

**U. PORTO**



**FACULDADE DE DESPORTO**  
**UNIVERSIDADE DO PORTO**

**Estudo Longitudinal-Misto do Crescimento e  
Desempenho Motor em Crianças e Adolescentes da  
Região do Cariri Cearense, Brasil**

**Simonete Pereira da Silva**

**2010**





**Estudo Longitudinal-Misto do Crescimento e  
Desempenho Motor em Crianças e Adolescentes da  
Região do Cariri Cearense, Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa Doutoral em Ciências do Desporto (Decreto-Lei nº 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 Gaston Prudence Beunen.

**Simonete Pereira da Silva**

**Porto, Novembro de 2010**

## FICHA DE CATALOGAÇÃO

Silva, S.P. (2010). **Estudo Longitudinal-Misto do Crescimento e Desempenho Motor em Crianças e Adolescentes da Região do Cariri Cearense, Brasil.** Porto: Dissertação de Doutorado Apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

**Palavras-chave:** crescimento somático, maturação biológica, desempenho motor, *tracking*, crianças, adolescentes.

## **DEDICATÓRIAS**

### ***In memorian***

*Ao meu pai que me “acompanha”  
Ao meu eterno amigo Zalistom Brasileiro Torres, Luz no meu caminho*

### **À minha família**

*Pelo incondicional apoio e compreensão da minha ausência tantas vezes  
sentida e jamais cobrada*

### **Aos amigos**

*Amigo é coisa para se guardar  
Debaixo de sete chaves  
Dentro do coração  
Assim falava a canção que na América ouvi  
Mas quem cantava chorou  
Ao ver o seu amigo partir  
  
Mas quem ficou, no pensamento voou  
Com seu canto que o outro lembrou  
E quem voou, no pensamento ficou  
Com a lembrança que o outro cantou  
  
Amigo é coisa para se guardar  
No lado esquerdo do peito  
Mesmo que o tempo e a distância digam “não”  
Mesmo esquecendo a canção  
O que importa é ouvir  
A voz que vem do coração  
  
Pois seja o que vier, venha o que vier  
Qualquer dia, amigo, eu volto a te encontrar  
Qualquer dia, amigo, a gente vai se encontrar.*

Fernando Brant & Milton Nascimento



## **AGRADECIMENTOS**

Esta dissertação de doutoramento embora seja um trabalho de cariz individual, não teria sido exequível sem a colaboração de muitas pessoas e Instituições que contribuíram de maneira decisiva para que este trabalho fosse concluído com êxito. Por isso, gostaria de exprimir a todos eles os meus mais sinceros agradecimentos.

Inicialmente agradeço à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, pela enorme contribuição na minha formação académica, bem como de tantos outros colegas brasileiros que escolhem esta Faculdade para dar continuidade aos seus estudos. De um modo especial, agradeço ao Diretor da FADE, Prof. Doutor Jorge Olímpio Bento, pelo apoio e confiança em mim depositados desde quando aqui cheguei pela primeira vez, em 1998, para realizar o mestrado. O seu apoio foi fundamental ao longo de toda a minha trajetória nesta Instituição.

Ao Prof. Doutor José Maia, orientador desta dissertação e mentor do projeto de pesquisa que a originou, o meu mais profundo agradecimento, respeito e admiração pela sua grandeza pessoal e enorme competência científica, já bem reconhecida dentro e fora desta Instituição. Sou imensamente grata pelas oportunidades que me proporcionou, pelos valiosos ensinamentos transmitidos no dia-a-dia, que vão desde as simples histórias de vida e de sabedoria dos grandes mestres aos mais complexos problemas da Antropobiologia Humana. Agradeço por ter me encorajado a desenvolver esta pesquisa no meu país e na minha região, sobretudo, agradeço-lhe por ter estado presente em todas as fases deste trabalho, mesmo naquelas em que a distância geográfica o dificultaria, ainda assim, se fez presente.

Ao Prof. Doutor Gaston Beunen, por ter embarcado conosco nesta jornada. Agradeço pela amabilidade e disponibilidade de ter me recebido na Universidade Católica de Leuven, para realizar o treinamento com vistas à

aprendizagem para avaliação da idade óssea. A sua inestimável contribuição, desde o estudo piloto até as fases finais da dissertação, foi imprescindível.

Ao Magnífico Reitor da Universidade Regional do Cariri – URCA Prof. Doutor Plácido Cidade Nuvens e à Vice Reitora Prof<sup>a</sup> Doutora Antónia Otonite Cortez, pelo total apoio concedido à realização do meu doutoramento.

Aos meus colegas do Departamento de Educação Física da URCA, pela colaboração e compreensão no meu afastamento das atividades académicas durante todo o período do doutoramento, especialmente, aos colegas: José Cavalcanti da Silva Filho, Berilo Barroso Mendes, Eleonora Oliveira Nunes, Alana Mara Alves, Ariza Rocha Lima, Evilázio Martins Vieira, Paulo Fernando, Lucas Vieira e Silva e Ana Cristina Linard.

Ao Prof. Doutor Albrecht Claessens, pela disponibilidade e competência demonstrada na preparação da equipe de avaliadores, bem como na colaboração em alguns trabalhos.

Ao Prof. Doutor Duarte de Freitas, pela oportunidade que me concedeu de ter estado na Ilha da Madeira por duas vezes, na qual pude conhecer e participar do processo de avaliação de algumas das suas pesquisas em andamento, o que me proporcionou um ganho de experiência importante. Agradeço também pela colaboração na 1<sup>a</sup> fase do processo de treinamento para a leitura das radiografias para estimação da idade óssea.

Ao Prof. Doutor António Prista, por ter colaborado em várias etapas desta pesquisa, sobretudo, no treinamento e avaliação do consumo máximo de oxigênio, ao se deslocar para o Cariri por duas vezes, numa demonstração de solidariedade académica que tanto contribuiu para este trabalho. Sobretudo, pelo prazer e a honra de tê-lo como amigo.

À Prof<sup>a</sup> Doutora Carol Góis Leandro, pelas inúmeras demonstrações de apoio, incentivo críticas e sugestões que ajudaram a aprimorar e enriquecer o



trabalho. Pela sua coragem e competência que são motivos de forte inspiração, principalmente pela sua amizade que muito me orgulha.

Ao Prof. Doutor António Teixeira Marques, pela consideração e apoio prestados desde o início da minha trajetória na Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. Por extensão, agradeço aos demais professores desta escola pela importante contribuição na minha formação pessoal e acadêmica.

Ao Prof. António Cunha, do Gabinete de Andebol, pela demonstração de confiança e solidariedade a mim prestadas num momento extremamente difícil da minha história nesta Faculdade.

À Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte, especialmente ao ex-Prefeito Doutor Raimundo Macedo e ao Doutor Wilton Almeida, ex-Chefe de Gabinete, pelo apoio dispensado desde o lançamento do 'Projeto Crescer com Saúde no Cariri', até as fases finais da recolha de dados.

Ao meu querido amigo Paulo Damasceno, Gerente do SESC – Juazeiro e Kamille de Lira, Coordenadora de Esporte desta Instituição, pela parceria e empenho dedicado na realização dos muitos eventos associados ao projeto de pesquisa.

Ao Prof. Doutor Wilson Cordeiro de Brito, Diretor do CEFET/Juazeiro, pelo apoio fundamental ao disponibilizar o laboratório de fisiologia desta Instituição em prol da nossa pesquisa durante os 3 anos.

Ao coordenador do curso de Educação Física do CEFET, Ricardo Barroso, pelo apoio incondicional ao projeto de pesquisa. Aos demais colegas professores desta Instituição: Ialуска Guerra, Sávia Maria Paz, Rubéns César, Paulo Rogério Brayner, Cieusa M<sup>a</sup> Calou e Venússia Brito pelo apoio e compreensão da ausência de alguns alunos, membros da equipe, nas aulas durante os constantes períodos de recolhas de dados.

À Prof<sup>a</sup> Doutora Socorro Cirilo, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), pela importante colaboração durante o estudo piloto.

Ao Prof. Doutor Ricardo Ness, Diretor da Universidade Federal do Ceará – UFC/Campus Cariri, pela disponibilidade do ônibus para o transporte das crianças até o hospital para a realização das radiografias. Por extensão agradeço ao seu Reginaldo, motorista da UFC, pela paciência e responsabilidade na condução das crianças inúmeras vezes.

À Equipe de Radiologia do Hospital Tasso Jereissati: Cícero, Raimundo Leite, Raimundo Gomes Filho e Expedito, além dos seus estagiários, cuja competência técnica aliada à boa disposição tornaram possível a realização deste trabalho sem grandes dificuldades.

Ao Prof. Rui Faria, pelo carinho e consideração, além do sorriso sempre presente na sua face, que nos faz tão bem ao encontra-lo nos corredores desta escola.

Ao Gabinete de Relações Internacionais desta Faculdade, especialmente ao Hugo Pinto da Silva e Cristina Claro, pela forma cuidadosa e gentil com que sempre viabilizou uma vaga na Residência Universitária de Paranhos, durante os muitos períodos de estadia no Porto.

Ao Prof. Doutor Go Tani, pela sua colaboração e apoio ao deslocar-se ao Cariri para participar de um evento científico promovido no âmbito do nosso projeto de pesquisa.

Ao Prof. Doutor Jorge Mota, pelo apoio e compreensão com que tratou de resolver os problemas relacionados ao tempo de duração do programa doutoral.

À Prof<sup>a</sup> Doutora Olga Vasconcelos, pela simpatia e transmissão da boa energia que emana de sua aura.

Ao Prof. Doutor Fábio Nakamura pela amabilidade de se deslocar ao Cariri para ministrar um curso preparatório em Fisiologia do Exercício para a minha equipe de avaliadores.

À Prof<sup>a</sup> Doutora Cláudia Forjaz, pelo apoio e incentivo na reta final do estudo, pelo seu exemplo de responsabilidade e competência científica.

À Prof<sup>a</sup> Doutora Isabel Mesquita, pelo apoio e colaboração numa fase anterior (mestrado) que muito contribuiu para a continuidade desta trajetória.

Ao Prof. Doutor Rui Garganta, pelo carinho e alegria contagiante que faz com que o ambiente no laboratório seja ainda mais agradável.

Ao Prof. Doutor André Seabra, pela disponibilidade imediata em ajudar sempre que solicitado. Por extensão, à Ana Cristina, sua esposa, pelo carinho da sua agradável companhia no dia-a-dia de trabalho.

À Equipe da Biblioteca da FADE, especialmente à Mafalda Pereira, Nuno Reis, Pedro Novais e Virgínia Pinheiro, pelas ajudas prestadas sempre com grande satisfação.

Ao Gabinete de Informática da FADE André David e Michel Mendes, sou grata pelas constantes assistências técnicas prestadas sempre com tão boa vontade e competência.

À Poetisa Josenir Alves de Lacerda, da Academia dos Cordelistas do Crato, pelo pronto atendimento ao meu pedido para escrever o Cordel para a divulgação da pesquisa junto às escolas. A sua competência e sensibilidade artística são características marcantes nessa obra (ver anexo).

Aos caros amigos Moçambicanos e companheiros de curso, Leonardo Nhantumbo e Sílvio Saranga, pela amizade e exemplo de luta e perseverança.

À minha grande amiga e inspiradora Prof<sup>a</sup> Doutora Fanka Santos, que tanto colaborou com as suas sugestões e críticas que me fizeram refletir e dirigir uma visão holística em relação aos aspectos sócio-culturais do Cariri.

Ao meu querido amigo Miguel Matos, pela preciosa ajuda neste trabalho, principalmente, durante as fases mais complicadas das recolhas de dados. A sua ajuda foi fundamental, a sua amizade é preciosa.

À Senhora Luci Morais de Brito, Coordenadora do Programa AABB/Comunidade de Juazeiro do Norte, pelo compromisso social e competência com que dirige este programa, bem como, pelo empenho em colaborar com esta pesquisa, facilitando e motivando as crianças da sua Instituição a participarem de todas as avaliações ao longo do tempo.

À Senhora Carmita, pelo carinho e facilidade na confecção das camisetas (T-shirts) oferecidas às crianças e à equipe de avaliadores. Do mesmo modo, agradeço ao meu amigo Sílvio, por viabilizar a aquisição das bicicletas sorteadas.

À Senhora Manuela Santos, pelo grande carinho, simpatia e cuidado com que nos atendeu diariamente na cantina desta escola.

A todos os diretores e professores das escolas envolvidas na pesquisa durante todo o período de recolha de dados.

Ao meu querido amigo “Inca” Alcibiades Bustamante, pela oportunidade de aprendizagem mútua que resulta do nosso convívio nesta Faculdade, pelas ajudas e trocas de experiência acerca dos nossos trabalhos e sonhos que nos faz pensar que *“nada é pesado demais para quem tem asas”*.

À Sónia Vidal, pela nossa amizade de longa data que se renova, amadurece e melhora com o tempo.

Ao meu prezado amigo Hermógenes Gomes, professor de Educação Física do Colégio Objetivo, pelo destacado empenho durante todo o período da pesquisa.

À minha colega Adriana Seabra, professora de Educação Física do Colégio Pequeno Príncipe – Crato, pela preciosa ajuda na captação e motivação dos alunos desta escola para participarem da pesquisa.

À Raquel Nichele, pela amizade e dedicação em tudo o que faz, inclusive ao ajudar os amigos.

À Michele Souza, pelo carinho e admiração pela sua personalidade determinada e inspiradora.

Ao Daniel Santos, pelo carinho da sua amizade, bem como, pelas constantes ajudas acerca dos nossos trabalhos em comum.

À Thayse Natacha pela ajuda na formatação final do trabalho, mas sobretudo, pelo exemplo de amizade, força de vontade e superação.

À Fernanda Karina pela amizade, exemplo de coragem, responsabilidade e simpatia contagiante.

À Cláudia Figueiredo, pela oportunidade de conhecê-la um pouco mais de perto, bem como a sua simpática cidade no âmbito do '*Projeto Santo Tirso CoMvida e Com Saúde*'.

À Mafalda Roriz pela amizade construída ao longo dos trabalhos de campo do Laboratório de Cineantropometria da FADE.

À minha amiga Maria José Maia (esposa do Prof. Maia), que dos “bastidores” acompanhou e apoiou a história do nosso trabalho sempre transmitindo boas energias.

Aos colegas Rojapon Buranarugsa e Oyapon Tungthongchai, amigos Tailandeses, com os quais convivemos na residência de Paranhos, dividindo momentos de trabalho, ansiedade, alegria e a saudade dos nossos familiares.

Às minhas amigas de longa data, Mirian Werba e Filomena Fortes, com as quais convivemos e compartilhamos os primeiros passos da nossa trajetória acadêmica no Porto, cuja amizade se mantém viva independentemente do tempo e da distância geográfica.

À Maria José dos Santos, grande amiga que me incentivou a dar os primeiros passos rumo à pos-graduação, enxergando em mim algum potencial para a pesquisa acadêmica que até então eu desconhecia.

À Fundação Para a Ciência e a Tecnologia – FCT/Portugal, por ter me concedido a bolsa de estudos para ajudar a custear o curso de doutoramento.

À minha maravilhosa e competente equipe de avaliadores que permaneceu coesa ao longo de todo o período de recolha de dados: Hudday Mendes da Silva, Miguel Matos Neto, Gabriela Matos Monteiro, Kamyla de Lellis Costa, Leonildo dos Santos, Cícero Luciano Alves Costa, Débora Azevedo Cabral, Nilene Matos Trigueiro, Anny Catarina da Silva, André Luís Feitosa, Adriana Leite Tavares, Josefa Mayara Rodrigues de Sousa, Glauber Carvalho Nobre, Francisco José de Oliveira, M<sup>a</sup> Cleide Pereira da Costa, Luciana de Souza Santos, M<sup>a</sup> Andreia da Silva Nonato, Valéria de Sousa Marques e Thiago Silva Bezerra (meu sobrinho).

De um modo muitíssimo especial, agradeço a todas as crianças e adolescentes (bem como aos seus familiares) envolvidas neste projeto de pesquisa, principalmente àquelas que participaram do estudo longitudinal, pois foram constantemente chamadas para algum tipo de avaliação durante três anos, tendo respondido prontamente sempre que lhes foi possível.

