massa gorda e tensão arterial. Não obstante alguma inconsistência nos primeiros estudos sobre a temática (An et al., 2000; Rice, Province, Perusse, Bouchard, & Rao, 1994), pesquisas posteriores mostram-se consistentes com os resultados desta dissertação, sugerindo também correlações genéticas significativas entre fenótipos da tensão arterial e quantidade de tecido adiposo (Benyamin et al., 2007; Jelenkovic, Poveda, & Rebato, 2010). Quanto aos níveis de atividade física total e demais fenótipos da massa gorda e tensão arterial, não foram verificados efeitos pleiotrópicos. Considerando alguma inconsistência de resultados (Forjaz et al., 2012; Hernelahti et al., 2004), a sugestão centra-se no desenvolvimento de novas investigações a partir de análise genética molecular, para tentar clarificar o(s) modo(s) como genes candidatos influenciam essas características. Contudo, tais fenótipos parecem partilhar efeitos ambientais comuns, o que fortalece a relevância de programas de intervenção centrados na adoção de estilos de vida fisicamente ativos e de hábitos nutricionais adequados no contexto familiar. Importa referir que este é o primeiro estudo a investigar os efeitos pleiotrópicos, considerando este conjunto de fenótipos: adiposidade, tensão arterial e atividade física, e desse modo adiciona novas evidências relativamente a efeitos pleiotrópicos e ambientais.

O sétimo e último estudo destaca novas evidências sobre o papel do ambiente, natural e construído, na determinação dos fenótipos relacionados com a adiposidade, risco metabólico e atividade física, além de ampliar a análise da contribuição genética e do ambiente comumente partilhado. Os resultados sugerem, portanto, que a proximidade entre a residência e os equipamentos desportivos pode influenciar na magnitude dos valores da adiposidade, tensão arterial diastólica, níveis sanguíneos de glicose, triglicérides e colesterol total em jejum, bem como os níveis totais de atividade física. Estudos prévios têm destacado os efeitos positivos de características dos ambientes construído e natural no perfil de risco metabólico (Dengel, Hearst, Harmon, Forsyth, & Lytle, 2009), incidência de Diabetes tipo II (Auchincloss et al., 2009), resistência à insulina, glicemia em jejum alterada (Auchincloss, Diez Roux, Brown, Erdmann, & Bertoni, 2008), bem como

sugerido que tais características podem atuar de modo protetor contra o sobrepeso e a obesidade (Björk et al., 2008; Potwarka, Kaczynski, & Flack, 2008; Sallis et al., 2009; Veugelers, Sithole, Zhang, & Muhajarine, 2008), por meio da prática de atividade física e/ou desportiva.

Desse modo, os resultados destacam a relevância de estratégias interventivas a nível familiar, com base na promoção de estilos de vida mais ativos e saudáveis, onde a criação e manutenção de parques, complexos desportivos, parques e espaços verdes são imprescindíveis para que tais estratégias sejam bem-sucedidas (Sallis, Floyd, Rodriguez, & Saelens, 2012).

LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Não obstante o valor dos propósitos desta pesquisa, o modo como foi delineada e as suas grandes linhas de atuação, é importante destacar um conjunto de limitações que lhe estão necessariamente inerentes:

1. O caráter transversal do estudo não permite qualquer inferência sobre mudanças intraindividuais ocorridas no curso da vida, percorrendo as janelas de desenvolvimento de modo “contínuo”. No entanto, um delineamento longitudinal de larga escala e “fôlego” do crescimento físico e desenvolvimento motor de uma população exigiria mais de 20 anos de acompanhamento, o que se apresenta como uma forte impossibilidade nos tempos atuais. Contudo, nada impede que um delineamento longitudinal-misto com sobreposição de cortes seja uma hipótese séria em termos de implementação, embora antecipemos dificuldades logísticas e financeiras à sua realização.
2. Na maior parte das análises, a dimensão amostral pode ser considerada um fator limitador, sobretudo em termos de generalização dos resultados. Contudo, além de envolver quase toda a população escolar de Vouzela (entre 70 a 90%), compilou relevante informação dos adultos, ou seja, pais e mães dos alunos estudados. Do mesmo modo os estudos acerca da potência estatística dos testes não salientou qualquer problema em termos formais. Contudo, é bom lembrar, sempre, que os custos associados a projetos desta natureza obstam, necessariamente, a uma maior “ambição” em termos amostrais, se bem que nem sempre tragam informação adicional em termos de variabilidade interindividual e geracional.
3. Foi opção desta dissertação recorrer à bateria de testes KTK (Kiphard & Schilling, 1974, 2007) para avaliar a coordenação motora grossa, face aos estudos sobre a sua metodologia, bem como o elevado manancial informativo hoje disponível em Portugal, Brasil, Alemanha, Holanda e Bélgica. Contudo, seria importante considerar

outras opções como a bateria de Desenvolvimento Neuromotor de Zurich (Largo, Caflisch, Hug, Muggli, Molnar, & Molinari, 2001; Largo, Caflisch, Hug, Muggli, Molnar, Molinari, et al., 2001), o TGMD-II (Ulrich, 2000) ou o M-ABC (Henderson & Sugden, 1992). É evidente que a opção pela bateria KTK radica na facilidade da sua implementação, significado interpretativo e disponibilidade de informação em Portugal (continente e Regiões Autónomas da Madeira e Açores).