## ÍNDICE GERAL

Dedicatórias.....	i
Agradecimentos.....	iii
Índice Geral.....	1
Índice de Tabelas.....	5
Índice de Figuras.....	7
Índice de Quadros.....	9
Índice de Apêndices.....	11
Índice de Anexos.....	13
Resumo.....	15
Abstract.....	17
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	19
<b>Capítulo 1</b>	<b>Introdução Geral e Estrutura da Dissertação</b>
Introdução Geral.....	23
A Região do Cariri – aspectos geográficos, históricos e socioeconômicos	27
Concepção, delineamento e estratégia para implementação do estudo	34
Estrutura da Dissertação.....	39
Referências .....	43
<b>Capítulo 2</b>	<b>Estudo de Revisão.....</b>
<b>Estudo 1</b>	<b>Estudos longitudinais sobre o crescimento somático e desempenho motor: designs, desafios, necessidades</b>
Resumo.....	51
Abstract.....	53
Introdução.....	55
Abordagem desenvolvimentista.....	56
Principais aspectos de investigação.....	58
Delineamentos.....	59
Desafios metodológicos.....	60

	Análise multivariada.....	61
	Estudos longitudinais – Exemplos ilustrativos.....	63
	Considerações finais.....	73
	Referências.....	74
<b>Capítulo 3</b>	<b>Estudo Metodológico.....</b>	<b>81</b>
<b>Estudo 2</b>	<b>Maturação biológica: da sua relevância à aprendizagem do método TW3</b>	
	Resumo.....	83
	Abstract.....	85
	Introdução.....	87
	Procedimentos Metodológicos.....	88
	Maturação Esquelética.....	88
	O Método Tanner-Whitehouse.....	88
	Processo de aprendizagem e controle de qualidade.....	90
	Procedimentos estatísticos.....	91
	Resultados.....	92
	Discussão.....	95
	Conclusões.....	99
	Referências bibliográficas .....	99
	Agradecimentos .....	101
<b>Capítulo 4</b>	<b>Estudo Empírico I.....</b>	<b>103</b>
<b>Estudo 3</b>	<b>Growth References for Brazilian Children and Adolescents – Healthy Growth in Cariri Study</b>	
	Abstract.....	105
	Introduction.....	107
	Subjects and methods.....	109
	Sample.....	109
	Pilot Study.....	110
	Statistical analyses.....	110
	Results.....	111
	Discussion.....	117



---

	Acknowledgments.....	120
	Declaration of interest.....	120
	Reference.....	121
	Appendix.....	124
<b>Capítulo 5</b>	<b>Estudo Empírico II.....</b>	<b>125</b>
<b>Estudo 4</b>	<b>Valores normativos do desempenho motor de crianças e adolescentes. O estudo longitudinal-misto do Cariri</b>	
	Resumo.....	127
	Abstract.....	129
	Introdução.....	131
	Material e Métodos.....	132
	Amostra.....	132
	Testes de desempenho motor.....	134
	Equipe de avaliadores.....	135
	Controle de qualidade da informação.....	135
	Procedimentos estatísticos.....	136
	Comparação com outros estudos.....	138
	Resultados.....	139
	Discussão.....	146
	Referências.....	153
<b>Capítulo 6</b>	<b>Estudo Empírico III.....</b>	<b>159</b>
<b>Estudo 5</b>	<b>Longitudinal changes in strength of children from Cariri, Brazil: A multilevel approach</b>	
	Abstract.....	161
	Introduction.....	163
	Subjects and methods.....	164
	Sample.....	164
	Measurements and tests.....	165
	Fatness.....	165
	Strength performance.....	165
	Biological age.....	166

	Physical activity.....	166
	Reliability.....	167
	Statistical analysis.....	167
	Results.....	168
	Discussion.....	173
	Reference.....	177
<b>Capítulo 7</b>	<b>Estudo Empírico IV.....</b>	<b>181</b>
<b>Estudo 6</b>	<b>Tracking of performance and health-related physical fitness in girls. The Healthy Growth Study in Cariri, Brazil</b>	
	Abstract.....	183
	Introduction.....	185
	Methods.....	187
	Sample.....	187
	Physical fitness.....	187
	Fatness.....	188
	Reliability.....	188
	Statistical analysis.....	188
	Results.....	190
	Discussion.....	195
	Conclusion.....	199
	Perspectives .....	199
	References.....	200
<b>Capítulo 8</b>	<b>Síntese Final.....</b>	<b>205</b>
	Limitações do estudo.....	215
	Questões que o tempo ajudará a responder.....	216
	Novos desafios de pesquisa em locais socioeconomicamente desfavorecidos.....	218
	Referência.....	219
<b>Anexos</b>	.....	<b>221</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

### Capítulo 3

Tabela 1 – Avaliação inter-observadores: SS-GB/NC.....	92
Tabela 2 – Avaliação intra-observador: SS1-SS2.....	93
Tabela 3 – Avaliação inter-observadores: SS-GB/RW.....	94
Tabela 4 – Avaliação intra-observador: SS1-SS2 (n=40).....	95

### Capítulo 4

Table I – Sample size by age and sex.....	109
Table II – Distribution of Z-scores of height, body mass and BMI of the Cariri sample compared to expectations assuming normality – área between adjacent centiles.....	111

### Capítulo 5

Tabela 1 – Estrutura básica do delineamento longitudinal-misto.....	133
Tabela 2 – Distribuição da amostra por sexo e idade.....	134
Tabela 3 – Estimativas de fiabilidade (valores pontuais de correlação intra-classe, R e respectivos intervalos de confiança 95%).....	136
Tabela 4 – Distribuição do Z-score para os testes motores em meninas e meninos comparados com os valores esperados para a normalidade da distribuição.....	137
Tabela 5 – Valores dos percentis 3, 50 e 97 para os testes de dinamometria manual, impulsão horizontal e <i>trunk lift</i> , em função da idade e sexo.....	141
Tabela 6 – Valores dos percentis 3, 50 e 97 para os testes: <i>curl up</i> , corrida vai-e-vem de 10x5m e corrida/caminhada de 12 minutos, em função da idade e sexo.....	141

### Capítulo 6

Table 1 – Sample size by age, cohorts and sex.....	165
--	-----

---

Table 2 – Fixed and random-effects estimates for the best fitting growth curve model of hand grip.....	169
Table 3 - Fixed and random-effects estimates for growth curve models of standing long jump.....	172

**Capítulo 7**

Table 1 – Ages and sample size per cohort.....	187
Table 2 – Reliability estimates and 95% confidence intervals for all tests....	188
Table 3 – Auto-correlations weighted means for each fitness component across all cohorts.....	192
Table 4 – Means ( $\pm$ standard deviations), Minimum (Min) and maximum (Max) of rates of change for each individual trajectory.....	193
Table 5 – Five letter summaries (P5, Q1, Me, Q3, P95) of intraindividual tracking.....	194
Table 6 - Estimated population tracking values ( $\pm$ standard-error) at each cohort.....	195

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Capítulo 1

Figura 1 – Nexo relacional entre os diferentes domínios de variáveis do estudo.....	35
Figura 2 – Estrutura do estudo transversal e distribuição das avaliações 2007 – 2009.....	36
Figura 3 – Estrutura do estudo longitudinal-misto e distribuição das avaliações 2006 – 2009.....	37

### Capítulo 4

Figure 1 – Cariri charts for height, body mass and body mass index for girls and boys.....	112
Figure 2 – Differences in height between Cariri and St. André, Paraná and Londrina (50 <sup>th</sup> ).....	113
Figure 3 – Differences in height between Cariri sample divided by socioeconomic level and CDC reference.....	114
Figure 4 – Differences in body mass between Cariri to St. André and Londrina.....	114
Figure 5 – Differences in body mass between Cariri sample divided by socioeconomic level and CDC reference.....	115
Figure 6 – Differences in BMI between Cariri and Londrina (50 <sup>th</sup> ).....	116
Figure 7 – Differences in BMI between Cariri sample divided by socioeconomic level and CDC reference.....	116

### Capítulo 5

Figura 1 – Cartas de referência para os testes motores: dinamometria manual, impulsão horizontal e <i>trunk lift</i> (feminino e masculino).....	139
Figura 2 – Cartas de referência para os testes motores: <i>curl up</i> , corrida vai-e-vem de 10x5m e corrida/caminhada de 12 minutos (feminino e masculino).....	140
Figura 3 – Comparação dos valores do (P50) da corrida/caminhada de 12	

minutos com os de outros estudos.....	143
Figura 4 – Comparação dos valores do (P50) da dinamometria manual com os de outros estudos.....	144
Figura 5 – Comparação dos valores do (P50) da impulsão horizontal com os de outros estudos.....	145
Figura 6 – Comparação dos valores do (P50) da corrida vai-e-vem de 10x5m com os de outros estudos.....	145

## Capítulo 6

Figure 1 – Intraindividual trajectories of all subjects for hand grip (panel a) and average curve by sex (panel b).....	168
Figure 2 – Strength (handgrip) trajectories of boys and girls of contrasting maturity status: average maturers versus early maturers.....	170
Figure 3 – Strength (handgrip) trajectories of boys and girls of contrasting maturity status: (average maturers versus late maturers).....	170
Figure 4 – Intraindividual trajectories of all subjects for standing long jump (panel a) and average curve by sex (panel b).....	171
Figure 5 – Strength (standing long jump) trajectories of boys and girls of contrasting maturity status: average maturers versus early maturers.....	172
Figure 6 – Strength (standing long jump) trajectories of boys and girls of contrasting maturity status: average maturers versus late maturers.....	172

## Capítulo 7

Figure 1 – Blox-plot distributions of auto-correlations within each physical fitness performance related test and cohort.....	190
Figure 2 – Blox-plot distributions of auto-correlations within each physical fitness health-related test and cohort.....	191

## ÍNDICE DE QUADROS

### Capítulo 1

Quadro 1 – Distribuição de alunos matriculados nos três níveis da educação básica.....	31
Quadro 2 – Estrutura da dissertação, objetivos, autores e periódicos.....	40

### Capítulo 2

Quadro 1 – Principais estudos longitudinais desenvolvidos na América do Norte.....	64
Quadro 2 – Principais estudos longitudinais sobre o crescimento desenvolvidos na Europa.....	68
Quadro 3 – Estudos longitudinais desenvolvidos em Portugal.....	71
Quadro 4 – Estudos longitudinais desenvolvidos no Brasil.....	72





## ÍNDICE DE APÊNDICES

### **Capítulo 4**

Appendix – Numerical values for height, body mass and BMI centiles by sex and age group.....	124
--	-----



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.....	xi
Anexo 2 – Ficha de Avaliação Antropométrica e Testes Motores – Estudo Longitudinal.....	xiii
Anexo 3 – Fichas de Avaliação Antropométrica (Reteste) – Estudo Longitudinal.....	xv
Anexo 4 - Ficha de Avaliação Antropométrica e Testes Motores – Estudo Transversal.....	xvii
Anexo 5 - Ficha de Registro Para Avaliação da Idade Óssea.....	xix
Anexo 6 - Ficha de Controle e Qualidade dos Resultados – Idade Óssea.....	xxi
Anexo 7 - Ficha de Dados da Atividade Física Habitual – Pedometria.....	xxiii
Anexo 8 - Ficha de Avaliação Teste de VO <sub>2</sub> max.....	xxv
Anexo 9 - Questionário de Atividade Física Habitual – Baecke.....	xxvii
Anexo 10 - Questionário para caracterização das escolas e aulas de Educação Física.....	xxix
Anexo 11 - Cordel – Crescer com Saúde é um Direito da Criança e um Dever do Estado.....	xxxiii



## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo central descrever e interpretar a dinâmica do crescimento somático, maturação biológica, atividade física habitual e desempenho motor em crianças e adolescentes Brasileiros da Região do Cariri Cearense.

A amostra provém de dois estudos desenvolvidos simultaneamente no período de 2006 – 2009. O primeiro, de natureza longitudinal-misto, foi constituído por uma amostra de 436 indivíduos de ambos os sexos divididos em 4 coortes de idades (8, 10, 12 e 14 anos) acompanhados durante um período de 3 anos. O segundo, transversal, amostrou 4005 sujeitos dos 7 aos 17 anos. Os indivíduos participantes eram provenientes de escolas públicas e privadas das três principais cidades do Cariri: Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha. Procedimentos estandardizados permitiram avaliar o crescimento, aptidão física, maturação biológica, atividade física e estatuto socioeconômico. Os procedimentos estatísticos univariados e multivariados foram realizados nos programas SPSS 18, HLM, LMS, STATA e TIMEPATH.

Os valores médios (P50) para altura e peso são inferiores em relação a amostras de outras regiões do país e da referência do CDC (2000). Na aptidão física os desempenhos são inferiores aos de outras regiões do Brasil e de Portugal. As maiores discrepâncias na altura, peso e nos testes motores foram verificadas em crianças e jovens oriundos de escolas públicas. Na análise da força muscular meninos e meninas apresentaram trajetórias distintas ao longo da idade (não-linear e linear). A atividade física evidenciou ser um preditor significativo associado às mudanças na força. A gordura corporal tem uma associação positiva para a força estática e negativa para a força explosiva. O estatuto socioeconômico e a maturação biológica não foram considerados significativos. Na análise interindividual do *tracking* da aptidão física de meninas foram observadas auto-correlações baixas a moderadas nas 4 coortes. Na análise intraindividual do *tracking* verifica-se uma grande variação em todas as componentes da aptidão física.

Dentre as principais conclusões destacam-se: (1) a importância de um rigoroso processo de treino para aprendizagem e reprodutibilidade de um método (TW3); (2) o impacto de fatores socioeconômicos, geográficos e culturais sobre o crescimento somático e o desempenho motor de crianças e jovens Caririenses; (3) a presença de forte dimorfismo sexual favorecendo os meninos em todos os testes motores realizados; (4) a tendência à reduzida estabilidade em algumas componentes da aptidão física associadas à *performance* e instabilidade nos níveis de aptidão física associada à saúde.

**Palavras-chave:** crescimento somático, maturação biológica, desempenho motor, *tracking*, crianças, adolescentes.



## ABSTRACT

The main purpose of this study was to describe and interpret the dynamics of somatic growth, biological maturation, physical activity and motor performance in children and adolescents from the Cariri Region, Ceará, Brazil.

The sample comes from two studies simultaneously conducted in the period of 2006 – 2009. The first one, mixed-longitudinal, comprised a sample of 436 subjects of both sexes, divided into 4 age cohorts (8,10,12 and 14 years) followed for three consecutive years. The cross-sectional study sampled 4005 subjects aged 7 to 17 years. The participants were from public and private schools of the three main cities from Cariri: Crato, Juazeiro do Norte and Barbalha. Standardized procedures were used for assessing somatic growth, physical fitness, biological maturation, physical activity and socioeconomic status. SPSS 18, HLM, LMS, STATA and TIMEPATH were used in the univariate and multivariate analysis.

The mean values for height and weight were lower when compared to samples from others regions of the country and the CDC reference (2000). Physical performance was systematically lower than other Brazilian regions and Portugal. The largest discrepancies in height, weight and motor tests were found in children and youth from public schools. In strength, boys and girls had different longitudinal trajectories (non-linear and linear). Physical activity was a significant predictor of strength changes. Fatness had a positive association with static strength and negative with explosive strength. Socioeconomic status and biological maturation were not significant. Tracking analysis of health and performance related physical fitness of girls using auto-correlations were low-to-moderate in all 4 cohorts. Intraindividual tracking analysis showed a large variation in all fitness components. The main conclusions of the study were: (1) the relevance of a rigorous training process in learning the TW3 method; (2) the impact of socioeconomic, geographic and cultural factors in somatic growth and motor performance of children and adolescents from Cariri; (3) the presence of sexual dimorphism favoring boys in all motor tests; and (4) the trend to reduced stability in some components of physical fitness performance and instability on the levels of health-related physical fitness.

**Key words:** somatic growth, biological maturation, motor performance, tracking, children, adolescents





## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AABB</b>	Associação Atlética Banco do Brasil
<b>AAHPERD</b>	<i>American Alliance for Health, Physical Educations, Recreation and Dance</i>
<b>BMI</b>	<i>Body Mass Index</i>
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CDC</b>	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
<b>CEFET</b>	Centro Federal de Educação Tecnológica
<b>CI</b>	<i>Confidence Interval</i>
<b>CRAJUBAR</b>	Crato – Juazeiro – Barbalha
<b>EM</b>	<i>Expectation maximization</i>
<b>ESE</b>	Estatuto Socioeconômico
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>FCT</b>	Fundação Para a Ciência e a Tecnologia
<b>FFM</b>	Fat Free Mass
<b>FLONA</b>	Floresta Nacional
<b>HLMs</b>	<i>Hierarchical Linear Models</i>
<b>HDI</b>	<i>Human Development Index</i>
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IBAMA</b>	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
<b>ICC</b>	<i>Intraclass Correlation Coeficient</i>
<b>IDH</b>	Índice de Desenvolvimento Humano
<b>IMC</b>	Índice de Massa Corporal
<b>IPEA</b>	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
<b>LMS</b>	L (transformação Box-Cox) M (Mediana) S (coeficiente de variação)
<b>M</b>	<i>Mean</i>
<b>Max</b>	<i>Maximun</i>
<b>Me</b>	<i>Median</i>
<b>MCAR</b>	<i>Missing Completely At Random</i>
<b>Min</b>	<i>Minimum</i>
<b>mIO<sub>2</sub>.min<sup>-1</sup></b>	Mililitro de oxigênio por minuto
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxigênio
<b>PA</b>	<i>Physical activity</i>
<b>PF</b>	<i>Physical Fitness</i>
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>PNUD</b>	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
<b>P5</b>	<i>Percentile 5</i>
<b>P50</b>	Percentil 50
<b>P95</b>	<i>Percentile 95</i>
<b>Q1</b>	<i>First quartile</i>
<b>Q3</b>	<i>Third quartile</i>
<b>r</b>	<i>Correlation Coefficient</i>

<b>RMC</b>	Região Metropolitana do Cariri
<b>sd</b>	<i>Standard Deviation</i>
<b>SES</b>	<i>Socioeconomic Status</i>
<b>SESC</b>	Serviço Social do Comércio
<b>SLJ</b>	<i>Standing Long Jump</i>
<b>SPSS</b>	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
<b>TW</b>	Tanner-Whitehouse (TW1, TW2 e TW3)
<b>UFC</b>	Universidade Federal do Ceará
<b>UFPB</b>	Universidade Federal da Paraíba
<b>UNDP</b>	<i>United Nations Development Programme</i>
<b>URCA</b>	Universidade Regional do Cariri
<b>USA</b>	<i>United States of America</i>
<b>VO<sub>2</sub>máx</b>	Volume máximo de oxigênio

## ***Capítulo 1***

---

---

### ***Introdução Geral e Estrutura da Dissertação***

---

---



## INTRODUÇÃO GERAL

*“A verdadeira viagem de descobrimentos  
consiste não em procurar novas terras, mas em ver com novos olhos”*

*Marcel Proust (1871 – 1922)*

A monitorização, descrição e interpretação de diferentes aspectos do crescimento físico humano, metaforicamente apresentados por Paul Godin como “anatomia em movimento”, retomou a sua fascinante história no final do século XVIII com Guineau de Montbeillard ao medir, repetidamente, os valores estaturais do seu filho, do nascimento aos 18 anos de idade (Scammon, 1927). Estava lançado o primeiro estudo longitudinal da Auxologia e por extensão, de toda a vasta área do desenvolvimento humano. Contudo, foi somente a partir da enorme contribuição de Adolphe Quetelet (1796 –1874) que procedimentos matemático-estatísticos relativamente rigorosos foram usados para melhor entender as vastas massas de dados que estudos de natureza populacional naturalmente geravam. Quetelet foi pioneiro na proposta de um modelo matemático para descrever aspectos da velocidade do crescimento. As suas ideias associadas às de D’Arcy Thompson impulsionaram, sobremaneira, o trabalho de uma plêiade de investigadores renomados como Franz Boas, Stanley Garn, Nancy Bayley, Edith Boyd, Frank Shuttleworth e Anna Espenschade (Tanner, 1981). É inquestionável a marca contemporânea de James Tanner em todo o edifício da Auxologia Moderna, sobretudo no entendimento mais esclarecido do porquê da enorme variância populacional do crescimento físico humano e suas interações com fatores biológicos e ambientais. Da história recente já lá vão cerca de 150 anos de busca incessante de aquisição de informação de melhor qualidade e mais extensa, bem como de aprimoramentos na interpretação dos resultados obtidos. Embora não exista uma teoria formal acerca desta “anatomia em movimento”, é contudo bem reconhecido que se possui um corpo de conhecimentos relativamente sólido acerca do crescimento físico, maturação biológica e por extensão, do desempenho motor de crianças e jovens. Não obstante este quadro, sinteticamente sumariado no texto fundamental de Malina *et al.* (2004),

faz todo o sentido colocar a seguinte pergunta: será ainda necessário realizar novos estudos sobre o crescimento físico humano em pleno século XXI? A nossa resposta é afirmativa, sobretudo em contextos socioeconomicamente desfavorecidos. A Região do Cariri Cearense situada no Nordeste do Brasil, onde a presente pesquisa foi realizada, oferece um palco apetecível para melhor entender o significado biológico de todo o processo localizado num ambiente social, econômico e cultural muito específico.