4. Nem sempre foi possível recorrer a instrumentos mais objetivos de avaliação da atividade física. Por questões financeiras e logísticas optou-se pelo uso de questionários, amplamente reportados em estudos nacionais e internacionais cuja validade e fiabilidade estão bem demonstrados. Importa referir, contudo, que foi realizada uma avaliação com acelerometria numa sub-amostra de 200 crianças do 1.º e 2.º CEB, cujos propósitos eram colaterais a esta dissertação.
5. Não obstante a dificuldade e carácter “intrusivo” da metodologia associada à monitorização da atividade física por observação direta das rotinas de vida das crianças e jovens, é nosso entendimento que a inclusão de diários poderia configurar uma mais-valia para melhor compreender os padrões de atividade física diária. Do mesmo modo poderiam ilustrar e ajudar a interpretar, nas crianças, aspetos do desenvolvimento da sua coordenação motora grossa se tivéssemos uma noção precisa das condições e constrangimentos habitacionais e atividades realizadas em casa.
6. As comparações dos resultados da presente dissertação e os obtidos noutras regiões (nacionais e internacionais) estiveram, em grande parte, limitadas por aspetos metodológicos e temporais bem conhecidos e identificados na literatura. Tal situação é parte da enorme diversidade de problemas considerados pelos investigadores quando se debruçam sobre diferentes domínios do crescimento físico, desenvolvimento motor e saúde de populações.

7. Seria interessante incluir uma análise aprofundada dos hábitos nutricionais da população de pelo menos duas gerações da região de Vouzela, bem como os padrões de atividade física ao longo das diferentes janelas de desenvolvimento, principalmente para compreender melhor os valores mais elevados de IMC e massa gorda relativamente a outras amostras.
8. A georreferenciação das residências das famílias avaliadas e dos equipamentos desportivos, distribuídos ao longo do território concelhio, pode apresentar alguma limitação em função de sua determinação com base no código postal e nas imagens obtidas por meio do *software Google Earth*. A utilização simultânea de um instrumento mais preciso, como o GPS (do inglês *Global Positioning System*), seria uma mais-valia para o estudo. No entanto, a dificuldade em percorrer os diferentes locais, a que se associam o tempo e o custo financeiro, tornaram nossa opção a mais viável.

QUESTÕES QUE O TEMPO E A PESQUISA FUTURA AJUDARÃO A RESPONDER

O processo desenvolvimentista desta dissertação foi conduzido por algumas inquietações centradas no crescimento físico, desenvolvimento motor e saúde, sobretudo num contexto em transição socioeconómica e demográfica de uma região, com características de ruralidade ainda preservada. Ao retratar diferentes “janelas” dessa população, e depois da “obra feita”, surgiram outras questões que “o tempo e o engenho” ajudarão a resolver. A lista que apresentamos de seguida é uma amostra bem reduzida dos problemas que gostaríamos de tratar no futuro.

- No domínio do Crescimento Físico e da Maturação Biológica:
 - A partir de um delineamento longitudinal, quais seriam os momentos de maior e menor velocidade de crescimento na população vouzelense? Que trajetórias de crescimento seriam

condicionadas pela variabilidade maturacional? E por diferenças no estatuto socioeconómico das crianças?

- Com base no modelo estrutural de Bock, du Toit e Thissen, ou no modelo de forma invariante de Teo Gasser para descrever e interpretar a cinética do crescimento físico, quais seriam os valores da idade no pico de velocidade estatural na fase pré-pubertária e pubertária? Que importância teriam no alinhamento dos resultados do desempenho motor e coordenativo pelo pico de velocidade de altura na pré-puberdade e puberdade?

- No domínio do Desempenho Motor:

- Será possível identificar, de modo preciso e consistente, os momentos de maiores e menores ganhos no desempenho motor ao longo da idade, nomeadamente nas componentes força, aptidão cardiorrespiratória, velocidade, agilidade e flexibilidade, de crianças e jovens vouzelenses? A ser possível, quais seriam os efeitos da variabilidade maturacional na configuração de tais curvas de velocidade?
- Qual será o aspeto das trajetórias das mudanças intraindividuais, e variância entre sujeitos, do seu desempenho motor? Quanta dessa variação poderá ser atribuída a diferenças no estatuto maturacional, peso ao nascer, bem como do tamanho do corpo, nos níveis coordenativos e de atividade física ao longo do tempo?

- No domínio Coordenação Motora:

- Do mesmo modo, qual será a configuração da curva de velocidade do desempenho coordenativo ao longo da idade, para os quatro testes da bateria KTK, em função do género, níveis distintos de atividade física e estado nutricional?
- Quais serão as mudanças intraindividuais da coordenação motora de crianças e jovens dos 5 aos 14 anos de idade em função do

peso ao nascer? E dos níveis globais de aptidão física e atividade física enquanto preditores dinâmicos na mesma faixa etária?

- Quais serão os efeitos de diferentes variáveis do contexto escolar (infraestruturas, recursos humanos e variabilidade na ação pedagógica e formação dos professores) no desenvolvimento da coordenação motora, num conjunto mais heterogéneo de regiões?
- Será possível construir um modelo de análise mais complexo que considerasse, em simultâneo, não só as variáveis de nível individual, do contexto escolar e familiar, que possam interpretar de uma forma mais integrada a variância nos níveis coordenativos das crianças?

- No domínio da Epidemiologia e Saúde Pública:

- Será possível descrever de modo preciso a complexidade dos padrões diários de atividade física da população Vouzelense? Haverá alguma relação entre tais padrões e a distribuição dos equipamentos desportivos ao longo do Concelho de Vouzela, a que se associam diferentes aspetos relativos à perceção do ambiente físico e construído?
- Quais serão os efeitos da proximidade/distância entre moradas de crianças e jovens e a localização dos diferentes equipamentos desportivos na prevalência de sobrepeso e/ou obesidade? Será que estes efeitos se alteram em função da qualidade, quantidade e arranjo “arquitetónico” dos equipamentos?
- Quais são os hábitos nutricionais da população Vouzelense? E que relações se estabelecem com as diferentes categorias ponderais, a que se adicionam os fatores socioeconómicos e os padrões de atividade física, nas diferentes janelas de vida da população?