A variabilidade humana no crescimento físico é uma realidade de largo espectro cujo fascínio tem marcado uma plêiade ilustre de pesquisadores da Antropologia Física, passando pela Biologia Humana e Pediatria, e mais recentemente no vasto território das Ciências do Desporto. Não obstante o conhecimento adquirido, a variabilidade intra e interindividual expressa, simultaneamente, um estado e um processo que ainda é percorrido por dificuldades de interpretação e atribuição de significado, face à plasticidade da resposta individual ao efeito aditivo e multiplicativo da ação dos genes, do ambiente físico e cultural em que se vive (Bielicki, 1986; Ulijaszek, 2006). As adaptações provenientes deste processo são fruto de um longo processo evolutivo refletido nos efeitos da seleção natural na população e na capacidade dos indivíduos se aclimatizarem diante das pressões do seu envolvimento físico e sociocultural (Maia, 1993; Malina, 1976).

Uma das grandes facetas da pesquisa em Auxologia e nas áreas afins das Ciências do Desporto, por exemplo, na Pediatria do Exercício e na Cineantropometria, tem procurado identificar e atribuir um significado mais vasto à variação no crescimento físico e desempenho motor entre populações com diferentes níveis socioeconômicos. Considerando que o nível do padrão de crescimento físico humano de uma qualquer população é um indicador viável da sensibilidade de resposta individual à multiplicidade de características do ambiente, é importante pesquisar, em diferentes contextos o seu significado e alcance (Bielicki, 1986; Bogin, 2001). Em função da magnitude e sinal das condições ambientais, a taxa de crescimento das crianças reflete, talvez melhor do que qualquer outro indicador, a justeza das políticas econômicas e sociais.

Os valores da altura e peso das crianças reproduzem, com precisão, o estado da saúde pública de uma nação e do estado nutricional médio de seus cidadãos (Eveleth & Tanner, 1990; Tanner, 1962, 1990).

A literatura da área antropológica bem como da Auxologia tem evidenciado a relevância dos estudos do crescimento somático em populações menos favorecidas, ressaltando o valor destas informações no âmbito da Saúde Pública, do estado nutricional e do desenvolvimento pessoal. De acordo com Eveleth e Tanner (1990), não há evidências de que todas as populações tenham o mesmo potencial de crescimento. Há, certamente, grandes diferenças entre populações em altura, peso, e idade biológica, por exemplo (Bielicki & Szklarska, 2000) que são reflexo da textura das suas histórias biológicas e culturais.

As cartas centílicas, provenientes de estudos do crescimento físico humano de carácter populacional, são consideradas ferramentas da maior relevância na monitorização e diagnóstico do estado de crescimento de crianças e adolescentes (de Onis et al., 2007), sobremaneira utilizadas nas áreas da Pediatria, Saúde Pública e Ciências do Desporto. As cartas padrão ou *standard* correspondem às normas internacionais para o crescimento. Descrevem o modo como as crianças devem crescer (do inglês, *children as they should be*), em contextos otimizados em termos de saúde, sendo amplamente aceites como instrumentos de acompanhamento, principalmente da altura, peso e índice de massa corporal (IMC). Exemplos de cartas que se aproximam deste padrão são as provenientes do *Centers for Disease Control and Prevention* 2000 (Kuczmarski et al., 2002) para crianças com menos de 5 anos de idade e as normas para as crianças em idade escolar e adolescentes (de Onis, 2009). Em contraste, as cartas de referência descrevem a distribuição real dos parâmetros de crescimento populacional, num determinado ponto ou período de tempo, ou seja mostram como as crianças realmente crescem (do inglês, *children as they are*). De um modo geral, as cartas de referência providenciam informação vital sobre o estado geral de saúde de uma população específica e podem ser atualizadas para ilustrar mudanças ocorridas em diferentes

aspectos da saúde e crescimento físico ao longo do tempo. Diversos países desenvolvidos já possuem as suas próprias referências de crescimento. Exemplos de boas práticas são os da Inglaterra, França, Bélgica e Itália, entre outros.

Embora seja de reconhecida importância a construção das cartas centílicas de referências acerca do crescimento físico de crianças e jovens de distintas populações (Bielicki, 1986), o fato é que tais referências de crescimento raramente estão disponíveis em regiões ou países com poucos recursos econômicos, uma vez que tal tarefa é logisticamente complexa e dispendiosa de implementar. Apesar de estarem disponíveis modelos estatísticos robustos e algoritmos eficientes implementados em modernos *softwares*, exigências associadas à análise estatística (Royston & Wright, 2000), adequada distribuição da amostra, representatividade entre faixas etárias, sexo, etnia, regiões geográficas, períodos de tempo e/ou de estratos socioeconômicos tornam tal empreendimento um desafio elevado. Do mesmo modo, é importante garantir a qualidade dos dados que estão associados à precisão das medições, a consistência dos avaliadores e a calibração dos equipamentos (Beunen et al., 2006; Claessens et al., 2008; Safrit, 1990), aspectos importantes que garantem a qualidade das estatísticas produzidas.

A avaliação da maturação biológica e do desempenho motor tem sido utilizada, conjuntamente, nos estudos do crescimento físico humano (Beunen et al., 1988; Freitas et al., 2002; Guedes & Guedes, 1997; Kemper & Twisk, 1995; Maia, 2010; Maia & Lopes, 2003; Maia et al., 2009; Prista et al., 2010). O fato de crianças e jovens percorrerem em ritmos distintos o seu trajeto em direção ao estado maduro, tem conduzido os pesquisadores a desenvolverem e utilizarem um conjunto de métodos e técnicas que permitam interpretar, tão extensivamente quanto possível, as diferenças inter e intraindividuais nas características somáticas e motoras. É bem conhecido que o *timing* e *tempo* dos diferentes indicadores de maturação biológica são independentes da idade cronológica. Evidências encontradas em diferentes grupos etários têm considerado que a maturidade biológica influencia distintamente o desempenho



motor, favorecendo os maturacionalmente avançados, nas provas associadas ao tamanho do corpo. Esta consequência alométrica é independente do valor do estatuto socioeconômico (Beunen et al., 1992; Bielicki & Szklarska, 2000; Malina, et al., 2004).

Um dos aspectos centrais dos estudos longitudinais com enfoque no crescimento e desempenho motor refere-se, precisamente à análise dos padrões de estabilidade e mudança (do inglês, *tracking*) nos níveis da aptidão física, composição corporal, bem como nos valores de atividade física habitual de crianças e jovens. Este tipo de análise é relativamente incipiente no espaço Lusófono [ver por exemplo, Maia *et al.* (2005); (2002); Lopes *et al.* (2005) e Deus *et al.* (2008)], sobretudo no Brasil. Estudos de natureza epidemiológica têm demonstrado sistematicamente, uma associação forte e consistente entre atividade física, aptidão física e saúde (Blair et al., 1992; Sallis, 2000; Shephard & Bouchard, 1996), o que requer, também, um conhecimento mais preciso dessa teia de interrelações ao longo do tempo. A sua importância, contextualizada ao estudo desenvolvido no Cariri, é elevada no sentido de possibilitar informações relevantes acerca dos padrões de mudança ou estabilidade no comportamento somato-motor que se estabelecem no seio da população, sobretudo, na transição da infância para a adolescência. Esse conjunto de informações possibilita, também, o desenvolvimento de estratégias para promover hábitos de saúde e atividade física na infância e juventude, visando à manutenção de estilos de vida saudáveis na idade adulta, bem como ao longo da vida.

### ***A Região do Cariri – aspectos geográficos, históricos e socioeconômicos***

A Região Metropolitana do Cariri (RMC) está localizada ao Sul do Estado do Ceará, Brasil, a uma distância de 550 km da capital, Fortaleza. É formada por 9 municípios limítrofes perfazendo uma área de 5.025,655 km<sup>2</sup>. A principal cidade da região é Juazeiro do Norte, embora em termos de extensão territorial, seja considerado um dos menores municípios do Estado do Ceará (248,558 km<sup>2</sup>).

Com apenas 99 anos de emancipação política (anteriormente foi distrito subordinado ao Crato), Juazeiro do Norte é o município que apresenta o maior desenvolvimento econômico da região. A sua população é de aproximadamente 249.829 habitantes (95,3% de urbanização), o dobro da segunda cidade, o Crato 116.759 habitantes (80,2% de urbanização), e cinco vezes maior que a terceira, Barbalha com 53.011 (62,2% de urbanização); juntas constituem o chamado Triângulo CRAJUBAR, designação utilizada para definir o conjunto formado pela conurbação das três principais cidades da região do Cariri: CRAto, JUazeiro do Norte e BARbalha (IBGE, 2009).

A heterogeneidade da população da região do Cariri é um importante aspecto a considerar na análise do crescimento físico humano, pois está relacionada ao seu processo histórico, religioso e cultural. A denominação Cariri tem origem nos seus primeiros habitantes, os índios *Kariris*, que viveram nestas terras durante os séculos XVI e XVII. Embora não se tenha nenhum estudo antropométrico sobre os povos indígenas que habitaram o Cariri, há pesquisas com populações indígenas da região Norte do país que mostram evidências de baixa estatura. Por exemplo, num estudo de revisão da literatura reportado por Santos (1993), as crianças indígenas apresentaram sistematicamente valores mais baixos de estatura em todos os estudos comparados. A altura média das crianças da comunidade Gavião (Estado do Mato Grosso), Suruí e Zoró (Rondônia) ficou situada próxima do percentil 5 da referência do CDC (Santos & Coimbra, 1991). Do mesmo modo, as crianças da comunidade Xavánte (Mato Grosso) estudadas por Niswander *et al.* (1967) foram classificadas próximas ao percentil 10. Nesta perspectiva, é provável que os índios *Kariris* possam apresentar um quadro semelhante nas suas características estaturais. Decorre daqui, a possibilidade de transmissão genética das características físicas dos primeiros habitantes da região para as gerações seguintes que constituíram uma parte da população do Cariri.

A colonização do Cariri ocorreu de forma gradativa somente a partir do início do século XVIII, sendo composta principalmente por famílias pobres vindas principalmente de três Estados do Nordeste: Bahia, Sergipe e Pernambuco.

Nesta época foram muitos os colonos que vieram viver no Cariri para escapar dos longos períodos de escassez de chuvas (secas e estiagens) que afligiam grande parte da Região Nordeste, principalmente as secas históricas registradas no final do século XVIII e XIX. O Cariri apresenta-se então como uma alternativa de subsistência para os nordestinos oriundos dos estados vizinhos, porque lhes oferecia água em abundância, terra para a agricultura e pecuária para os pequenos agricultores, que se instalaram nos arredores da Chapada do Araripe<sup>1</sup> (Brigido, 2007; Figueiredo, 2002).

O crescimento e o desenvolvimento do Cariri está intimamente relacionado à História de Juazeiro do Norte, cuja repercussão tem impacto direto sobre toda a região do Cariri. Esta história iniciou-se em 1872, quando aos 28 anos de idade, o recém ordenado Padre Cícero Romão Batista, chegou a Tabuleiro Grande, primeiro nome de Juazeiro do Norte, para assumir a paróquia local. Na época, tratava-se de um diminuto povoado, formado apenas por um reduzido aglomerado de casas de taipa e uma pequena capela. Com austeridade e dedicação ao intenso trabalho pastoral que desenvolveu, em pouco tempo, o padre conquistou a simpatia e o respeito dos seus habitantes, passando a exercer grande liderança na comunidade. No ano de 1889, durante uma missa celebrada pelo padre Cícero, a hóstia ministrada pelo sacerdote à beata Maria de Araújo, se transformou em sangue na boca da religiosa. Tal fenômeno se repetiu diversas vezes durante cerca de dois anos. Rapidamente espalhou-se a notícia de que acontecera um milagre em Juazeiro (Barbosa, 2004; Della Cava, 1976). A notícia repercutiu em toda a região e estados vizinhos e o vilarejo começou a receber milhares de peregrinos atribuindo-lhe sucessivos “milagres” e a considerá-lo Santo. O Padre Cícero também tinha uma forte tendência para a política partidária. Em 1911, quando o povoado foi elevado à categoria de cidade, o Padre Cícero foi eleito o primeiro prefeito de Juazeiro do Norte, mandato que exerceu em simultâneo com a sua atividade pastoral. Embora

---

<sup>1</sup> A Chapada do Araripe é um planalto localizado na divisa dos Estados do Ceará, Piauí e Pernambuco. Nela tem abrigo uma floresta nacional (FLONA) que foi considerada área de proteção ambiental desde 1997, pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Também encontra-se na Chapada, o Geopark Araripe, oficialmente criado em 2006 sendo reconhecido por conter um número significativo de sítios e fósseis de interesse geológico e uma particular riqueza em biodiversidade.

afastado pelo Clero, nunca deixou de exercer as suas funções de líder religioso. Em 1914 foi eleito vice-governador do Estado do Ceará e em 1926 deputado federal.

Atualmente Juazeiro do Norte é, graças à figura do Padre Cícero<sup>2</sup> e a sua extraordinária história de fé e liderança (Aquino, 1997; Della Cava, 1976), considerado um dos maiores centros de religiosidade popular da América Latina, atraindo milhões de romeiros todos os anos. Ressalta-se ainda que muitos romeiros que vêm ao Cariri durante as romarias estabelecem residência fixa, o que com o passar do tempo, torna a população da região ainda mais heterogênea. Não obstante o impulso gerado pelo turismo religioso na economia local, a região tem evidenciado uma realidade que marca uma década de grande desenvolvimento econômico e social. Vários setores são reflexo dessa nova dimensionalidade que ganha o Cariri com recentes investimentos na indústria, comércio, turismo, construção civil e educação com a implantação de diversos pólos universitários públicos e privados.

Segundo dados do IBGE (2007), Juazeiro do Norte lidera a economia da região com um produto interno bruto PIB em torno de R\$ 1.165.066,00, se bem que a riqueza produzida pelo município é bem maior em função do comércio informal que é muito forte na região e que não entra na contagem do PIB. Em segundo lugar está a cidade de Crato com 539.207 e em seguida Barbalha com 237.906. Contudo, o índice de desenvolvimento humano (IDH) da região, uma medida comparativa que engloba três dimensões: riqueza, educação e esperança de vida ao nascer, ainda é pouco satisfatório. De um modo geral, a região apresenta um IDH considerado baixo a moderado. Entre as principais cidades da região, Crato é a que apresenta ligeiramente o melhor índice: 0.716, enquanto Juazeiro do Norte tem um valor de 0.697 e Barbalha de 0.687 (PNUD, 2009). É evidente a disparidade socioeconômica na região, de acordo com o mapa de Pobreza e Desigualdade dos Municípios Brasileiros publicados pelo IBGE (2007) em relação ao ano de 2003, a incidência de pobreza em Juazeiro do Norte foi de 52,1%, em Barbalha 52,5%, e em Crato 44,3%. A

---

<sup>2</sup> Na colina do Horto, ponto mais alto de Juazeiro do Norte, foi erguida uma estátua do Padre Cícero (*Padim Cicho*, como é popularmente conhecido) com 27 metros de altura.

esperança de vida na região é em torno de 69 anos. De acordo com dados das Secretarias de Saúde dos três Municípios, a taxa de mortalidade infantil relativamente ao ano de 2006, em Juazeiro do Norte foi de 17,1; Crato 19,0 e Barbalha 16,2 por cada mil nascidos vivos.

Na Educação Básica a região é provida por uma vasta rede de ensino público e privado (Quadro 1). O Município de Juazeiro do Norte conta com 135 escolas, sendo destas, 78 públicas e 57 privadas, com aproximadamente 62.000 alunos matriculados. A taxa de alfabetização de adultos em Juazeiro do Norte é de 76,9%, Crato 77,9% e Barbalha 76,1%. Relativamente ao desporto de crianças e jovens, somente é praticado, na sua grande maioria, nas aulas de Educação Física escolar. Contudo, há pequenos núcleos de treinamento de adolescentes (sexo masculino) nas categorias de base constituídas pelos três clubes de futebol profissional da região (ICASA, Guarani e Crato Futebol Clube).

Quadro 1. Distribuição de alunos matriculados nos três níveis da educação básica.

Nível	Pré-escolar		Fundamental		Médio		Total	
	Cidades	Pública	Privada	Pública	Privada	Pública		Privada
Juazeiro do Norte		3.714	4.488	33.773	9.377	9.651	1.397	62.400
Crato		2.515	1.621	16.768	4.887	5.817	1.111	32.719
Barbalha		1.858	588	8.575	1.789	2.146	355	14.956

Fonte: Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP - Censo Educacional 2009/IBGE.

A região destaca-se por uma grande efervescência cultural. De acordo com uma pesquisa efetuada pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em todo o país e divulgada em Março de 2009, foi constatado que a cidade de Juazeiro do Norte é a maior em população envolvida em atividades culturais. Esse “caldeirão” de cultura tem registrados junto à Secretaria de Cultura do Estado, 72 grupos de cultura popular. A literatura de cordel<sup>3</sup> e a xilogravura<sup>4</sup> também

<sup>3</sup> A literatura de cordel, de acordo com Santos (2009) é uma poética que vem da voz. Não necessita(va) o poeta saber ler nem escrever para compor tais versos, já que eram (e ainda são) feitos antes na “mente”, e somente depois escrito. O folheto, como essa poesia ficou posteriormente conhecida no nordeste brasileiro, foi possível graças a uma existência anterior das cantorias dos poetas que duela(vam) em

são bastante difundidas, especialmente em função das Academias de Cordelistas do Crato e de Juazeiro do Norte, bem como do impulso da Gráfica Lira Nordestina, fundada em 1920, hoje transformada em dos principais espaços de cultura e produção da literatura de cordel do país, sendo atualmente administrada pela Universidade Regional do Cariri (URCA). O artesanato, baseado na escultura em madeira, também destaca-se como um dos maiores expoentes culturais do município.