- No domínio da Genética Quantitativa:

- Que relações se estabelecem, em irmandades, nos níveis de aptidão física, coordenação motora e somatótipo? Qual é a magnitude dessas relações quando se ajusta para o peso ao nascer, ordem de fratria, estatuto socioeconómico e descritores das rotinas de vida?
- Qual será a interpretação do efeito mediacional da atividade física na interação de fatores genéticos e ambientais nos marcadores da síndrome metabólica?
- Qual será a importância dos fatores genéticos nos níveis de sedentarismo das famílias Vouzelenses? Que interação têm com os valores da composição corporal?
- Será possível realizar um estudo a partir de informação providenciada pelo DNA para melhor se entender aspetos da variabilidade no crescimento físico, desempenho motor, maturação biológica e síndrome metabólica?

REFERÊNCIAS

- An, P., Rice, T., Gagnon, J., Leon, A. S., Skinner, J. S., Wilmore, J. H., Bouchard, C., & Rao, D. C. (2000). Cross-trait familial resemblance for resting blood pressure and body composition and fat distribution: The HERITAGE family study. *Am J Hum Biol*, 12(1), 32-41.
- Auchincloss, A. H., Diez Roux, A. V., Brown, D. G., Erdmann, C. A., & Bertoni, A. G. (2008). Neighborhood resources for physical activity and healthy foods and their association with insulin resistance. *Epidemiology*, 19(1), 146-157.
- Auchincloss, A. H., Diez Roux, A. V., Mujahid, M. S., Shen, M., Bertoni, A. G., & Carnethon, M. R. (2009). Neighborhood resources for physical activity and healthy foods and incidence of type 2 diabetes mellitus: the Multi-Ethnic study of Atherosclerosis. *Arch Intern Med*, 169(18), 1698-1704.
- Benyamin, B., Sorensen, T. I., Schousboe, K., Fenger, M., Visscher, P. M., & Kyvik, K. O. (2007). Are there common genetic and environmental factors behind the endophenotypes associated with the metabolic syndrome? *Diabetologia*, 50(9), 1880-1888.
- Björk, J., Albin, M., Grahn, P., Jacobsson, H., Ardö, J., Wadbro, J., & Ostergren, P. O. (2008). Recreational values of the natural environment in relation to neighbourhood satisfaction, physical activity, obesity and wellbeing. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 62(4).
- Bouchard, C., Malina, R. M., & Pérusse, L. (1997). *Genetics of Fitness and Physical Performance*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bustamante, A., Beunen, G., & Maia, J. A. R. (2012). Valoración de la aptitud física en niños y adolescentes: construcción de cartas percentílicas para la región central del Perú. *Rev. perú. med. exp. salud pública*, 29(2), 188-197.

- Dengel, D. R., Hearst, M. O., Harmon, J. H., Forsyth, A., & Lytle, L. A. (2009). Does the built environment relate to the metabolic syndrome in adolescents? *Health Place, 15*(4), 946-951.
- Etchepare, L. S., Pereira, E. F., & Zinn, J. L. (2003). Educação Física nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. *Revista da Educação Física/UEM, 14*(1), 59-66.
- Eveleth, P. B., & Tanner, J. M. (1976). *Worldwide variation in human growth* (Second ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Forjaz, C. L., Bartholomeu, T., Rezende, J. A., Oliveira, J. A., Basso, L., Tani, G., Prista, A., & Maia, J. A. (2012). Genetic and environmental influences on blood pressure and physical activity: a study of nuclear families from Muzambinho, Brazil. *Braz J Med Biol Res.*
- Freitas, D., Maia, J. A. R., Beunen, G., Lefevre, J., Claessens, A., Marques, A., Rodrigues, A., Silva, C., & Crespo, M. (2002). *Crescimento somático, maturação biológica, aptidão física, actividade física e estatuto sócio-económico de crianças e adolescentes madeirenses - O Estudo de Crescimento da Madeira*. Funchal: Universidade da Madeira.
- Freitas, D., Marques, A., & Maia, J. A. R. (1997). *Aptidão Física da População Escolar da Região Autónoma da Madeira*. Funchal: Universidade da Madeira.
- Gallahue, D., Ozmun, J., & Goodway, J. (2011). *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults*. São Paulo: McGraw-Hill Education.
- Gallahue, D., & Ozmun, J. C. (1998). *Understanding motor development: Infants, children, adolescents, adults*. Boston: McGraw-Hill.
- Grundy, S. M., Barlow, C. E., Farrell, S. W., Vega, G. L., & Haskell, W. L. (2012). Cardiorespiratory fitness and metabolic risk. *Am J Cardiol, 109*(7), 988-993.

Guedes, D. P., & Guedes, J. E. R. P. (1997). *Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes*. São Paulo, SP: CLR Balieiro.

Haywood, K. M., & Getchell, N. (2009). *Life span motor development* (5 ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Henderson, S. E., & Sugden, D. A. (1992). *Movement assessment battery for children*. London: Psychological Corporation.

Hernelahti, M., Levalahti, E., Simonen, R. L., Kaprio, J., Kujala, U. M., Uusitalo-Koskinen, A. L., Battie, M. C., & Videman, T. (2004). Relative roles of heredity and physical activity in adolescence and adulthood on blood pressure. *J Appl Physiol*, 97(3), 1046-1052.

Jelenkovic, A., Poveda, A., & Rebato, E. (2010). A statistical investigation into the sharing of common genetic factors between blood pressure and obesity phenotypes in nuclear families from the Greater Bilbao (Spain). *J Hypertens*, 28(4), 723-731.

Kiphard, E. J., & Schilling, F. (1974). *Körperkoordinationstest für Kinder*. Weinheim: Beltz Test GmbH.

Kiphard, E. J., & Schilling, F. (2007). *Körperkoordinationstest für Kinder. 2. Überarbeitete und ergänzte Auflage*. Weinheim: Beltz Test GmbH.