Diversos estudos têm demonstrado o impacto das assimetrias socioeconômicas e culturais no crescimento ao nível populacional (Bielicki & Szklarska, 2000; Eveleth & Tanner, 1990; Ulijaszek, 2006). É pois nesta perspectiva, às vezes designada de Epidemiologia Auxológica, que o presente estudo insere um dos seus focos interpretativos. O que se fez, muito simplesmente, foi implementar um estudo que não apenas desloca o problema da interpretação dos aspectos subjacentes ao crescimento físico humano, mas também, possibilita um olhar mais integrado acerca do impacto das condições socioeconômicas, geográficas e culturais na dinâmica da mudança do crescimento somático e desempenho motor. Acresce o fato de ter sido implementado numa região que apresenta uma completa escassez de informação acerca do crescimento e desempenho motor de suas crianças e adolescentes.

É ainda limitada a informação repetida no tempo sobre o crescimento físico humano, maturação biológica, desempenho motor e sua modelação estatística. Esta lacuna é evidente nos países em transição e emergentes, como é o caso do Brasil e suas regiões geográficas, cujas características socioeconômicas, culturais e demográficas são bem distintas. A região do Cariri Cearense é um dos exemplos que ilustram esta carência.

---

pelejas, bem como a chegada das tipografias no Nordeste em fins do século XIX e a apropriação dos poetas – emergentes cordelistas - destas novas tecnologias da informação e da comunicação.

<sup>4</sup> Xilogravura é uma técnica de se entalhar na madeira, com ajuda de instrumento cortante, a figura ou forma (matriz) que se pretende imprimir. Em seguida usa-se um rolo de borracha embevecido em tinta, tocando só as partes elevadas do entalhe. O final do processo é a impressão em alto-relevo em papel ou pano especial, que fica impregnado com a tinta, revelando a figura.

Na pesquisa que de seguida apresentaremos, foram lançadas algumas perguntas que consideramos relevantes, sendo que as duas primeiras se situam na necessidade de construir uma espécie de pano de fundo para se avançar com segurança para as questões seguintes:

1. Qual é o estado da arte de estudos longitudinais sobre o crescimento e desempenho motor em crianças e adolescentes?
2. Será possível descrever a história de um processo de aquisição de conhecimento no domínio da Maturação Biológica para quem não é técnico de radiologia ou médico radiologista? Será que esta história tem relevância em termos de retratar uma processologia que faça algum percurso em termos de rigor de aquisição de informação?
3. Será que as crianças e adolescentes Caririenses apresentam valores de crescimento somático distintos dos de outras regiões do país? Será possível traçar os seus cursos em termos populacionais?
4. Quais são os níveis de aptidão física de crianças e jovens Caririenses? Haverá diferenças significativas quando comparadas com amostras de outras regiões do País e do exterior?
5. Quais são os efeitos de níveis diferenciados de atividade física, maturação biológica e estatuto socioeconômico no desempenho da força muscular da infância à adolescência?
6. Haverá estabilidade ou mudanças significativas no desempenho motor de meninas Caririenses ao longo da idade?

Das perguntas anteriores, necessariamente importantes para a região onde este estudo é realizado, elaboramos uma lista coerente de objetivos operacionais (i.e., uma espécie de conjunto de tarefas) que passamos a referir:

1. Apresentar um sumário relativamente extenso sobre aspectos e desafios importantes associados aos delineamentos longitudinais, enfatizando o

seu valor, significado e alcance, bem como os desafios metodológicos e operacionais inerentes.

2. Inventariar brevemente os métodos de avaliação da maturação biológica, destacando os procedimentos metodológicos utilizados na estimativa da idade óssea; descrever o método Tanner-Whitehouse (TW3), e apresentar os resultados da reprodutibilidade deste método.
3. Construir valores de referência para indicadores importantes do crescimento físico e desempenho motor;
4. Analisar o desempenho nos testes de aptidão física em função do sexo, da maturação biológica e do estatuto socioeconômico ao longo da idade;
5. Interpretar as trajetórias do desempenho da força estática e explosiva em função da atividade física, maturação e composição corporal.
6. Estudar a estabilidade e a dinâmica das capacidades físicas de meninas ao longo do tempo.

### **Concepção, delineamento e estratégia para implementação do estudo**

Este estudo é fruto de um programa de pesquisa intitulado 'Crescer com Saúde no Cariri'. Teve a sua gênese em 2005 face ao desafio colocado para a minha tese de Doutorado em Ciências do Desporto, na Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. A ideia de estudar as crianças Caririenses surgiu da importância universalmente reconhecida do valor de estudos longitudinais (Menard, 2002) sobre o crescimento físico e desempenho motor em contextos socioeconômicos diferenciados. A Figura 1 procura ilustrar a complexidade relacional das diferentes variáveis estudadas. Acresce a evidente lacuna de informação na região do Cariri. No Brasil, à exceção de um estudo em curso (Basso et al., 2009), somente raríssimas pesquisas com delineamento longitudinal foram conduzidas, embora a sua dimensão amostral fosse



reduzida, limitadas às variáveis antropométricas e com uma dimensão temporal relativamente curta.

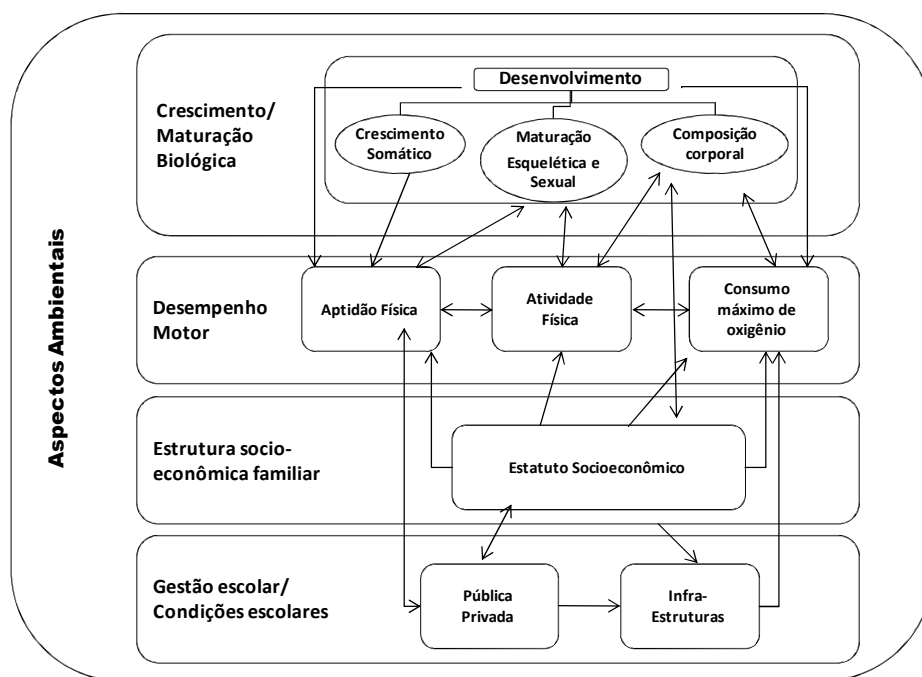


Figura 1 – Nexos relacionais entre os diferentes domínios de variáveis do estudo.

Ao abraçar um projeto de pesquisa, simultaneamente longitudinal-misto e transversal (Figuras 2 e 3), a autora tinha plena consciência das dificuldades implícitas na condução desta tarefa complexa, ao mesmo tempo que percebia do desafio, a enorme massa de dados única para a região, cujo valor em termos de Biologia Humana é inquestionável. É óbvio que uma tarefa desta natureza só foi possível de concretizar com a colaboração de muitas pessoas e Instituições. Em torno desta ideia logo se juntaram pessoas que permitiram que o projeto saísse do papel. Em Agosto de 2006 o projeto foi finalmente colocado em marcha através dos professores José Maia, Gaston Beunen e Albrecht Claessens, que se disponibilizaram para se dirigir ao Cariri para um treinamento intenso da equipe de avaliadores e realizar um estudo piloto. Importantes parcerias foram firmadas com Instituições locais visando a realização das diferentes etapas da pesquisa. Por exemplo, para a obtenção

das radiografias para estimar a idade óssea, foi fundamental a colaboração da Secretaria de Saúde da Prefeitura Municipal de Juazeiro do Norte na disponibilização do Centro de Radiologia de um hospital local, bem como dos serviços de transportes da Universidade Federal do Ceará – UFC/Campus Cariri e do SESC<sup>5</sup> e ainda a colaboração do CEFET – Juazeiro (Centro Federal de Educação Tecnológica) na utilização do laboratório para a realização dos testes de consumo máximo de oxigênio. Em 2007, com o apoio da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e da URCA, foi realizado o I Simpósio Internacional em Desenvolvimento Motor na região. Este evento teve como objetivos a integração de pessoas e Instituições locais e externas em torno das temáticas associadas à pesquisa, bem como dar uma nova visibilidade ao projeto. O Professor António Prista, um dos mentores internacionais deste projeto, disponibilizou equipamento para as avaliações do consumo máximo de oxigênio para além de treinar os avaliadores desta faceta do estudo.

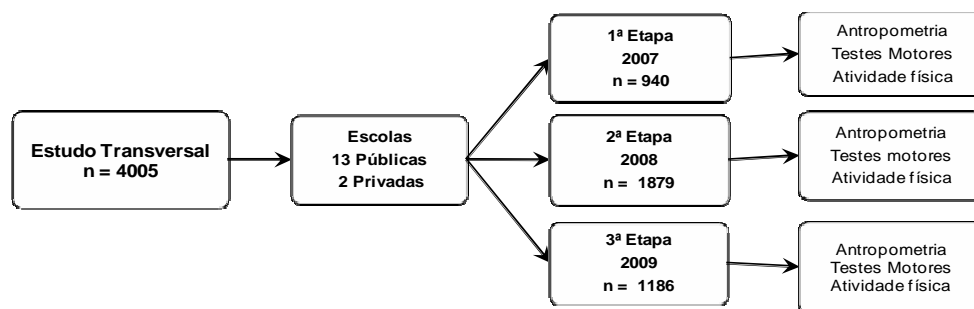


Figura 2 – Estrutura do estudo transversal e distribuição das avaliações 2007 – 2009.

<sup>5</sup> O SESC – Serviço Social do Comércio é uma instituição social, de caráter privado e sem fins lucrativos. É uma entidade que possui núcleos em todo o Brasil, voltada para o bem-estar social de sua clientela. Atua nas áreas da Educação, Esporte, Saúde, Lazer, Cultura e Assistência Social.

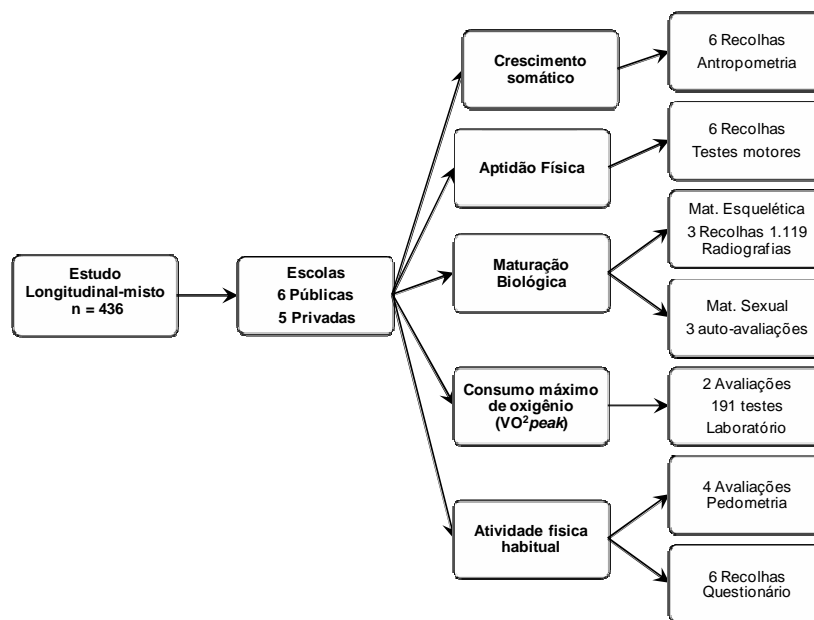


Figura 3 – Estrutura do estudo longitudinal-misto e distribuição das avaliações 2006 – 2009.

É evidente que uma pesquisa longitudinal apresenta, para além de problemas de ordem financeira e operacional, outras dificuldades associadas à manutenção das crianças durante os 3 anos. Daqui que se tenha elaborado um conjunto de estratégias para minimizar o *drop out* natural. De que destacamos: (1) divulgação e explicação detalhada da pesquisa num Cordel produzido para o efeito (ver Anexo), escrito por uma poetisa da Academia dos Cordelistas do Crato; (2) durante as avaliações semestrais eram sorteadas bicicletas (uma entre o grupo dos meninos e outra no grupo das meninas); (3) foram distribuídas camisas com a logomarca do projeto no final da pesquisa; (4) uma festa denominada ‘O Grande Encontro Crescer com Saúde’, realizada em parceria com o SESC, foi especialmente preparada para receber as crianças oriundas das escolas participantes da amostra longitudinal, em que foram oferecidas durante um dia inteiro, atividades recreativas, desportivas e culturais.

A abordagem multivariada proposta nesta pesquisa, ainda que tenha percorrido somente indicadores somáticos, motores, de composição corporal e dos níveis

de atividade física habitual, justifica-se pela necessidade de se integrar o máximo de informações que possibilitassem uma maior compreensão de aspectos do crescimento físico e desempenho motor das crianças Cariarienses. É evidente que da estrutura multifacetada e temporal do presente estudo, a enorme massa de dados reclama o recurso a modernas técnicas de análise estatística para melhor se compreender o alcance da informação. Em função das questões inicialmente colocadas, foram elaborados textos parcelares sob a forma de artigos para dar as “melhores” respostas a uma parte substancial dos objetivos propostos. Contudo, e em função do tempo necessário para o cumprimento do programa doutoral, uma fatia da informação colhida será posteriormente tratada. Aliás, a extensão da massa de dados muito dificilmente seria tratada numa única tese de doutoramento.

## **ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A estrutura da dissertação assenta no modelo designado de Escandinavo. Está dividida em capítulos que correspondem aos artigos submetidos para publicação em periódicos de relevância na área, sendo formatados de acordo com as respectivas normas de publicação.

O capítulo 1 apresenta a introdução do trabalho que aborda a problemática dos estudos do crescimento físico humano, destacando os aspectos mais relevantes das pesquisas, as características sócio-geográficas da região do estudo, apresenta os objetivos e a estrutura geral da dissertação, bem como descreve o processo de concepção e implantação do projeto de pesquisa. Por considerar da maior importância estabelecer um resumo extenso do estado da arte sobre os marcos históricos das pesquisas com delineamento longitudinal, sobretudo no espaço lusófono foi efetuado um levantamento geral da matéria. Esse texto é apresentado no capítulo 2 e corresponde a uma revisão da literatura mostrando um panorama geral sobre os delineamentos de pesquisa, desafios e exigências, modernas técnicas de análise estatística, bem como algumas referências às perspectivas futuras de investigação. No capítulo 3 é apresentado um texto metodológico que surge da necessidade de aprendizagem de um método específico para a estimação da idade óssea e classificação do estado de maturação biológica das crianças avaliadas – o método Tanner-Whitehouse (2001). O texto trata do processo de treinamento efetuado sob a supervisão de dois avaliadores experientes. Os capítulos 4 e 5 correspondem aos trabalhos que foram produzidos em cumprimento dos objetivos traçados para a construção dos valores de referência para o Cariri, com base na utilização do método LMS. Estes dois textos apresentam as cartas centílicas construídas para crianças e adolescentes da região do Cariri, para a altura, peso, índice de massa corporal e testes motores. A análise das trajetórias da força estática e explosiva de meninos e meninas ao longo do tempo foi efetuada com base na modelação multinível e está descrito no capítulo 6. O texto descrito no capítulo 7 foi produzido tendo em consideração a importância reconhecida do estudo dos padrões de estabilidade e/ou mudança

(*tracking*) no desempenho motor de crianças e jovens, bem como a escassez de informações relativamente ao sexo feminino. As principais conclusões, limitações e perspectivas de trabalho futuro são apresentadas no capítulo 8. A bibliografia relativa a cada estudo é apresentada no final de cada texto em consonância com as normas das revistas a que foram submetidas. A síntese do conteúdo de cada capítulo está descrita no Quadro 2.

Quadro 2. Estrutura da dissertação, objetivos, autores e periódicos.

---

<b>Capítulo I</b>	Apresenta a introdução, aspectos relacionados à pertinência do estudo; caracterização geral da área de pesquisa; objetivos; concepção do estudo e a estrutura da dissertação.
	<b>Estudo de Revisão</b>
	<b>Estudos longitudinais sobre o crescimento somático e desempenho motor: <i>designs</i>, desafios, necessidades</b>
<b>Capítulo II</b>	Objetivos: (1) enfatizar o valor e significado do alcance dos estudos longitudinais centrados no crescimento e desempenho motor; (2) apresentar aspectos e desafios importantes associados a tais delineamentos; (3) destacar algumas das principais linhas de pesquisa e (4) apresentar as características de alguns estudos desenvolvidos em diferentes países salientando aspectos da sua estrutura organizacional.  <b>Autores: Simonete Silva, Gaston Beunen, Duarte Freitas, José Maia</b>  <i>Artigo submetido à Revista Portuguesa de Ciências do Desporto (Portugal)</i>
	<b>Estudo Metodológico</b>
	<b>Maturação biológica: da sua relevância à aprendizagem do método TW3</b>
<b>Capítulo III</b>	Objetivos: (1) apresentar procedimentos metodológicos utilizados na estimação da idade óssea; (2) descrever o método Tanner-Whitehouse (TW3), e (3) destacar os resultados da reprodutibilidade deste método em crianças e jovens.  <b>Autores: Simonete Silva, Duarte Freitas, Gaston Beunen, José Maia</b>

---

*Artigo publicado na Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano 2010, 12(5):352-358 (Brasil).*

---

#### **Estudos Empíricos**

##### ***Growth References for Brazilian Children and Adolescents – Healthy Growth in Cariri Study***

#### **Capítulo IV**

Objetivos: (1) Construir valores de referência para a altura, peso e índice de massa corporal (IMC) de crianças e adolescentes da região do Cariri, Brasil, (2) Comparar o crescimento físico das crianças Caririenses as de outras regiões do Brasil e, (3) Verificar as associações entre o estatuto socioeconômico e altura, peso e índice de massa corporal em crianças e jovens de ambos os sexos, e (4) Comparar as os valores de referência produzidos para a região do Cariri com a do CDC 2000.