Largo, R. H., Caflisch, J. A., Hug, F., Muggli, K., Molnar, A. A., & Molinari, L. (2001). Neuromotor development from 5 to 18 years. Part 2: associated movements. *Dev Med Child Neurol*, 43(7), 444-453.

Largo, R. H., Caflisch, J. A., Hug, F., Muggli, K., Molnar, A. A., Molinari, L., Sheehy, A., & Gasser, S. T. (2001). Neuromotor development from 5 to 18 years. Part 1: timed performance. *Dev Med Child Neurol*, 43(7), 436-443.

Laskowski, E. R., Newcomer-Aney, K., & Smith, J. (2000). Proprioception. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 11(2), 323-340.

Lee, W. A. (1984). Neuromotor synergies as a basis for coordinated intentional action. *Journal of Motor Behavior*, 16(2), 135-170.

Lopes, V. P., Maia, J., Silva, R. G., Seabra, A., & Morais, F. P. (2003). Estudo do nível de desenvolvimento da coordenação motora da população escolar (6 aos 10 anos de idade) da Região Autónoma dos Açores. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 3(1), 47-60.

Malina, R. (2001). Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood. *Am J Hum Biol*, 13(2), 162-172.

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

Micheli, L., Mountjoy, M., Engebretsen, L., Hardman, K., Kahlmeier, S., Lambert, E., Ljungqvist, A., Matsudo, V., McKay, H., & Sundberg, C. J. (2011). Fitness and health of children through sport: the context for action. *Br J Sports Med*, 45(11), 931-936.

Ministério da Educação e da Ciência [MEC]. (2004). *Organização Curricular e Programas - Ensino Básico: 1º Ciclo* (4 ed.). Algueirão-Mem Martins: Departamento da Educação Básica.

Ortega, F. B., Artero, E. G., Ruiz, J. R., Espana-Romero, V., Jimenez-Pavon, D., Vicente-Rodriguez, G., Moreno, L. A., Manios, Y., Beghin, L., Ottevaere, C., Ciarapica, D., Sarri, K., Dietrich, S., Blair, S. N., Kersting, M., Molnar, D., Gonzalez-Gross, M., Gutierrez, A., Sjostrom, M., & Castillo, M. J. (2011). Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med*, 45(1), 20-29.

Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjostrom, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)*, 32(1), 1-11.

Perusse, L., Rice, T., Province, M. A., Gagnon, J., Leon, A. S., Skinner, J. S., Wilmore, J. H., Rao, D. C., & Bouchard, C. (2000). Familial aggregation of

amount and distribution of subcutaneous fat and their responses to exercise training in the HERITAGE family study. *Obes Res*, 8(2), 140-150.

Potwarka, L. R., Kaczynski, A. T., & Flack, A. L. (2008). Places to play: association of park space and facilities with healthy weight status among children. *J Community Health*, 33(5), 344-350.

Rennie, K. L., McCarthy, N., Yazdgerdi, S., Marmot, M., & Brunner, E. (2003). Association of the metabolic syndrome with both vigorous and moderate physical activity. *Int J Epidemiol*, 32(4), 600-606.

Rice, T., Province, M., Perusse, L., Bouchard, C., & Rao, D. C. (1994). Cross-trait familial resemblance for body fat and blood pressure: familial correlations in the Quebec Family Study. *Am J Hum Genet*, 55(5), 1019-1029.

Safrit, M. (1990). *Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science*. St. Louis, Missouri: Times Mirror/Mosby College Publishing.

Sallis, J. F., Floyd, M. F., Rodriguez, D. A., & Saelens, B. E. (2012). Role of built environments in physical activity, obesity, and cardiovascular disease. *Circulation*, 125(5), 729-737.

Sallis, J. F., Saelens, B. E., Frank, L. D., Conway, T. L., Slymen, D. J., Cain, K. L., Chapman, J. E., & Kerr, J. (2009). Neighborhood built environment and income: examining multiple health outcomes. *Soc Sci Med*, 68(7), 1285-1293.

Silva, S., Beunen, G., & Maia, J. (2011). Valores normativos do desempenho motor de crianças e adolescentes: o estudo longitudinal-misto do Cariri. *Rev Bras Educ Fís Esporte*, 25, 111-125.

Stabelini Neto, A., Sasaki, J. E., Mascarenhas, L. P., Boguszewski, M. C., Bozza, R., Ulbrich, A. Z., da Silva, S. G., & de Campos, W. (2011). Physical activity, cardiorespiratory fitness, and metabolic syndrome in adolescents: a cross-sectional study. *BMC Public Health*, 11, 674.

Ulrich, D. A. (2000). *Test of gross motor development*. Austin, TX: Pro-Ed.

Valdívia, A. B., Cartagena, L. C., Sarria, N. E., Távora, I. S., Seabra, A., Silva, R. G., & Maia, J. (2008). Coordinación Motora: Influencia de la edad, sexo, estatus socio-económico y niveles de adiposidad en niños peruanos. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 10(1), 25-34.

Valdívia, A. B., Lara, R., Espinoza, C. B., Pomahuacre, S. Q., Ramos, G. R., Seabra, A., Garganta, R., & Maia, J. (2008). Prontitud coordinativa: perfíles multivariados en función de la edad, sexo y estatus socio-económico. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 8(1), 34-46.

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

Veugelers, P., Sithole, F., Zhang, S., & Muhajarine, N. (2008). Neighborhood characteristics in relation to diet, physical activity and overweight of Canadian children. *International Journal of Pediatric Obesity*, 3(3), 152-159.

Vidal, S. M., Bustamante, A., Lopes, V. P., Seabra, A., Silva, R. G., & Maia, J. A. (2008). Construção de cartas centílicas da coordenação motora de crianças dos 6 aos 11 anos da Região Autónoma dos Açores, Portugal. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 9(1), 24-35.

ANEXOS

Anexo 1. Questionário sobre a gestação e o nascimento dos filhos.