**Autores: Simonete Silva, José Maia, Albreth Claessens, Gaston Beunen, Huiq Pan**

*Artigo em revisão na Revista Annals of Human Biology (Inglaterra).*

---

#### **Valores normativos do desempenho motor de crianças e adolescentes. O estudo longitudinal-misto do Cariri**

#### **Capítulo V**

Objetivos: (1) apresentar valores de referência num conjunto variado de testes motores e (2) comparar o desempenho das crianças e jovens cearenses com o de outros estudos desenvolvidos noutras regiões do país e do exterior.

**Autores: Simonete Silva, Gaston Beunen, José Maia**

*Artigo aceito para publicação na Revista Brasileira de Educação Física e Esporte (Brasil)*

---

---

***Longitudinal changes in strength performance of children from the Cariri region, Brazil. A multilevel modeling approach***

Objetivos: (1) Analisar as trajetórias do desempenho da força de crianças e jovens seguidas durante 3 anos; (2) verificar a presença de dimorfismo sexual, estatuto socioeconômico e efeitos diferenciados de maturação biológica em suas trajetórias normativas, e (3) descrever os efeitos de covariáveis (atividade física e gordura corporal) na produção de força de crianças e jovens.

**Capítulo VI**

**Autores: Simonete Silva, Gaston Beunen, Adam Baxter-Jones, José Maia**

*Artigo submetido: American Journal of Human Biology (EUA)*

---

***Tracking of performance and health-related physical fitness in girls. The Healthy Growth Study in Cariri, Brazil***

Objetivos: Descrever e interpretar a estabilidade da aptidão física relacionada à saúde e à performance de meninas recorrendo à modelação da mudança, a estimativas pontuais e populacionais do *tracking* utilizando o coeficiente de Foulkes e Davies ( $\gamma$ ).

**Capítulo VII**

**Autores: Simonete Silva, Albrecht Claessens, Gaston Beunen, José Maia**

*Artigo submetido: Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports (Dinamarca)*

---

**Capítulo VIII** Apresenta uma síntese com as principais conclusões referentes a cada estudo e analisa as perspectivas futuras da pesquisa Auxológica.

---



## REFERÊNCIAS

Aquino, P. F. (1997). *O Santo do Meu Nordeste - Padre Cícero Romão Batista*. São Paulo: Letras & Letras.

Barbosa, G. M. (2004). *Relíquia: o mistério do sangue das hóstias de Juazeiro do Norte*. Juazeiro do Norte: Gráfica e Editora Royal.

Basso, L., Meira Júnior, C., Oliveira, J. A., Forjaz, C. L., Souza, J. A., Prista, A., Maia, J. A., Tani, G. (2009). Crescimento e desenvolvimento motor de escolares de Muzambinho: um estudo com implicações acadêmicas, sociais e de política interinstitucional. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 9(2-3), 247-257.

Beunen, G., Malina, R., Renson, R., Simons, J., Ostyn, M., Lefevre, J. (1992). Physical activity and growth, maturation and performance: a longitudinal study. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24(5), 576-585.

Beunen, G., Malina, R., Van't Hof, M., Simons, J., Ostyn, M., Renson, R., Van Gerven, D. (1988). *Adolescent Growth and Motor Performance. A Longitudinal Study in Belgian Boys*. Illinois: Human Kinetics.

Beunen, G., Rogol, A. D., Malina, R. (2006). Indicators of biological maturation and secular changes in biological maturation. [supplement]. *Food and Nutrition Bulletin*, 27(4), s244-s256.

Bielicki, T. (1986). Physical Growth as a Measure of the Economic Well-being of Populations: The Twentieth Century. In F. Falkner & J. Tanner (Eds.), *Human Growth: A Comprehensive Treatise* (pp. 283 - 305). New York: Plenum Press.

Bielicki, T., Szklarska, A. (2000). Are social-class differences in stature partly genetic? A hypothesis revisited. *American Journal of Human Biology*, 12(1), 97-101.

Blair, S. N., Kohl, H. W., Gordon, N. F., Paffenbarger, R. S. (1992). How much physical activity is good for health? *Annual Review of Public Health*(13), 99-126.

- Bogin, B. (2001). *The Growth of Humanity* United States: Wiley-Liss.
- Brigido, J. (2007). *Apontamentos Para a História do Cariri*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda.
- Claessens, A., Beunen, G., Malina, R. (2008). Anthropometry, physique, body composition, and maturity. In N. Armstrong & W. V. Mechelen (Eds.), *Paediatric Exercise Science and Medicine* (2<sup>o</sup> ed.). New York: Oxford University Press.
- de Onis, M. (2009). Growth Curves for School-age Children and Adolescents. *Indian Pediatrics*, 46(17), 463-465.
- de Onis, M., Onyango, A. W., Borgui, 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.
- Della Cava, R. (1976). *Milagre em Joazeiro*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Deus, R. K. C., Bustamante, A., Lopes, V. P., Silva, R. M. G., Maia, J. A. R. (2008). Coordenação motora: Estudo de Tracking em crianças dos 6 aos 10 anos da Região Autônoma dos Açores, Portugal. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum*, 10(3), 215-222.
- Eveleth, P. B., Tanner, J. M. (1990). *Worldwide variation in human growth* (2nd ed.). Great Britain: Cambridge University Press.
- Figueiredo, J. N. (2002). *A Consagração da vida: Formação das Comunidades de Pequenos Agricultores da Chapada do Araripe*. Crato: Província.
- Freitas, D. L., Maia, J. A., Beunen, G., Lefevre, J. A., Claessens, A. L., Marques, A. T., Rodrigues, A. L., Silva, C. A., Crespo, M. T., Thomis, M. (2002). *Crescimento Somático, Maturação Biológica, Aptidão Física, Actividade Física e Estatuto Sócio-Econômico de Crianças e Adolescentes Madeirenses - O Estudo de Crescimento da Madeira*: SAEFD Universidade da Madeira.
- Guedes, D. P., Guedes, J. R. P. (1997). *Crescimento Composição Corporal e Desempenho Motor de Crianças e Adolescentes*. São Paulo: Balieiro.

IBAMA. (2010). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. from <http://www.ibama.gov.br/>

IBGE. (2007). Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.ibge.gov.br/home/>

IBGE. (2009). Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção Preliminar da População do Brasil. Retrieved Janeiro 2010, from <http://www.ibge.gov.br/home/>

Kemper, H., Twisk J. (1995). Design of the Amsterdam Growth Study. In H. C. Kemper (Ed.), *The Amsterdam Growth Study: A Longitudinal Analysis of Health, Fitness and Lifestyle* (Vol. 6). Amsterdam: Human Kinectics.

Kuczumski, R., Ogden, C., Guo, S., Grummer-Strawn, L., Flegal, K., Mei, Z., Wei, R., Curtin, L., Roche, A., Johnson, C. (2002). 2000 CDC Growth charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat*, 11(246), 1-190.

Lopes, V. P., Maia, J. A., Silva, R. G., Seabra, A., Vasques, C. M. (2005). Estabilidade e Mudança nos Níveis de Actividade Física. Uma Revisão da Literatura Baseada na Noção e Valores do *Tracking*. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano*, 7(2), 76-86.

Maia, J. A. (1993). *Abordagem Antropobiológica da Selecção em Desporto. Estudo mulivariado de indicadores bio-sociais da selecção em andebolistas dos dois sexos dos 13 aos 16 anos de idade.*, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

Maia, J. A. (2010). *Santo Tirso ComVIDA e Com Saúde - Boas Práticas na Escola Secundária de D. Dinis*. Porto: Universidade do Porto.

Maia, J. A., Garganta, R., Seabra, A., Lopes, V., Vinagre, J., Freitas, D., Prista, A., Meira Jr., C. (2005). Dados Longitudinais e Modelação Hierárquica. Um Tutorial para Investigadores das Ciências do Desporto. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.*, 7(2), 94-108.

Maia, J. A., Lopes, V., Garganta, R., Seabra, A., Beunen, G., Lefevre, J., Claessens, A., Renson, R. (2002). O tracking da atividade física: um estudo em adolescentes do sexo masculino. *Rev. Bras. Ciên. e Mov.*, 10(4), 27-34.

Maia, J. A., Lopes, V. L. (2003). *Um Olhar sobre Crianças e Jovens da Região Autónoma dos Açores. Implicações para Educação Física, Desportos e Saúde*. Porto: FCDEF.

Maia, J. A., Seabra, A., Garganta, R. (2009). *Vouzela Activo. Um olhar sobre o crescimento e a saúde de crianças, jovens e famílias do Cocelho de Vouzela*. Porto: Universidade do Porto.

Malina, R. (1976). Physical Anthropology, Physical Activity and Sport. *Canadian Journal of Sports Sciences*, 1(155-161).

Malina, R., Bouchard, C., Bar-Or, O. (2004). *Growth, Maturation and Physical Activity* (4ª ed.). Illinois: Human Kinetics Books.

Menard, S. (2002). *Longitudinal Research*. London: Sage University Paper Series.

Niswander, J. D., Keiter, F., Neel, J. V. (1967). Further Studies on the Xavante Indians. II. Some Anthropometric, Dermatoglyphic and Nonquantitative Morphological Traits of the Xavantes of Simões Lopes. *Am J Hum Genet* 19, 490-501.

PNUD. (2009). Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. from <http://www.pnud.org.br/idh/>

Prista, A., Maia, J., Nhantumbo, L., Saranga, S. (2010). *O Desafio de Calanga - Do Lugar e das Pessoas à Aventura da Ciência*. Porto: Universidade do Porto.

Royston, P., Wright, E. M. (2000). Goodness-of-fit statistics for age-specific reference intervals. *Stat Med*(19), 2943-2962.

Safrit, M. (1990). The validity and reliability of fitness tests for children: a review. *Pediatric Exercise Science*, 2(1), 9-28.

Sallis, J. (2000). Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(9), 1598-1600.

Santos, F. P. (2009). *Novas cartografias no cordel e na cantoria: desterritorialização de gênero na poética das vozes*. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB.

Santos, R. V. (1993). Physical Growth and Nutritional Status of Brazilian Indian Populations. *Cad. Saúde Públ, Rio de Janeiro*, 9(suppl), 46-57.

Santos, R. V., Coimbra, C. E. (1991). Socioeconomic Transition and Physical Growth of Tupí-Mondé Amerindian Children of the Aripuanã Park, Brazilian Amazon. *Human Biology*, 63, 795-820.

Scammon, R. E. (1927). The First Seriatim Study of Human Growth. *American Journal of Physical Anthropology*, X(3), 329-336.

Shephard, R., Bouchard, C. (1996). Associations between health behaviours and health related fitness. *Br J Sports Med.* , 30(2), 94-101.

Tanner, J. (1962). *Growth at Adolescence. With a general consideration of the effects of hereditary and environmental factors upon growth and maturation from birth to maturity* (2<sup>o</sup> ed.). Great Britain: Blackwell Scientific Publications Ltd.

Tanner, J. (1981). *A History of the Study of the Human Growth*: Cambridge University Press.

Tanner, J. (1990). Growth as a mirror of conditions in society. In L. Lindgren (Ed.), *Growth as a Mirror of Conditions in Society* (pp. 9-48). Stockholm: Stockholm Institute of Education Press.

Tanner, J., Healy, M., Goldstein, H., Cameron, N. (2001). *Assesment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height. (TW3 method)*. London: W.B Saunders.

Ulijaszek, S. (2006). The International Growth Standard for Children and Adolescents Project: Environmental Influences on Preadolescent and Adolescent Growth in Weight and Height. *Food Nutr Bull*, 27(4), S279-S294.

## **Capítulo 2**

---

### ***Estudo de Revisão***

#### **Estudos longitudinais sobre o crescimento somático e desempenho motor: *designs*, desafios, necessidades**

*Longitudinal studies on growth and motor performance: design, challenges, needs*

---

Simonete Silva<sup>1</sup>, Gaston Beunen<sup>2</sup>, Duarte Freitas<sup>3</sup>, José Maia<sup>4</sup>

**Submetido para publicação na Revista Portuguesa de Ciências do Desporto (Portugal)**

<sup>1</sup>Universidade Regional do Cariri – Departamento de Educação Física – Ceará, Brasil

<sup>2</sup>Katholieke Universiteit Leuven, Leuven – Bélgica

<sup>3</sup>Universidade da Madeira - Departamento de Educação Física e Desporto. Região Autónoma da Madeira – Portugal

<sup>4</sup>Laboratório de Cineantropometria, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto – Portugal





## **RESUMO**

O objetivo principal desta pesquisa é fornecer uma visão geral dos principais estudos longitudinais e longitudinais-mistos que se centrou sobre o crescimento somático, maturação biológica e, mais recentemente também no desempenho físico. Somente foram considerados os estudos que foram realizados na América do Norte, Europa e países de língua Portuguesa. Em primeiro lugar são apresentadas as principais considerações teóricas, características gerais, o delineamento do estudo e análise estatística multivariada dos dados. Na segunda parte é edificado o panorama geral sobre os estudos emblemáticos de natureza longitudinal e longitudinal-mista. Finalmente, foram considerados alguns dos principais desafios que se colocam à pesquisa longitudinal.

**Palavras-chave:** delineamentos longitudinais – crescimento somático – desempenho motor



## **ABSTRACT**

The principle purpose of this review is to provide an overview of the major longitudinal and mixed longitudinal studies that focussed on somatic growth, biological maturation and more recently also on physical performance. Only selected studies that were conducted in USA, Europe and Portuguese speaking countries will be considered. First, the main theoretical considerations, general characteristics, the study design and statistical analyses and the methodological challenges of the data will be outlined. Further, an overview is provided of the most important longitudinal and mixed longitudinal studies. Finally, the major challenges of the ongoing studies are highlighted.

**Keys words:** longitudinal designs – somatic growth – motor performance



## 1. Introdução

O primeiro estudo longitudinal, historicamente registado, sobre o crescimento físico humano foi desenvolvido por Guineau de Montbeillard (1720-1780). A estatura do seu filho foi avaliada semestralmente desde o nascimento até aos 17 anos e 7 meses. Esta “aventura” inquisitiva procurou mapear, empiricamente, o processo de crescimento físico do ser humano<sup>(48)</sup>. Contudo, foi sobretudo Franz Boas (1858 – 1942) quem deu o grande impulso à pesquisa Auxológica ao propôr, formalmente, um delineamento sólido e métodos matemáticos para estudar aspectos das curvas da distância e da velocidade. Ao introduzir a noção de velocidade e pico de crescimento, bem como a definição de ritmos diferenciados no processo de crescimento, abriu a porta ao grande desafio interpretativo do significado da variabilidade do crescimento e desenvolvimento humanos a partir da informação longitudinal<sup>(54,25)</sup>.

Historicamente é possível referenciar dois grandes períodos de pesquisa Auxológica com enfoque primordial em estudos longitudinais. O primeiro na América do Norte entre 1930 e 1970. O segundo na Europa entre 1950 e 1980. O grande destaque deste “movimento” vai para investigadores renomados como Anna Espenschade<sup>(14)</sup>, Stanley Garn<sup>(18)</sup>, Nancy Bayley<sup>(3)</sup>, James Tanner<sup>(50)</sup>, Albert Carron & Donald Bailey<sup>(10)</sup>, Edyth Boyd<sup>(9)</sup>, Michel Ostin, Jan Simons & Gaston Beunen<sup>(5)</sup>, e Alex Roche<sup>(46)</sup>. Todos conduziram pesquisas longitudinais em larga escala que resultaram na produção da maior fatia da informação que possuímos actualmente sobre a descrição, interpretação, alcance clínico, educativo e social do crescimento físico e desempenho motor de crianças e jovens.

É inquestionável a riqueza dos estudos longitudinais. Pode ser considerado, metaforicamente, uma espécie de relato da “história natural” do crescimento e desenvolvimento de diferentes aspectos e atributos dos indivíduos e que vão desde a concepção até ao final da vida, i.e. uma visão de *lifespan*<sup>(54)</sup>. A investigação longitudinal tem-se multiplicado nos últimos anos, tanto em extensão quanto em profundidade das suas abordagens em termos de

concepção, delineamento e processo de análise matemático-estatística da informação<sup>(12)</sup>. Não obstante a diversidade e proliferação deste tipo de pesquisa, nos países lusófonos, e no domínio da Educação Física e Ciências do Desporto, tal aventura é ainda incipiente.

Este texto, uma espécie de sumário relativamente extenso, tem os objectivos seguintes: (1) enfatizar o valor e significado do alcance dos estudos longitudinais centrados no crescimento e desempenho motor; (2) apresentar aspectos e desafios importantes associados a tais delineamentos; (3) destacar algumas das principais avenidas de investigação e (4) apresentar fatias de estudos desenvolvidos em diferentes países salientando aspectos da sua estrutura organizacional.

A selecção dos estudos a apresentar neste texto obedeceu aos seguintes critérios: (1) os delineamentos serem de natureza longitudinal (puros ou mistos) sobre o crescimento físico humano e desempenho motor; (2) o pioneirismo da pesquisa na época da sua implementação; (3) a circunstância de serem projectos emblemáticos em termos de representatividade, abrangência e impacto dos resultados. Finalmente, (4) adicionamos os estudos realizados nos países lusófonos.

## **2. Abordagem desenvolvimentista**

É consensual que os grandes pilares do conhecimento sobre a noção de desenvolvimento tiveram origem na Psicologia do Desenvolvimento<sup>(23,37)</sup>. Pesquisadores pioneiros como Hall (1844 – 1924), Pavlov (1849 – 1936), Freud (1856 – 1939), Watson (1878 – 1958), Wallon (1879 – 1962), Piaget (1896 – 1980) e Skinner (1904 – 1990), entre outros, contribuíram para a formação de uma base sólida de pensamento sobre a complexidade estrutural que ocorre no crescimento e desenvolvimento humanos. Deles e do seu trabalho emergiu uma forte corrente de saber que extravasou o domínio da Psicologia para “invadir” aspectos da Axiologia e das áreas biológicas das Ciências do Desporto.

Apesar de estarem disponíveis duas ideias nucleares<sup>†</sup> para se entender aspectos da trajectória do crescimento somático dos humanos, tem sido muito útil aos pesquisadores empíricos do crescimento e desempenho motor o recurso a um quadro de referência designado de perspectiva interaccionista (i.e abordagem que ultrapassa os limites do determinismo biológico, assumindo que as mudanças no desenvolvimento advém da interacção do organismo com o ambiente). Pesquisas pioneiras que descreveram, normativamente, o crescimento e desempenho motor de crianças e jovens adicionaram à sua interpretação informação sobre a maturação biológica e sobre aspectos de natureza ambiental. Os trabalhos inovadores e altamente integrativos de Espenschade<sup>(14)</sup> e Carron & Bailey<sup>(10)</sup> são exemplos esclarecedores. Uma revisão recente sobre estudos que contemplam facetas de uma visão interaccionista foi efectuada por de Malina *et al*<sup>(30)</sup>.

Genericamente é possível classificar a pesquisa desenvolvimentista em duas grandes avenidas: (1) nomotética ou de características universais e, (2) idiográfica ou diferencial<sup>(49,23,36)</sup>. A perspectiva nomotética centraliza a sua atenção na noção de mudança que ocorre na generalidade dos indivíduos (descrita usualmente pelo comportamento da trajectória média ou modal). Em contraposição, na orientação idiográfica ou diferencial, a variabilidade na mudança intraindividual e nas diferenças interindividuais são consideradas como objecto prioritário de análise e interpretação. Assume-se que o processo de crescimento físico e desempenho motor pode ser qualitativamente diferente entre os indivíduos ou grupos de indivíduos, e pode ser operacionalizado de modo distinto a partir de modelação de diferenças interindividuais com base no modelo linear geral<sup>(36)</sup>.

A abordagem desenvolvimentista focaliza a sua atenção na noção de mudança, na variabilidade intraindividual e nas diferenças interindividuais. A

---

<sup>†</sup>*The regulation of human growth*<sup>(51)</sup>. Este modelo aborda o processo de redução da velocidade de crescimento durante a infância e o fenómeno de *catch up growth*, para explicar as mudanças bruscas que ocorrem na puberdade.

<sup>†</sup>*Catastrophe theory model for the regulation of human growth*<sup>(7)</sup>. Este modelo descreve como ocorre o padrão de regulação da continuidade e descontinuidade da mudança com base nos períodos de grandes alterações na taxa de crescimento a partir de informação endocrinológica.

interpretação que decorre dos padrões de mudança (descritos de forma univariada e/ou multivariada) é a que melhor apresenta a ideia de desenvolvimento implicando, necessariamente, que seja teórica e empiricamente obtida através da presença de indicadores de que destacamos: temporalidade, sequencialidade, universalidade, historicidade e multidisciplinaridade para explicar as causas da mudança e suas interações de natureza linear e/ou não linear. Daqui que a descrição, análise e interpretação de dados longitudinais assumam uma importância enorme na atribuição de significado à mudança e seus efeitos induzidos pela “flecha do tempo” ontogenético.

Os principais desafios interpretativos provenientes de pesquisas desenvolvimentistas (crescimento somático e desempenho motor) referem-se fundamentalmente à tentativa de solução da: (1) identificação da mudança intraindividual; (2) identificação das diferenças interindividuais na mudança intraindividual; (3) análise das correlações existentes na mudança intraindividual, e (4) análise da causalidade das diferenças interindividuais na mudança intraindividual<sup>(12)</sup>.

### **3. Principais aspectos de investigação**

Os mecanismos associados ao crescimento físico e desempenho motor possuem uma relação que inclui múltiplos factores, designados genericamente de genéticos<sup>(31)</sup>, ambientais<sup>(1)</sup> e culturais<sup>(17)</sup>. É hoje bem conhecido que o crescimento físico é particularmente sensível às condições sócio ambientais (fenómeno designado por ecosensibilidade). Por exemplo, as mudanças actuais a que as populações vêm sendo submetidas, sobretudo o aumento da população mundial, a imigração, as doenças emergentes, os baixos níveis de actividade física, os diversos tipos de urbanização, distintos hábitos nutricionais, poluição, entre outros aspectos, configuram-se como predictores<sup>(57)</sup> ou variáveis explicativas das alterações estaturais e do desempenho motor.



Actualmente, a ênfase da pesquisa longitudinal tem sido direccionada para cruzar olhares oriundos da Auxologia, Epidemiologia e Saúde Pública<sup>(25)</sup>. O carácter interactivo do crescimento físico, estilo de vida, saúde e tendência secular na maturação biológica, sobretudo, na precocidade da idade de menarca tem sido alvo de estudo em muitos países. A isto acresce, a construção de valores de referência para as populações de acordo com os seus contextos socioeconómicos, ambientais e culturais<sup>(38)</sup>. Estas informações possibilitam uma intervenção ao nível dos programas de Saúde Pública, Desporto infanto-juvenil e Educação Física.

A informação da base genética sobre o crescimento físico humano e maturação biológica, incluindo avaliações extensivas a famílias nucleares e em gémeos monozigóticos ou dizigóticos, tem sido utilizada para determinar a magnitude da importância dos factores genéticos e a identificação dos genes responsáveis pela variância encontrada no indivíduo, grupo ou população<sup>(8,55)</sup>.

#### 4. Delineamentos

O delineamento longitudinal puro (i.e. de grupo único) é considerado a melhor estratégia para o estudo do crescimento físico e desempenho motor, na qual medidas individuais dos mesmos sujeitos são realizadas repetidamente em épocas específicas, sob intervalos pré determinados<sup>(33)</sup> (este pressuposto de equidistância de medição pode ser relaxado desde que se considere uma nova métrica temporal). Em função dos problemas associados ao delineamento puramente longitudinal, sobretudo, o tempo de recolha da informação, tem sido sugerido como alternativa, o recurso a estudos com um delineamento longitudinal-misto<sup>(56,33)</sup>. Este tipo de delineamento, frequentemente designado de “acelerado” ou “transversal interligado”, congrega factores duplamente importantes, o de um estudo longitudinal puro e o de um estudo transversal. É constituído por múltiplas coortes<sup>†</sup>, com períodos de sobreposição e que

---

<sup>†</sup> Grupos de pessoas, dentro de uma população, que experimentam os mesmos eventos num determinado período de tempo, por exemplo: idade, ano de nascimento, anos de escolaridade, tempo de prática desportiva, etc.<sup>(33)</sup>.

possibilita a recolha de informação de forma mais célere. Uma vantagem do delineamento longitudinal-misto consiste na estimação da magnitude dos efeitos da idade, coorte e período de medição/avaliação na análise da mudança das características dos sujeitos<sup>(33,41)</sup>.

Numa perspectiva mais abrangente, tem sido introduzida uma nova estrutura na organização de pesquisa longitudinal de larga escala que inclui a participação de diferentes países e/ou centros de pesquisa e que se denomina de delineamento multi-centro. Essa abordagem oferece múltiplas vantagens, de que destacamos as seguintes: (1) a participação de diferentes países facilita a investigação de influências de origem étnica e cultural; (2) permitem que informações de amostras de grande dimensão sejam obtidas num curto período de tempo; (3) a recolha de dados a partir de múltiplos centros conduz a uma maior heterogeneidade na amostra final, aumentando assim a gama e variabilidade interpretativa dos principais resultados<sup>(38,43)</sup>.

Independentemente da especificidade do delineamento, o sucesso de uma pesquisa longitudinal depende de integração sólida de três elementos indispensáveis: (1) a utilização de um modelo teórico para interpretar a mudança; (2) a implementação de um *design* temporal que favoreça um quadro detalhado do fenómeno estudado; (3) e um modelo estatístico que possibilite a análise multivariada do processo de mudança<sup>(12)</sup>.

## 5. Desafios metodológicos

A essência de um qualquer delineamento longitudinal dirige o seu olhar para a descrição e interpretação da dinâmica do crescimento físico e desempenho motor, os padrões de “mudança” e estabilidade (do inglês *tracking*), bem como a magnitude das relações causais que procuram explicar o porquê da magnitude e sinal da mudança<sup>(33)</sup>. É evidente que tais delineamentos exigem uma organização complexa. Decorre daqui a necessidade de construção de uma organização flexível, mas sólida na aquisição da informação a que se associa, necessariamente, a interpretação do quadro inter-relacional dos

diferentes aspectos do crescimento físico e desenvolvimento motor. Num estudo longitudinal puro é exigido um tempo relativamente longo para a recolha completa da informação. Os desafios a enfrentar num projecto desta natureza são abundantes, de que destacamos alguns: (1) financiamento; (2) desfasamento temporal entre a recolha de dados e publicação da informação; (3) dimensão amostral e respectivo *drop out*, (4) manutenção da equipa; (5) controlo e qualidade da informação e efeitos de aprendizagem associado à retestagem; (6) organização e manutenção da base de dados; (7) desenvolvimento de estratégias de motivação para manutenção da amostra; e (8) uso de procedimentos estatísticos complexos para responder às diferentes questões de pesquisa<sup>(21,47)</sup>.

## 6. Análise multivariada

Da combinação dos propósitos do estudo e da metodologia associada à implementação de qualquer pesquisa de natureza longitudinal e/ou longitudinal-mista, emerge uma grande massa de dados que coloca sérias dores de cabeça aos pesquisadores. Actualmente estão disponíveis não somente modelos estatísticos com elevada flexibilidade, elegância e robustez, mas também algoritmos eficazes que se encontram implementados em *softwares* de fácil acesso e utilização.

Algumas das avenidas de análise multivariada situam-se nos seguintes planos:

1. Na construção de cartas centílicas. Actualmente dispõe-se de vários modelos, sendo que dois deles são os que encontram mais divulgados e que são o de Cole & Green<sup>(11)</sup> designado de LMS, cujas aplicações são bem conhecidas em diferentes estudos, de que destacamos o do Centro de Controlo e Prevenção de Doenças dos EUA<sup>(15)</sup>; o modelo de Rigby & Stasinopoulos<sup>(44)</sup> que tem um comportamento excelente na presença de violação de multinormalidade das distribuições das variáveis em estudo. Está sendo utilizado na elaboração das novas cartas da OMS<sup>(39)</sup>.

2. A construção de curvas para descrever a distância e a velocidade do comportamento de diferentes variáveis somáticas tem sido utilizada com base nos modelos Preece & Baines (PB) e o modelo logístico triplo (BTT). É importante verificar a sua aplicabilidade ao domínio do comportamento motor, especificamente e nas aptidões motoras

3. A interpretação adequada da mudança intraindividual e das diferenças interindividuais é um problema complexo se adicionarmos a presença de variáveis mediadoras e de predictores da mudança que são invariantes e/ou que se alteram com o tempo do estudo. Neste domínio complexo, a modelação hierárquica tem produzido um esforço notável na construção de um modo de pensar e analisar a informação; o mesmo ocorre para os modelos de Análise de Trajectórias (do inglês *path analysis*), sobretudo o modelo de curvas latentes.

4. Um dos grandes desafios à investigação reside na identificação de grupos de risco, *clusters* de sujeitos cujas trajectórias temporais são distintas. O uso de modelos de mistura implementados nos modelos de equações estruturais são uma ajuda preciosa.

5. Um dos aspectos intrigantes da mudança intraindividual e das diferenças interindividuais reside na possibilidade de se estimar a estabilidade de trajectórias (do inglês *tracking*). De um modo geral, o *tracking* refere-se à manutenção da posição relativa do sujeito, isto é, à estabilidade no seio de um grupo quando avaliado longitudinalmente. É também importante considerar a presença de predictores da estabilidade-instabilidade do crescimento e do desempenho motor.

É bem verdade que a adequada análise e interpretação de dados repetidos no tempo não são tarefas simples. Contudo, está disponível um considerável acervo bibliográfico com referência às mais actuais técnicas de análise multivariada<sup>(11-12,19-20)</sup>. Em língua portuguesa foi realizado algum esforço didáctico no sentido de produzir textos de cariz metodológico com o propósito

de auxiliar os pesquisadores iniciantes do espaço lusófono a lidar com a informação longitudinal<sup>(24,27-29)</sup>.

## 7. Estudos longitudinais – Exemplos ilustrativos

Desde o início do século passado que começaram a ser implementadas nos centros de investigação da América do Norte e Europa várias pesquisas longitudinais de larga escala com enfoque no crescimento físico e desempenho motor. Tanner<sup>(54)</sup> classifica estas pesquisas em dois grupos: (1) estudos medicamente e/ou (2) academicamente orientados. Foram inicialmente implementadas com base nos seguintes objectivos: (1) estudar o impacto da grande depressão económica da época sobre o crescimento das crianças; (2) fornecer avaliação epidemiológica e de saúde pública; e (3) estabelecer valores de referência para o crescimento físico humano, maturação biológica e desempenho motor.

Para localizar os estudos longitudinais produzidos, foram realizadas pesquisas nas bases de dados *Pubmed*, *Scopus*, *Sportdiscus* e *Scielo*, utilizando-se os termos de indexação: crescimento somático, maturação biológica e desempenho motor.

Nesta parte do texto destacamos, muito brevemente, algumas das principais pesquisas desenvolvidas na América do Norte, Europa e em países lusófonos, sobretudo: (1) a cidade/país e ano de início da pesquisa; (2) a dimensão amostral e, (3) os indicadores utilizados. O Quadro 1 refere-se à amostra de estudos provenientes da América do Norte.

Quadro 1 – Principais estudos longitudinais desenvolvidos na América do Norte.

<b>Estudo</b>	<b>Cidade/País/ Ano</b>	<b>Amostra/Duração</b>	<b>Indicadores estudados</b>
<i>Child Welfare Research Station</i>	Iowa e Chicago EUA 1914	1924 Crianças (861 ♂ 1063 ♀) Idade: 3 Anos Duração: 9 anos	Altura, peso e capacidade vital.
<i>Harvard Growth Study</i>	Medford, Revere e Beverly – Boston EUA, 1922	3600 Crianças de e ambos os sexos – Idades ≈ 5 e 6 Anos Duração: 12 anos	Medidas somáticas; Maturação biológica; Testes de desempenho escolar.
<i>Child Research Council Study</i>	Denver, Colorado EUA 1930	334 Crianças = Sendo 256 indivíduos acompanhados do nascimento até à idade adulta.  Duração: 36 anos	Medidas somáticas; Composição corporal; Maturação biológica; Variáveis hematológicas; Tamanho do coração; Aspectos nutricionais; Concentração de proteínas; Pressão arterial; electrocardiograma; Tolerância ao exercício; Taxa metabólica basal; Testes psicológicos.
<i>Fels Longitudinal Study</i>	Yellow Springs, Ohio EUA 1929	1036 Crianças, das quais 537 foram avaliadas durante 8 anos; Cerca de 20 crianças foram acompanhadas desde a gestação até à vida adulta. Em curso	Medidas somáticas; Maturação biológica; Composição corporal; Aptidão física; Actividade física; Factores de risco para doenças crónicas; Marcadores genéticos; Movimentos fetais; Aspectos nutricionais; Capacidade auditiva; Comportamento familiar; Desempenho escolar.
<i>Medford Boys Growth Study</i>	Oregon, EUA 1956	≈ 400 ♂ 7 a 18 anos 12 anos	Medidas somáticas; Maturação biológica; Somatótipo; Força; Desempenho motor; Estado nutricional; Desempenho escolar; Testes psicológicos e de interesse vocacional.
<i>Saskatchewan Child Growth and Development Study</i>	Saskatoon, Canadá 1964	207 ♂ 98 ♀ Idade: 7 anos Duração: 10 anos	Medidas somáticas; Composição corporal; Maturação Biológica; Capacidade vital; Actividade física; Aptidão física geral e específica; Consumo máximo de oxigénio; Performance motora; Hábitos e estilos de vida; Traços da personalidade; Avaliação Sociológica e Comportamental; Estatuto sócio económico.

O primeiro grande estudo longitudinal sobre o crescimento físico humano desenvolvido na América do Norte teve início em 1914 no *Child Welfare Research Station* da Universidade de Iowa e foi conduzida por um grupo de psicólogos e fisiologistas liderados por Bird T. Baldwin. Uma das preocupações

era a construção de cartas de crescimento. Para Baldwin, a curva produzida pela média das alturas baseada em formas simples de cálculos das medidas de diferentes indivíduos em diferentes idades não representava adequadamente o crescimento de um indivíduo ou grupo. Por isso, construiu 28 cartas de crescimento onde foram representadas as curvas individuais referentes a 170 crianças<sup>(54)</sup>.

O segundo grande estudo longitudinal americano foi o do *Harvard Growth Study* conduzido por W.F. Dearborn. Esta pesquisa apresenta uma amostra bastante expressiva para um estudo longitudinal, cerca de 3600 crianças. O estudo iniciou em 1922 em Medford, área metropolitana de Boston. Apesar do inevitável *drop out* amostral, ao final de 12 anos de pesquisa cerca de 1000 crianças ainda estavam a ser acompanhadas. Uma das grandes preocupações deste estudo foi o rigor nas avaliações das medidas antropométricas. Dearborn, responsável pelo treinamento da equipa de campo composta por 26 pessoas, estabeleceu estreitos limites de tolerância para cada medida efectuada. Os resultados desta pesquisa forneceram um notável material de análise sobre o crescimento físico humano na adolescência que mais tarde foi publicado por Frank Shuttleworth (1899 – 1958)<sup>(54)</sup>.