DADOS DA GESTAÇÃO E NASCIMENTO	EB _____
Nome do Filho: _____	
Ano: ____ Turma: ____	
Peso no início da gravidez: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Kg Peso no final da gravidez: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Kg	
1. Quantos anos tinha quando o seu filho(a) nasceu? <input type="text"/> <input type="text"/> 2. Foi uma gravidez planeada por si e pelo seu companheiro? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	
<p>3. Durante a gravidez houve alguma complicação?</p> <p style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim</p> <p>3.1 Se sim, qual?</p> <p><input type="checkbox"/> Pré-eclâmpsia (tensão arterial elevada)</p> <p><input type="checkbox"/> Heclâmpsia (Hipertensão Arterial)</p> <p><input type="checkbox"/> Diabetes</p> <p><input type="checkbox"/> Anemia</p> <p><input type="checkbox"/> Graviez Ectópica (gestação fora do útero)</p> <p><input type="checkbox"/> Outra? Qual? <input type="text"/></p>	<p>4. No período gestacional fez uso de:</p> <p>Medicamentos</p> <p><input type="checkbox"/> Qual? <input type="text"/></p> <p>Bebidas Alcoólicas</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p>Tabaco</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p>Drogas ilícitas</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p>Nenhum</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p>Outros?</p> <p><input type="checkbox"/> Qual? <input type="text"/></p>
3.6 O parto foi prematuro? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim Completou quantas semanas? <input type="text"/> <input type="text"/>	
3.7 Qual o tipo de parto? <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Cesariana <input type="checkbox"/> Parto Normal Induzido	
3.8 Houve alguma complicação no momento do parto? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	
Se sim, qual? <input type="checkbox"/> Necessidade de fórceps	
<input type="checkbox"/> Deslocamento da placenta	
<input type="checkbox"/> Outra? Qual? <input type="text"/>	
3.9 Houve alguma complicação no pós-parto para o bebé? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	
<input type="checkbox"/> Icterícia (amarelão)	
<input type="checkbox"/> Incompatibilidade de RH (sangue de mãe e pai incompatíveis)	
<input type="checkbox"/> Outra? Qual? <input type="text"/>	
4. Qual o peso (kg) do bebé ao nascer? <input type="text"/> <input type="text"/> 4.1. Qual o comprimento (cm) do bebé ao nascer? <input type="text"/> <input type="text"/>	
4.2 Por quanto tempo amamentou o seu filho? <input type="text"/> <input type="text"/> meses Nunca amamentei <input type="checkbox"/>	
4.3 Praticou atividade física ou exercício físico durante o período gestacional? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim	
Se sim, Qual? <input type="text"/>	
Quantas dias por semana? <input type="text"/> Durante quantos meses? <input type="text"/>	

4.4 Durante a gravidez realizou alguma atividade profissional (trabalho)? Não Sim

Se sim, Qual?

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

5. Com quantos meses o bebê começou a engatinhar?

--	--

6. Com quantos meses o bebê começou a andar?

--	--

7. Com quantos meses o bebê começou a falar?

--	--

Anexo 2. Questionário sobre a atividade física habitual - Godin & Shephard.

QUESTIONÁRIO SOBRE A ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL- GODIN & SHEPHARD

N.º DE IDENTIFICAÇÃO: _____

DATA DE APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO:

/ /

NOME DO ALUNO: _____

ANO:

TURMA: _____

DATA DE NASCIMENTO: / /

ALTURA: _____

PESO: _____

MORADA: _____

TELEFONE: _____

Considerando um período de 7 dias (uma semana), quantas vezes, em média, fazes os seguintes tipos de exercícios (atividade física) MAIS DO QUE 15 minutos durante o teu TEMPO LIVRE.

Número de vezes por
semana

a. EXERCÍCIO INTENSO (CORAÇÃO BATE MUITO DEPRESSA)

(correr, jogar futebol, judo, karaté, natação, andar de patins ou de skate) _____

b. EXERCÍCIO MODERADO (NÃO EXAUSTIVO)

(andar, andar de bicicleta, andar de patins ou de skate, ténis, ajuda nos trabalhos domésticos) _____

c. EXERCÍCIO "LEVE" (ESFORÇO MÍNIMO)

(andar sem pressa, passear, brincar) _____

Considerando um período de 7 dias (uma semana), durante o teu tempo livre, quantas vezes fazes uma actividade regular que te faça transpirar (o coração bate muito depressa)?

Várias vezes		Algumas vezes		Raramente/Nunca	
--------------	--	---------------	--	-----------------	--

Anexo 3. Questionário de Baecke e questões adicionadas.

QUESTIONÁRIO SOBRE A ACTIVIDADE FÍSICA

1 – Qual é a tua principal ocupação? _____

	Nunca	Raramente	Algumas vezes	Frequentemente	Muito Frequentemente
2 Na escola, nos períodos de recreio, costuma sentar-se?					
3 Na actividade escolar mantém-se de pé?					
4 Desloca-se a pé da sua casa para a Escola?					
5 Na Escola pega em cargas pesadas?					
6 Depois do seu dia escolar sente-se cansado?					
7 Durante o trabalho escolar diário transpira?					

	Mais leve	Leve	Tão pesada	Pesada	Muito Pesada
8 Em comparação com outros colegas da sua idade, pensa que a sua actividade é fisicamente...					

9 Pratica algum desporto? Sim Não Qual? _____
 Clube: _____ Desporto Escolar? Sim Não

Quantas horas por semana? < 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 > 4

Quantos meses por ano? < 1 1 - 3 4 - 6 7 - 9 > 9

Pratica um segundo desporto? Sim Não Qual? _____
 Clube: _____ Desporto Escolar? Sim Não

Quantas horas por semana? < 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 > 4

Quantos meses por ano? < 1 1 - 3 4 - 6 7 - 9 > 9

10 Em comparação com outros colegas da sua idade, pensa que a sua actividade física, durante os tempos livres, é?

Muito Menor	Menor	Igual	Maior	Muito Maior

11 Durante os tempos livres transpira?
 12 Durante os tempos livres pratica desporto?
 13 Durante os tempos livres vê televisão?
 14 Durante os tempos livres anda a pé?
 15 Durante os tempos livres anda de bicicleta?

Nunca	Raramente	Algumas vezes	Frequentemente	Muito Frequentemente

Durante quanto tempo vê televisão por dia?
 Durante quanto tempo usa o computador/consola por dia?

< 30m	30m-1h	1h-1h30	1h30-2h	>2h

16 Quantos minutos anda a pé por dia? (para se dirigir à Escola, local de treino, compras, etc.)

< 5	5-15	15-30	30-45	>45

Quantas horas por semana? < 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 > 4

Anexo 4. IPAQ-SF – Questionário Internacional de Atividade Física (versão curta).

As questões referem-se ao tempo que despendeu **durante a última semana** a fazer actividade física. Inclui questões acerca das actividades que faz no trabalho ou escola, para se deslocar de um lado para o outro, actividades realizadas na sua casa ou no seu jardim e aquelas que efectua no seu tempo livre para se entreter, realizar exercício físico ou desporto.

As suas respostas são importantes. Por favor responda a todas as questões mesmo que não se considere uma pessoa activa.

Ao responder às seguintes questões considere o seguinte:

Actividade física vigorosa refere-se a actividades que requerem muito esforço e que tornam a respiração muito mais intensa do que o normal.

Actividade física moderada refere-se a actividades que requerem esforço físico moderado e que tornam a respiração um pouco mais intensa do que o normal.

1a- Durante a última semana, quantos dias fez actividades físicas vigorosas como levantar objectos pesados, cavar, fazer ginástica de intensidade elevada ou andar de bicicleta a uma velocidade relativamente elevada. Pense apenas nas actividades físicas que fez no mínimo durante 10 minutos seguidos.

Quanto dias por semana as realizou (se nenhum marque 0 e passe para a questão 2a) _____

1b- Num dos dias em que fez actividade física vigorosa, quanto tempo gastou? ____ horas ____ minutos

2a- Pense, novamente, apenas nas actividades físicas que fez no mínimo 10 minutos seguidos. Durante a última semana, quantos dias fez actividades físicas moderadas como transportar objectos leves, andar de bicicleta a uma velocidade moderada ou jogar ténis? Não inclua o andar/caminhar.

Quantos dias por semana (se nenhum marque 0 e passe para a questão 3a) _____

2b- Num dos dias em que fez actividade física moderada, quanto tempo gastou? ____ horas ____ minutos

3a- Durante a última semana, quantos dias caminhou durante pelo menos 10 minutos seguidos? Inclua caminhadas para o trabalho e para casa, para se deslocar de um lado para outro e qualquer outra caminhada que tenha feito somente para recreação, desporto ou lazer.

Quantos dias por semana (se nenhum marque 0 e passe para a questão 4) _____

3b- No dia em que caminhou mais, quanto tempo gastou? ____ horas ____ minutos

4- A última questão refere-se ao tempo que está sentado diariamente no trabalho, em casa, no percurso para o trabalho e durante os tempos livres. Inclui também o tempo em que está sentado numa secretária, a visitar amigos, a ler, a viajar num autocarro ou sentado ou deitado a ver televisão.

Durante a última semana, quanto tempo esteve sentado por dia? ____ horas ____ minutos

Por dia, quanto tempo passou a ver Televisão e Vídeo ____ horas ____ minutos

Anexo 5. Recordatório de 3 dias de atividade física desenvolvido por Bouchard.

BOUCHARD THREE-DAY PHYSICAL ACTIVITY RECORD

N.º DE IDENTIFICAÇÃO: _____

NOME: _____ APELIDO: _____

MASCULINO: _____ FEMININO: _____ IDADE EM ANOS: _____

SE É ALUNO:

ESCOLA _____ ANO: _____ TURMA: _____ N.º: _____

º DIA: _____ DATA: / / _____

Em cada espaço, deve escrever o número que corresponde à actividade que realizou durante um período de 15 minutos.

Por favor, consulte o quadro com os códigos de actividade que se encontra em baixo.

Se uma actividade for realizada durante um período prolongado pode desenhar uma linha contínua ao longo dos espaços até se iniciar uma outra actividade.

CÓDIGOS DE ACTIVIDADE PARA O BOUCHARD THREE-DAY PHYSICAL ACTIVITY RECORD

Cat. Act.	Exemplo de actividade para cada categoria	Disp. Ene. (kcal/kg/15min)
1	Deitado: dormir, descansar na cama	0,26
2	Sentado: comer, ler, escrever, etc.	0,38
3	Actividades ligeiras de pé: cozinhar, fazer a barba, limpar o pó, etc.	0,57
4	Caminhar devagar: (<4 km/h), conduzir, vestir, tomar duche	0,69
5	Trabalho manual ligeiro: lavar janelas, servir às mesas, electricista, pintor de construção civil, andar (4 a 6 km/h)	0,84
6	Actividades desportivas em ambiente recreativo: golfe, voleibol, ténis de mesa, ciclismo (<10 km/h), etc.	1,2
7	Trabalho manual de intensidade moderada: construção civil, carpintaria, trabalho de pintor, cargas e descargas, etc.	1,4
8	Actividades físicas de lazer e desportivas de maior intensidade (não competitivas): dançar, andar de bicicleta (>15 km/h), nadar, ténis, andar (>6 km/h), etc.	1,5
9	Trabalho manual intenso: cargas e descargas pesadas; actividades desportivas de grande intensidade: correr (>9 km/h) nadar, ténis, etc.	2,0