Em 1923 o Centro Médico da Universidade do Colorado iniciou “*The Child Research Council Study*”, uma pesquisa de carácter epidemiológico desenvolvida com o intuito de detectar doenças pediátricas associadas a desvios de normalidade do crescimento. Este foi, sem dúvida, um estudo emblemático em termos de pioneirismo nas variáveis estudadas. O carácter multidisciplinar marcou uma nova fase de pesquisa na época ao introduzir, para além das características somáticas, aspectos fisiológicos, nutricionais e psicológicos. Edith Boyd durante o período compreendido entre 1946 a 1957 foi responsável pelas avaliações antropométricas. Os períodos de medições foram mais frequentes do que os outros estudos longitudinais: avaliações mensais até um ano de idade, depois desta fase a cada três meses até o salto pubertário e finalmente a cada ano até atingir à maturidade. Com base no modelo

matemático de Gompertz<sup>†</sup> foi possível a construção de curvas individuais de velocidade da altura de 24 rapazes e 24 raparigas<sup>(54)</sup>.

O *Fels Longitudinal Study* é considerado o maior e o mais longo estudo de natureza longitudinal jamais desenvolvido nos Estados Unidos. O seu início foi em 1929, por iniciativa de Lester Sontag, com apoio da *Fels Foundation*. Pretendeu-se responder a uma questão básica: *por que é que as pessoas são diferentes ao longo da sua trajectória de vida?* Com o passar dos anos foram incorporadas outras questões relacionadas com estilos de vida, síndrome metabólica e genética. O estudo transformou-se numa conceituada unidade de pesquisa, por onde passaram alguns dos mais renomados investigadores da Biologia Humana: Stanley Garn, Alex Roche, Cameron Chumlea, Roger Sirvoegel, Frank Falkner e Arthur Lewis (este último dedicou 54 anos ao estudo). Com base nas avaliações da maturação esquelética efectuadas ao longo dos anos, foi desenvolvido um método pioneiro de determinação da idade óssea<sup>(45)</sup>. Esta pesquisa, que se renova ao longo dos anos, tem fornecido importantes contribuições não só no domínio do crescimento, mas também no âmbito na maturação biológica, composição corporal, síndrome metabólica e epidemiologia genética<sup>(46)</sup>.

O Medford Boys Longitudinal Study foi desenvolvido através da Universidade de Oregon, sob a direcção de Harrison Clarke<sup>13</sup>. Teve início em 1956 e foi concluído em 1968. Este estudo apresentou um delineamento simultaneamente longitudinal e transversal. É considerado um dos primeiros estudos que enfatizaram a performance desportiva. Os objectivos centrais foram a construção de curvas de velocidade e distância para as variáveis somáticas e motoras, bem como relacionar os aspectos físicos, maturacionais, psicológicos, nutricionais e de interesse pelo desporto. O estudo revelou importantes aspectos do efeito da competição desportiva em meninos ao longo da idade<sup>(13)</sup>.

No Canadá um dos estudos mais emblemáticos foi desenvolvido por Donald Bayley entre 1964 e 1973, envolvendo um grupo de 207 rapazes e 98 raparigas

---

<sup>†</sup>A Curva de Gompertz, em homenagem a Benjamin Gompertz, é uma função sigmóide, um modelo matemático para uma série temporal, onde o crescimento está mais lento no início e no final de um determinado período de tempo.



de 7 anos que foram avaliados anualmente até aos 15 – 16 anos. O “*Saskatchewan Child Growth and Development Study*” foi uma pesquisa marcada sobretudo pela extensão e profundidade dos indicadores estudados. Dentre os objectivos destacam-se: a construção de curvas de crescimento e velocidade numa variedade de características físicas e motoras; análise do padrão de correlações existentes num conjunto de indicadores de maturação biológica, desempenho motor, hábitos e estilos de vidas sobre o crescimento físico humano<sup>(34)</sup>.

Na Europa, os estudos longitudinais tiveram sua origem após a II Guerra Mundial. Embora muita pesquisa tenha sido conduzida no âmbito da Psicologia Comportamental, a sua orientação principal foi no campo da Medicina. No Quadro 2 é apresentado um resumo das características de alguns dos principais estudos longitudinais e longitudinais-mistos desenvolvidos em diferentes países da Europa.

Quadro 2 – Principais estudos longitudinais sobre o crescimento desenvolvidos na Europa.

Estudo	Cidade/País/ Ano	Amostra/Duração	Indicadores estudados
<i>Harpenden Growth Study</i>	Harpenden Inglaterra 1948	450 ♂ 269 ♀ A partir dos 3 anos.	Medidas somáticas; Composição corporal; Somatótipo; Maturação biológica; Avaliações ortodônticas.
<i>First Zurich Longitudinal Study</i>	Zurich – Suíça 1ª Fase: 1954 - 1978 2ª Fase: 1974 - 1998 3ª Fase: desde 1999	1ª Fase: 412 crianças (112 ♂ – 110 ♀) seguidos até à maturidade); 2ª Fase: 111 crianças, 3ª Fase: 320 crianças (filhos dos participantes da 1ª fase do estudo). Em curso	Medidas somáticas; Composição corporal; Maturação biológica.
<i>Leuven Longitudinal Study on Lifestyle, Fitness and Health</i>	Bélgica (amostra nacional) 1ª Fase: 1969 – 1974 2ª Fase: 1979 – 1980 3ª Fase: 1986 – 2004 2005 –	1ª Fase: Idades 12-20 anos 2ª Fase: 588 3ª Fase: 174 Actualmente 90 sujeitos com 35 a 40 anos são acompanhados. Em curso.	Medidas somáticas; Composição corporal; Somatótipo; Maturação biológica; Aptidão física; Variáveis fisiológicas e socioculturais; Factores genéticos; Factores de risco de doenças cardiovasculares.
<i>Amsterdam Growth Study</i>	Amsterdam (área metropolitana) – Holanda 1ª Fase: 1977 – 1980 2ª Fase: 1980 – 1955 3ª Fase: 1985 – 1991 4ª Fase: 1992 –	1ª Fase: 307 2ª Fase: 200 3ª Fase: 182 Idades iniciais: 13 – 15 Idade final: ± 27,1 anos Em curso	Medidas somáticas; Maturação biológica; Aptidão física; Actividade física; Factores de risco de doenças cardiovasculares; Estilo de vida; Densidade óssea; Avaliação postural; Parâmetros fisiológicos; Hábitos nutricionais; Parâmetros psicossociais; Traços da personalidade; Saúde mental.

O *Harpenden Growth Study* foi idealizado por E. R. Bransby, um nutricionista do Ministério da Saúde inglês, mas foram James Tanner e Reginald Whitehouse os pesquisadores responsáveis pelo estudo que teve início em 1948 e terminou em 1971. Os principais interesses situaram-se no campo da endocrinologia, nutrição e auxologia. As crianças participantes viviam num orfanato em Harpenden, uma pequena vila a 50km de Londres. Tanner visitou os principais centros de investigação, nos Estados Unidos da América, onde se desenvolveram estudos longitudinais e baseou-se na sua estrutura para

implementar a pesquisa de Harpenden. Com o intuito de aumentar a precisão e manuseio dos equipamentos tradicionais, foram elaboradas e estandardizadas técnicas de medições e construídos seus instrumentos antropométricos. A partir deste estudo foram padronizadas algumas técnicas antropométricas constantes do Programa Biológico Internacional, bem como a popularização da avaliação dos caracteres sexuais secundários descritos por Tanner<sup>(50)</sup>. As avaliações eram realizadas semestralmente, e durante o período pubertário trimestralmente. A frequência de avaliações durante o período pubertário foi uma grande vantagem deste estudo em relação aos anteriores, o que proporcionou uma adequada eficiência no alinhamento dos dados para a construção de curvas da velocidade para as diferentes medidas antropométricas. Pesquisadores renomados juntaram-se em volta de James Tanner no *Institute of Child Health*, nomeadamente, M Preece (Endocrinologista), W. Marshall (Pediatra), M. Healey (Estatístico) e H. Goldstein (Estatístico). A grande massa de dados deste estudo nunca foi editada na íntegra; no entanto, a partir de 1966 foram publicadas inestimáveis contribuições que marcaram o panorama actual da auxologia, das quais destacamos, as cartas de distância e de velocidade para a altura e o peso corporal de crianças Britânicas, desde o nascimento até aos 18 anos<sup>(52,53)</sup>.

O *First Zurich Longitudinal Study* foi realizado em Zurique, tendo sido iniciado em 1954 com uma amostra de 412 crianças, das quais 222 foram seguidas do nascimento até atingir a maturidade. Uma amostra bastante expressiva, já que muitos destes indivíduos, bem como seus descendentes, continuam a ser estudados actualmente. Inicialmente o investigador responsável foi Andrea Prader (1919 – 2001), um pediatra interessado em pesquisar problemas endócrinos associados ao crescimento normal e anormal. Para além das variáveis somáticas, de composição corporal e maturação esquelética, avaliou um indicador que nenhuma outra pesquisa havia estudado anteriormente, o volume testicular, enquanto índice biológico dos caracteres sexuais secundários, de enorme importância na pediatria. Para o efeito foi desenvolvido o orquidómetro (designado de Prader<sup>(22)</sup>), que mais adiante passou a ser amplamente adoptado em clínica pediátrica. Andrea Prader empenhou-se na

investigação de como as crianças tendem a aumentar a sua velocidade de crescimento, para além do esperado, se por qualquer circunstância foi desviada do seu canal de crescimento. Este fenómeno foi designado de *catch up growth*<sup>(40)</sup>, sendo hoje um termo universalmente adoptado pelos pesquisadores da área. Os trabalhos publicados no âmbito do estudo de Zurich têm fornecido um conjunto inestimável de informações sobre o crescimento e desenvolvimento desde o nascimento até a idade adulta, sendo um dos maiores e mais completo conjuntos de dados longitudinais de crianças saudáveis<sup>(54)</sup>.

*O Leuven Longitudinal Study on Lifestyle, Fitness and Health* teve origem em dois estudos anteriormente existentes: *o Leuven Growth Study of Belgian Boys (1969 – 1974)* e *o Leuven Growth Study of Flemish Girls (1979 -1980)*. Foi desenvolvido através do Instituto de Educação Física da Universidade Católica de Leuven e foi conduzido por M. Ostry e J. Simons, aos quais se associou, alguns anos depois, Gaston Beunen. O estudo apresenta um delineamento longitudinal-misto com uma abordagem multifacetada. É a primeira pesquisa a contar com uma amostra representativa da população Belga. Na primeira fase avaliou cerca de 21.175 rapazes durante 6 anos. Na segunda fase, acompanhou longitudinalmente 588 rapazes oriundos da amostra inicial. Na terceira fase, retomou a pesquisa quando estes tinham 30, 35 e 40 anos de idade, respectivamente. Actualmente o estudo continua com cerca de 90 indivíduos (e suas famílias) da amostra inicial sendo avaliados anualmente<sup>(5,32)</sup>.

*O Amsterdam Growth Study* teve início em 1977 e está sediado na Universidade de Amsterdam, concretamente nos Departamentos de Ciências da Saúde e Psicopatologia. Os Professores Han Kemper, Verschuur e mais tarde Willem van Mechelen conduziram o projecto, cujo maior destaque vai não só para a multiplicidade e profundidade de indicadores pesquisados, mas também para a sua inovação ao introduzir a avaliação da densidade óssea, características posturais, aspectos psicossociais e saúde mental. A amostra foi constituída por crianças oriundas de duas escolas secundárias da região de Amesterdão, que foram seguidas dos 13 aos 27 anos. Diversas publicações

tem sido produzidas ao longo desta pesquisa proporcionado um vasto quadro de informações sobre o crescimento e desenvolvimento numa perspectiva de *Lifespan*<sup>(21)</sup>.

No espaço da lusofonia apenas Portugal e Brasil desenvolveram pesquisas temporais com enfoque no crescimento físico humano e desempenho motor. O Quadro 3 apresenta as características dos estudos desenvolvidos em Portugal.

Quadro 3 – Estudos longitudinais desenvolvidos em Portugal.

Estudo	Cidade/ Ano	Amostra/Duração	Indicadores estudados
Estudo de Crescimento da Madeira	Região Autónoma da Madeira – Portugal 2002	507 Crianças 256 ♀ 251 ♂ Idades: 8 aos 18 anos. 5 coortes Duração 3 anos	Medidas somáticas; Maturação biológica; Aptidão física; Actividade física; Características socioeconómicas.
Crescimento somático, maturação biológica, composição corporal, coordenação motora, aptidão física, actividade física e motivação para prática desportiva. O estudo da região autónoma do Açores.	Região Autónoma dos Açores – Portugal 2003	1159 Crianças 6 – 19 Anos 4 coortes ≈ 250 sujeitos por coorte Duração 4 – 5 anos	Medidas somáticas; Coordenação motora, Maturação biológica, Composição corporal; Coordenação motora; Actividade física; Motivação para a prática desportiva; Síndrome metabólica.

O primeiro estudo longitudinal desenvolvido em Portugal foi conduzido por Freitas *et al.*<sup>(16)</sup> intitulado, “O Estudo de Crescimento da Madeira”. Partindo de uma proposta multidisciplinar o estudo apresentou um delineamento longitudinal-misto, com 5 coortes estudadas por três anos consecutivos. Uma das principais novidades do estudo foi construir cartas centílicas para os diferentes indicadores do crescimento físico humano, maturação esquelética e aptidão física da população escolar da Região Autónoma da Madeira. A interacção entre o crescimento físico humano, a maturação biológica, a aptidão física, a actividade física e o estatuto socioeconómico foi igualmente alvo de várias publicações. A primeira fase foi realizada no período 1996-1998, a segunda fase em 2004 e a terceira fase irá para o “terreno” em 2010.

O segundo estudo também com abordagem multidisciplinar, foi conduzido por Maia e colaboradores<sup>(26)</sup> na Região Autónoma dos Açores. Essencialmente, pretendia-se descrever e interpretar as mudanças e implicações pedagógicas e epidemiológicas que ocorrem no crescimento somático, desenvolvimento motor, hábitos de actividade física e factores de risco de doenças cardiovasculares. A amostra foi constituída por 4 *coortes* de 250 sujeitos cada, que foram seguidos durante 4 – 5 anos. As novidades da pesquisa residem na avaliação da motivação para a prática desportiva e no estudo da síndrome metabólica de famílias nucleares de crianças e jovens normoponderais, com sobrepeso e obesos.

No Quadro 4 estão apresentados os estudos longitudinais e longitudinais-mistos sobre o crescimento e desempenho motor desenvolvidos no Brasil, até o presente momento.

Quadro 4 – Estudos longitudinais desenvolvidos no Brasil.

<b>Estudo</b>	<b>Cidade/ Ano</b>	<b>Amostra/Duração</b>	<b>Indicadores estudados</b>
Projeto Ilha Bela	Ilha Bela, São Paulo 1978	62 ♀ Idades: 10 a 15 Anos Duração: 5 anos	Medidas somáticas; Aptidão física; Maturação sexual
Crescimento e aptidão física relacionada à saúde em escolares.	Santa Catarina 1992	84 Crianças Idades: 7 – 10 anos Duração: 4 anos	Altura e peso Aptidão física
Estudo das características antropométricas de escolares	Santa Catarina 2000	298 Crianças 161 ♂ 137 ♀ Duração: 4 anos	Altura e peso
PROESP – Brasil	Canoas Rio Grande do Sul 2008	70 Crianças 35 ♂ 35 ♀ Duração 4 anos	Altura, peso, pregas de adiposidade; Aptidão física
Estudo do crescimento e desenvolvimento motor de escolares de Muzambinho	Muzambinho – Minas Gerais 2007	1ª Fase = 471 crianças de ambos os sexos 7 – 14 Anos Duração: 2,5 anos 2ª Fase = 163 crianças Idades: 6 a 10 anos 200 Famílias nucleares Duração: 4 – 5 anos Em curso	Medidas somáticas; Aptidão física; Coordenação motora; Actividade física; Avaliação postural; Estatuto socioeconómico; Variáveis psicológicas; Factores de risco cardiovascular dos pais e das crianças.

Uma das primeiras iniciativas de se estudar o crescimento físico humano e desempenho motor ao longo do tempo no Brasil foi efectuada no âmbito do “Projeto Ilhabela”. Trata-se de um estudo longitudinal misto realizado desde 1978 em Ilhabela, litoral norte de São Paulo. Com base nos dados de 62 raparigas participantes deste projecto, Biassio *et al.*<sup>(6)</sup> publicaram um estudo sobre o impacto da menarca nas variáveis antropométricas e neuromotoras de adolescentes de baixo nível sócio-económico, avaliadas durante 5 anos. Nahas *et al.*<sup>(35)</sup> com um delineamento de grupo único, investigaram anualmente a estatura, peso e aptidão física relacionada a saúde de 84 crianças e jovens de 10 a 14 anos. Também Waltrick & Duarte<sup>(58)</sup> conduziram uma pesquisa a partir de um delineamento simultaneamente longitudinal e transversal, somente da estatura e do peso, que foram medidos anualmente durante 4 anos. No âmbito do PROESP Brasil (Projeto Esporte Brasil) alguns estudos descritivos em torno das questões relacionadas à estrutura somática e desempenho motor foram publicadas por Bergmann *et al.*<sup>(4)</sup>.

O Estudo de Muzambinho<sup>(2)</sup>, em curso, é um exemplo de uma nova fase de pesquisas sobre o crescimento físico humano e envolve investigadores do Brasil, Portugal e Moçambique. Com base numa abordagem multidisciplinar acerca do crescimento físico humano e desenvolvimento motor de crianças e jovens, o estudo é estruturado em duas fases: a primeira teve um duplo propósito: (1) investigar aspectos diversificados do crescimento físico humano e (2) quantificar a associação entre a coordenação motora e a aptidão física. A segunda centrou-se na pesquisa da agregação familiar das capacidades motoras e dos factores de risco cardiovascular.

## 8. Considerações finais

De um modo geral, verifica-se que os estudos norte americanos e europeus foram estruturados com base numa abordagem fortemente multidisciplinar, ao mesmo tempo que iam actualizando novas questões e introduzindo instrumentação mais inovadora e moderna. Nos países lusófonos, a estrutura

dos delineamentos e a abrangência dos propósitos não é tão vasta. Contudo, não deixa de ser importante pelo seu legado histórico, pelos desafios dos seus resultados e pela abertura que oferecem a novos pesquisadores do território desenvolvimentista quer se situem no plano Auxológico, Epidemiológico ou numa qualquer área das Ciências do Desporto.