Minutos	00-15	16-30	31-45	46-60
Horas				
0:00h				
1:00h				
2:00h				
3:00h				
4:00h				
5:00h				
6:00h				
7:00h				
8:00h				
9:00h				
10:00h				
11:00h				
12:00h				
13:00h				
14:00h				
15:00h				
16:00h				
17:00h				
18:00h				
19:00h				
20:00h				
21:00h				
22:00h				
23:00h				

Anexo 6. Questionário sobre o comportamento alimentar.**DADOS DO COMPORTAMENTO ALIMENTAR DO FILHO(A)****1.1 DADOS PESSOAIS DO FILHO:****DATA DE AVALIAÇÃO:** / /**NOME DO FILHO:****IDADE:****DATA DE NASCIMENTO:** / /**ESCOLA FREGUESIA: ANO: TURMA: Nº:****1.2 DADOS PESSOAIS DA MÃE:****DATA DE NASCIMENTO:** / / **PROFISSÃO:****ESCOLARIDADE: PESO: KG ALTURA: CM****2. DADOS DO COMPORTAMENTO ALIMENTAR DO FILHO:**

ASSINALE A RESPOSTA COM UM (X):

			NUNCA	RARAMENTE	POR VEZES	MUITAS VEZES	SEMPRE
EF	1	O meu filho (a) adora comida.					
EEO	2	O meu filho (a) come mais quando anda preocupado (a).					
SR	3	O meu filho (a) tem um grande apetite.					
SE	4	O meu filho (a) termina as refeições muito rapidamente.					
EF	5	O meu filho (a) interessa-se por comida.					
DD	6	O meu filho (a) anda sempre a pedir de beber.					
FF	7	Perante novos alimentos o meu filho (a) começa por recusá-los.					
SE	8	O meu filho (a) come vagarosamente.					
SE	9	O meu filho (a) vai comendo cada vez mais devagar no correr da refeição.					
EEU	10	O meu filho (a) come menos quando está zangado (a).					
FF	11	O meu filho (a) gosta de experimentar novos alimentos.					
EEU	12	O meu filho (a) come menos quando está cansado (a).					
FR	13	O meu filho (a) está sempre a pedir comida.					
EEO	14	O meu filho (a) come mais quando está aborrecido (a).					
FR	15	Se o (a) deixarem, meu filho (a) comeria demais.					
EEO	16	O meu filho (a) come mais quando está ansioso (a).					
FF	17	O meu filho (a) gosta de uma grande variedade de alimentos.					
SR	18	O meu filho (a) deixa comida no prato no fim das refeições.					

SE	19	O meu filho (a) gasta mais de 10 minutos para terminar a refeição.					
FR	20	Se tivesse oportunidade o meu filho (a) passaria a maior parte do tempo a comer.					
EF	21	O meu filho (a) está sempre à espera da hora das refeições.					
SR	22	O meu filho (a) fica cheio (a) antes de terminar a refeição.					
EF	23	O meu filho (a) adora comida.					
EEO	24	O meu filho (a) come mais quando está feliz.					
FF	25	O meu filho (a) é difícil de contentar com as refeições.					
EEU	26	O meu filho (a) come menos quando anda transtornado (a).					
SR	27	O meu filho (a) fica cheio (a) muito facilmente.					
EEO	28	O meu filho (a) come mais quando não tem nada para fazer.					
FR	29	Mesmo se está cheio o meu filho (a) arranja espaço para comer um alimento preferido.					
DD	30	Se tivesse oportunidade o meu filho (a) passaria o dia a beber continuamente.					
SR	31	O meu filho (a) é incapaz de comer a refeição se antes tiver comido alguma coisa.					
DD	32	Se tivesse oportunidade o meu filho (a) estaria sempre a tomar uma bebida.					
FF	33	O meu filho (a) interessa-se por experimentar alimentos que nunca provou antes.					
FF	34	O meu filho (a) decide que não gosta de um alimento mesmo que nunca tenha provado.					
FR	35	Se tivesse oportunidade, o meu filho (a) estaria sempre com comida na boca.					

Anexo 7. Questionário sobre o estado de saúde.**QUESTIONÁRIO DE ESTADO DE SAÚDE SF-36**

As questões que se seguem pedem-lhe a opinião sobre a sua saúde, a forma como se sente e sobre a sua capacidade de desempenhar as actividades habituais.

Pedimos que leia com atenção cada pergunta e que responda o mais honestamente possível. Se não tiver a certeza sobre a resposta a dar, dê-nos a que achar mais apropriada e, se quiser escreva um comentário a seguir à pergunta.

Coloque uma cruz no número que melhor descreve a sua saúde.

1. Em geral, a sua saúde é?				
Ótima	Muito Boa	Boa	Razoável	Fraca
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
2. Comparando com o que acontecia há um ano, como descreve o seu estado geral actual?				
Muito melhor	Com algumas melhoras	Aproximadamente igual	Um pouco pior	Muito pior
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

3. As perguntas que se seguem são sobre as actividades que executa no seu dia-a-dia. Será que a sua saúde o/a limita nestas actividades? Se sim, quanto?				
		Sim, muito limitado/a	Sim, um pouco limitado/a	Não, nada limitado/a
a.	Actividades Vigorosas, tais como correr, levantar pesos, participar em desportos extenuantes.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
b.	Actividades Moderadas, tais como deslocar uma mesa ou aspirar a casa.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
c.	Levantar ou pegar nas compras de mercearia	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
d.	Subir vários Lanços de escadas	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
e.	Subir um lanço de escadas	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
f.	Inclinar-se, ajoelhar-se ou baixar-se	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
g.	Andar mais de 1 Km	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
h.	Andar várias centenas de metros	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
i.	Andar uma centena de metros	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
j.	Tomar banho ou vestir-se sozinho/a	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>

4. Durante as últimas 4 semanas, no seu trabalho ou actividades diárias, teve algum dos problemas apresentados a seguir como consequência do seu estado de saúde físico?

Quanto tempo, nas últimas quatro semanas...	Sempre	A maior parte do tempo	Algum tempo	Pouco tempo	Nunca
a. Diminuiu o tempo gasto a trabalhar ou noutras actividades.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
b. Fez menos do que queria?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
c. Sentiu-se limitado/a no tipo de trabalho ou outras actividades.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
d. Teve dificuldades em executar o seu trabalho ou outras actividades (por exemplo foi preciso mais esforço).	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

5. Durante as últimas 4 semanas, teve com o seu trabalho ou actividades diárias, algum dos problemas apresentados a seguir devido a quaisquer problemas emocionais (tal como sentir-se deprimido/a ou ansioso/a)?

Quanto tempo, nas últimas quatro semanas...	Sempre	A maior parte do tempo	Algum tempo	Pouco tempo	Nunca
a. Diminuiu o tempo gasto a trabalhar ou noutras actividades.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
b. Fez menos do que queria?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
c. Executou o seu trabalho ou outras actividades menos cuidadosamente do que era costume.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

6. Durante as últimas quatro semanas, em que medida é que a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram no seu relacionamento social normal com a família, amigos, vizinhos ou outras pessoas?

Absolutamente nada	Pouco	Moderadamente	Bastante	Imenso
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

7. Durante as últimas quatro semanas teve dores?

Nenhumas	Muito fracas	Ligeiras	Moderadas	Fortes	Muito fortes
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	6 <input type="checkbox"/>

8. Durante as últimas quatro semanas, de que forma é que a dor interferiu com o seu trabalho normal (tanto no trabalho fora de casa como no trabalho doméstico)?

Absolutamente nada	Pouco	Moderadamente	Bastante	Imenso
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

9. As perguntas que se seguem pretendem avaliar a forma como se sentiu e como lhe correram as coisas nas últimas quatro semanas.

Certifique-se que responde a todas as perguntas.

Quanto tempo, nas últimas quatro semanas...	Sempre	A maior parte do tempo	Algum tempo	Pouco tempo	Nunca
a. Se sentiu cheio/a de vitalidade?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
b. Se sentiu muito nervoso/a?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
c. Se sentiu tão deprimido/a que nada o/a animava?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
d. Se sentiu calmo/a e tranquilo/a?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
e. Se sentiu com muita energia?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
f. Se sentiu deprimido/a?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
g. Se sentiu estafado/a?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
h. Se sentiu feliz?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
i. Se sentiu cansado/a?	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

10. Durante as últimas quatro semanas, até que ponto a sua saúde física ou problemas emocionais limitaram a sua actividade social (tal como visitar amigos ou familiares próximos)?

Sempre	A maior parte do tempo	Algum tempo	Pouco tempo	Nunca
1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

11. Por favor, diga em que medida são verdadeiras ou falsas as seguintes informações.

	Absolutamente verdade	Verdade	Não sei	Falso	Absolutamente falso
a. Parece que adoeço mais facilmente do que os outros.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
b. Sou tão saudável como qualquer outra pessoa.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
c. Estou convencido/a que a minha saúde vai piorar.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
d. A minha saúde é ótima.	1 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>

Anexo 8. Questionário de avaliação dos espaços escolares.**I - CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA**

1. Escola: _____

2. Agrupamento: _____

3. Localidade: _____

4. Anos leccionados/número de alunos/género:

Anos de escolaridade	Masculino	Feminino	Total
1.º ano			
2.º ano			
3.º ano			
4.º ano			
Total			

5. Caracterização socioeconómica do meio envolvente à escola:

a. Rural b. Misto c. Urbano **II - INFRA-ESTRUTURAS FÍSICAS**

6. Recreio:

a. Sim b. Não

7. Área do recreio:

a. Com obstáculos (árvores, canteiros, pilares...) b. Sem obstáculos

8. Dimensão do recreio:

a. 10m² a 39m² b. 40m² a 69m² c. >70m²

9. Piso do recreio:

a. Terra b. Cimento c. Alcatrão

d. Outro: _____

10. Sala de polivalente:

a. Sim b. Não

11. Dimensão da sala de polivalente:

a. 10m² a 29m² b. 30m² a 49m² c. >50m²

12. Piso do polivalente:

a. Madeira b. Cerâmico

c. Outro: _____

13. Polidesportivo coberto:

a. Sim b. Não

14. Balneários:

a. Sim b. Não

15. Outras infra-estruturas utilizadas:

a. Sim b. Não

16. Que outras infra-estruturas são utilizadas? (Pode assinalar várias opções).

- a. Espaço exterior não pavimentado
 b. Cimentado desportivo
 c. Piscina
 d. Pavilhão
 e. Outro _____

17. Material para a prática de Educação Física:

a. Sim b. Não

18. Que material existe?

Material	Ginástica	Disp. Coletivos	Disp. Individuais	Jogos tradicionais
Fixo				
Móvel				

Outro _____

III – AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA

19. São dadas aulas de Educação Física nesta Escola?

a. Sim b. Não

20. Frequência semanal das aulas de Educação Física:

- a. Uma aula semanal
 b. Duas aulas semanais
 c. Mais de três aulas semanais

21. Duração das aulas de Educação Física:

- a. <= 45 m
 b. <= 90 m
 c. > 90 m

22. Responsável pelas aulas de Educação Física:

	1.º ano	2.º ano	3.º ano	4.º ano
Monitor qualificado				
Professor 1.º Ciclo EB				
Professor de Ed. Física				

Outro _____

23. Modalidades praticadas nas aulas de Educação Física. (Pode assinalar várias opções).

- a. Corrida
 b. Saltos
 c. Lançamentos
 d. Ginástica de solo

- e. Ginástica de aparelhos
- f. Futebol
- g. Andebol
- h. Basquetebol
- i. Badminton
- j. Ténis
- k. Natação
- l. Jogos tradicionais
- m. Outro(s) _____

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

Anexo 9. Mapa desportivo de Vouzela e famílias avaliadas.