O delineamento multi-centro é umas das estratégias mais promissoras para a investigação nos países que compõem o território lusófono, através da colaboração interinstitucional entre os seus pesquisadores. Tal aventura permitirá uma maior abrangência na abordagem dos problemas a que se adicionará uma forte componente transcultural que importa interpretar à luz de um pensamento Antropológico e Social renovado por uma leitura fortemente ecológica.

Alguns dos principais desafios que se colocam aos pesquisadores situam-se no campo da utilização de modernas tecnologias e padronização dos métodos de recolha da informação para permitirem uma maior capacidade de associação com os actuais problemas de pesquisas. Do mesmo modo, a utilização de sofisticadas técnicas de análise estatística e modelos matemáticos permitirá um maior alcance na análise e interpretação inovadora dos dados. Importa salientar, também, alguma urgência em estudos de meta-análise por possibilitar a integração e a comparação dos dados oriundos de diferentes estudos, o que permite detectar a magnitude da mudança nos padrões de crescimento físico e desempenho motor entre diferentes populações (grupos étnicos) ao longo do tempo.

## 9. Referências

1. Allen LH. (1994). Nutritional Influences on Linear Growth: A General Review. *Eur J Clin Nutr.* 48:S75-89.
2. Basso L, Meira Júnior C, Oliveira JA, Forjaz CL, Souza JA, Prista A, Maia JA, Tani G. (*in press*). Crescimento e desenvolvimento motor de escolares



- de Muzambinho: Um Estudo com Implicações Acadêmicas, Sociais e de Política Interinstitucional. *Rev Port Cien Desp*.
3. Bayley N. (1956). Growth Curves of Height and Weight by Age for Boys and Girls, Scaled According to Physical Maturity. *J Pediatr*. 48:187-94.
  4. Bergmann G, Bergmann ML, Pinheiro, ES, Moreira RB, Marques AC, Gaya AC. (2008). Estudo Longitudinal do Crescimento Corporal de Escolares de 10 a 14 anos: Dimorfismo Sexual e Pico de Velocidade. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano*.10(3):249-54.
  5. Beunen G, Malina R, Van't Hof MA, Simons J, Ostyn M, Renson R, Van Gerven D. (1988). Adolescent Growth and Motor Performance. A Longitudinal Study in Belgian Boys. Illinois: Human Kinetics.
  6. Biassio LG, Matsudo SM, Matsudo VK. (2004). Impacto da Menarca nas Variáveis Antropométricas e Neuromotoras da Aptidão Física, Analisado Longitudinalmente. *R Bras Ci e Mov*.12(2):97-101.
  7. Bogin B. (1980). Catastrophe Theory Model for the Regulation of Human Growth. *Human Biology*. 52(2):215-27.
  8. Bouchard C, Malina RM, Pérusse L. (1997). Genetics of Fitness and Physical Performance. United States: Human Kinetics.
  9. Boyd E. (1980). Origins of the Study of Human Growth. Colorado.
  10. Carron A, Bailey DA. (1974). Strength Development in Boys from 10 Through 16 Years. Canadá: Society for Research in Child Development.
  11. Cole TJ, Green PJ. (1992). Smoothing Reference Centile Curves: The LMS Method and Penalized Likelihood. *Statistics in Medicine*.11:1306-19.
  12. Collins LM. (2006). Analysis of Longitudinal Data: The Integration of Theoretical Model, Temporal Design, and Statistical Model. *Annu Rev Psychol*. 57(505-528).

13. Clarke HH. (1968). Contributions and implications of the Meldford, Oregon, Boy's Growth Study. Oregon University: Eugene.
14. Espenschade A. (1940). Motor Performance in Adolescence. Including the Study of Relationships With Measures of Physical Growth and Maturity. Washington, DC: Society for Research in Child Development.
15. Flegal KM, Wei R, Ogden CL, Freedman DS, Johnson CL, Curtin LR. (2009). Characterizing Extreme Values of Body Mass Index for Age by Using the 2000 Centers for Disease Control and Prevention Growth Charts. *Am J Clin Nutr.* 23.
16. Freitas D, Maia J, Beunen G, Lefevre JA, Claessens AL, Marques AT, Rodrigues AL, Silva CA, Crespo MT, Thomis M. (2002). Crescimento Somático, Maturação Biológica, Aptidão Física, Atividade Física e Estatuto Socioeconómico de Crianças e Adolescentes Madeirenses – O Estudo de Crescimento da Madeira. SAEFD Universidade da Madeira.
17. Frisancho AR. (1977). Developmental Adaptation to High Altitude Hypoxia. *Int J Biometeorol.* 21:135-46.
18. Garn SM. (1955). Relative Fat Patterning: An Individual Characteristic. *Hum Biol.* 27:75-89.
19. Himes JH. (2004). Why Study Child Growth and Maturation? In: Hauspie RC, Cameron N, Molinari L. (eds). *Methods in Human Growth Research.* United Kingdom: Cambridge University Press; p. 3-26.
20. Huber GP, Van de Ven, AH. (1995). *Longitudinal Field Research Methods. Studing Process of Organizational Change.* New Delhi: SAGE Publications.
21. Kemper H, Twisk J. (1995). Design of the Amsterdam Growth Study. In: Kemper HC, ed. *The Amsterdam Growth Study: A Longitudinal Analysis of Health, Fitness and Lifestyle.* Amsterdam: Human Kinectics.
22. Largo RH, Prader A. (1983). Pubertal development in Swiss boys. *Helv Paediatr Acta.* 38(3):211-28.

23. Lerner RM. (1986). *Concepts and Theories of Human Development*. 2 ed. New Jersey: Laurence Erlbaum Associates.
24. Lopes VP, Maia JA, Silva RG, Seabra A, Vasques CM. Estabilidade e Mudança nos Níveis de Actividade Física. (2005). Uma Revisão da Literatura Baseada na Noção e Valores do *Tracking*. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano*. 7(2):76-86.
25. Maia JA, Lopes VP. (2001). Desenvolvimento Motor: Notas Breves Sobre o Estado de Conhecimento e Propostas de Pesquisa. *Rev Port Cien Desp*. 1(1):65-72.
26. Maia JA, Lopes VL. (2003). Um Olhar Sobre Crianças e Jovens da Região Autónoma dos Açores. Implicações para Educação Física, Desportos e Saúde. Porto: FCDEF; 2003.
27. Maia JA, Garganta RM, Seabra A, Lopes VP, Prista A, Freitas D. (2004). Uma Nota Didáctica Breve no Uso Esclarecido de Procedimentos Estatísticos em Análise de Dados Repetidos no Tempo. Um Estudo Guiado para Investigadores das Ciências do Desporto. *Rev Port Cien Desp*. 4(3):115-33.
28. Maia JA, Garganta R, Seabra A, Lopes VP, Vinagre J, Freitas DL, Prista A, Meira Júnior. C. (2005). Dados Longitudinais e Modelação Hierárquica. Um Tutorial Para Investigadores das Ciências do Desporto. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano*. 7(2):94-108.
29. Maia JA, Souza MA, Fermio RC, Seabra A, Silva SP, Garganta RS, Bustamante AV, Lopes VP, Prista A, Freitas DL. (2007). Análise e Interpretação dos Níveis de Actividade Física de Crianças: Um Tutorial Baseado na Modelação Hierárquica ou Multinível. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano*. 9(4):424-35.
30. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. (2004). *Growth, Maturation and Physical Activity*. 4ª ed. Books HK, Illinois.

31. Martorell R, Mendoza F, Castillo R. (1988). Poverty and Stature in Children. In: Waterlow, JC, ed. *Linear Retardation in Less Developed Countries*. New York: Raven Press, 57-70.
32. Matton L, Duvigneaud N, Wijndaele K, Philippaerts R, Duquet W, Beunen G, Claessens AL, Thomis M, Lefevre J. (2007). Secular Trends in Anthropometric Characteristics, Physical Fitness, Physical Activity, and Biological Maturation in Flemish Adolescents Between 1969 and 2005. *Am J Hum Biol.* 19(3):345-57.
33. Menard S. (2002). *Longitudinal Research*. London: Sage University Paper.
34. Mirwald RL. (1980). Saskatchewan Growth and Development Study. In: Ostyn M, Beunen G, Simons, J, (eds). *International Series on Sports Sciences: Kinanthropometry II*. Baltimore: University Park Press.
35. Nahas MV, Petroski EL, Jesus JF, Silva OJ. (1992). Crescimento e Aptidão física Relacionada à Saúde em Escolares de 7 a 10 anos – Um Estudo Longitudinal. *Rev. Bras. Cienc. Esporte.* 14(1): 7-17.
36. Nesselroade JR, Gerstorf D, Hardy SA, Ram N. (2007). Idiographic Filters for Psychological Constructs. *Measurement.* 5(4):217-35.
37. Newman B, Newman PR. (2007). *Theories of Human Development*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
38. Onis M, Garza C, Victora CG, Onyango AW, Frongillo EA, Martines J. (2004). The WHO Multicentre Growth Reference Study: Planning, Study Design, and Methodology. *Food Nutr Bull.* 25(1):S15-S26.
39. Onis M, Onyango AW, Borgui 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):660-7.
40. Prader A. Catch-up Growth. (1978). *Postgrad Med J.* 54(1):133-46.

41. Prah-Andersen B, Kowalski CJ. (1997). Analysis of Cohort Effects in Mixed Longitudinal Data Sets. *Int J Sports Med.* 18:S186-S94.
42. Kemper H, Twisk J. (1995). Design of the Amsterdam Growth Study. In: Kemper HC, (ed). *The Amsterdam Growth Study: A Longitudinal Analysis of Health, Fitness and Lifestyle.* Amsterdam: Human Kinectics. 8-15.
43. Riddoch C, Edwards D, Page A, Froberg K, Sigmund A, Wedderkopp N, Brage S, Ashley RC, Sardinha LB, Harro M, Klasson L, Van Mechelen W, Boreham C, Ekelund U, Andersen LB. (2005). The European Youth Heart Study - Cardiovascular Disease Risk Factors in Children: Rationale, Aims, Study Design, and Validation Methods. *J Phys Act Health.* 2:115-29.
44. Rigby RA, Stasinopoulos DM. (2004). Smooth Centile Curves for Skew and Kurtotic Data Modelled Using the Box-Cox Power Exponential Distribution. *Statistics in Medicine.* 23(19):3053 -76.
45. Roche AF, Chumlea WC, Thissen D. (1988). *Assessing the Skeletal Maturity of the Hand-Wrist: Fels Method.* Springfield, Illinois: C.C Thomas.
46. Roche AF. (1992). *Growth, Maturation and Body Composition. The Fels Longitudinal Study 1929 – 1921: Cambridge University Press.*
47. Roche A, Guo SS, Towne B. (1997). Opportunities and Difficulties in Long-Term Studies of Growth. *Int J Sports Med.* 18:S151-S61.
48. Scammon RE. (1927). The First Seriatim Study of Human Growth. *Am J Phys Anthropol.* (3):329-36.
49. Scarr S. (1992). Developmental Theories for the 1990s: Developmental and Individual Differences. *Child Dev.* 63(1):1-19.
50. Tanner JM. (1962). *Growth at Adolescence.* 2<sup>a</sup> ed. Oxford: Blackwell Scientific; 1962.
51. Tanner JM. (1963). The Regulation of Human Growth. *Child Development.* 34:817-47.

52. Tanner JM, Whitehouse R, Takaishi M. (1966a). Standards from Birth to Maturity for Height, Weight, Height Velocity, and Weight Velocity: British Children, 1965, Part II. *Archives of Disease n Childhood*. 41:454-71.
53. Tanner JM, Whitehouse R, Takaishi M. (1966b). Standards from Birth to Maturity for Height, Weight, Height Velocity, and Weight Velocity: British Children, 1965, Part II. *Archives of Disease n Childhood*. 41:613-35.
54. Tanner JM. (1981). *A History of the Study of the Human Growth*: Cambridge University Press.
55. Thomis M, Towne B. (2006). Genetic Determinants of Prepubertal and Pubertal Growth and Development. *Food Nutr Bull*. 27(4):S257-S78.
56. Van Mechelen W, Mellenberg, GJ. (1997). Problems and Solutions in Longitudinal Research: From Theory to Practice. *Int J Sports Med*. 18:S238-S45.
57. Ulijaszek S. (2006). The International Growth Standard for Children and Adolescents Project: Environmental Influences on Preadolescent and Adolescent Growth in Weight and Height. *Food Nutr Bull*. 27(4):S279-S94.
58. Waltrick A, Duarte MF. (2000). Estudo das Características Antropométricas de Escolares de 7-17 Anos. Uma Abordagem Longitudinal-Mista e Transversal. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano*. 2(1):17-30.

## **Capítulo 3**

---

### ***Estudo Metodológico***

#### **Maturação biológica: da sua relevância à aprendizagem do método TW3**

*The relevance of training in the TW3 method for the evaluation of  
biological maturation*

---

Simonete Silva<sup>1</sup>, Gaston Beunen<sup>2</sup>, Duarte Freitas<sup>3</sup>, José Maia<sup>4</sup>

**Artigo publicado na Revista Brasileira de Cineantropometria e  
Desempenho Humano, Volume 12 (5), p. 352-358, 2010.**

<sup>1</sup>Universidade Regional do Cariri – Departamento de Educação Física – Ceará, Brasil

<sup>2</sup>Katholieke Universiteit Leuven, Leuven – Bélgica

<sup>3</sup>Universidade da Madeira - Departamento de Educação Física e Desporto. Região Autónoma da Madeira – Portugal

<sup>4</sup>Laboratório de Cineantropometria, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto – Portugal





## **RESUMO**

Este estudo teve os seguintes objetivos: (1) apresentar procedimentos metodológicos utilizados na estimação da idade óssea; (2) descrever o método Tanner-Whitehouse (TW3), e (3) destacar os resultados da reprodutibilidade deste método em crianças e jovens. A metodologia adotada na preparação do processo de aprendizagem e reprodutibilidade do método TW3 foi estruturada em três fases tendo sido realizadas em duas Instituições de ensino (Portugal e Bélgica), sob a orientação e supervisão de avaliadores experientes. Após várias etapas de treinamento os resultados alcançados na avaliação inter e intra-observador situaram-se entre 81,3 e 87,9%. Os resultados finais do estudo possibilitaram comprovar a eficácia de um rigoroso processo de treino como elemento essencial na preparação prévia do avaliador para a utilização da avaliação da maturação esquelética com base no método TW3.

**Palavras-chave:** crescimento e desenvolvimento; avaliação; radiografia; reprodutibilidade dos testes

.



## **ABSTRACT**

The purposes of this study were: (1) to present methodological procedures used in the estimation of bone age; (2) describe the Tanner-Whitehouse method (TW3); and (3) highlight the results of the reproducibility of this method in children and youth. The methodology adopted in the preparation of the learning process and reproducibility TW3 method was structured in three phases and was conducted in two educational institutions (Portugal and Belgium), under the guidance and supervision of experienced raters. After several stages of training in rating radiographs inter and intra-observer reliability ranged between 81.3 and 87.9%. The final results of the study confirmed the effectiveness of a rigorous training process as an essential element in preparing the TW3 rater prior to the use of the evaluation skill in assessing skeletal maturation.

**Key words:** growth and development; assessment; radiography; reproducibility of results



## 1. Introdução

Franz Boas (1858-1942) um dos fundadores da Auxologia Moderna salientou, no seu tempo, que a idade cronológica não era o melhor indicador para identificar o *timing* (momento em que ocorre um dado evento maturacional) e *tempo* (ritmo com que esse evento se manifesta) nas alterações que se verificam em diferentes características biológicas. É de entendimento generalizado, que o *timing* e *tempo* dos diferentes indicadores de maturação biológica são independentes da idade cronológica. Num grupo de crianças do mesmo sexo e idade cronológica ocorrem variações na idade biológica ou na maturidade alcançada, i.e., as crianças apresentam trajetórias próprias em direção ao estado adulto, o que lhes confere estatutos maturacionais distintos, comumente denominados de ‘avançado’, ‘normal’ e ‘atrasado’<sup>1</sup>.

A avaliação da maturação biológica é uma prática comum na área da Medicina e da Auxologia Desportiva. No domínio das Ciências do Desporto, o seu uso tem sido variado, de que destacamos: identificar o *timing* do salto pubertário e idade no pico de velocidade da altura<sup>2</sup>; estimar a velocidade de crescimento e previsão da estatura adulta<sup>3</sup>; descrever e interpretar o significado da variação da maturação esquelética em função da idade cronológica<sup>4</sup>.

Na literatura são referenciados os seguintes sistemas: maturação esquelética, sexual, somática, dentária e bioquímica/hormonal. É unânime considerar que a maturação esquelética é o melhor sistema para avaliar a idade biológica e o estatuto maturacional de uma criança ou jovem. São bem conhecidas as mudanças na forma, tamanho e densidade do osso durante o crescimento, o que permite a sua avaliação e atribuição de significado em termos de “distância” relativamente ao estado adulto ou maturo. As mudanças que ocorrem em cada osso desde o início do seu processo de ossificação até à morfologia adulta são uniformes e ocorrem de modo regular e irreversível<sup>1</sup>.

A estimação da idade óssea de uma criança ou jovem exige uma elevada precisão. Embora os métodos disponíveis apresentem alguma facilidade operacional, é exigido do avaliador o conhecimento minucioso das

especificidades do método e fundamentalmente, uma considerável experiência prática. O controle e a qualidade dos resultados de avaliação são os pilares de qualquer pesquisa científica. Esta processologia não está publicada em livros de texto nem artigos no espaço lusófono da Educação Física e Ciências do Desporto. Decorrem daqui os objetivos do presente artigo: apresentar os procedimentos metodológicos utilizados na estimação da idade óssea em crianças e jovens; descrever o método Tanner-Whitehouse 3 (TW3)<sup>5</sup> e, esboçar os resultados de um treinamento para a reprodutibilidade do método em crianças e jovens.

## **2. Procedimentos Metodológicos**

### **2.1 Maturação Esquelética**

O procedimento de verificação do progresso esquelético a partir do raio X da mão e do punho tem sido o mais comumente utilizado pelos pesquisadores para determinar a idade biológica<sup>2</sup>. Os ossos da mão e do punho fornecem as bases para a avaliação da maturação esquelética, uma vez que esta região anatômica permite a observação das alterações que ocorrem desde o período neonatal até ao final da fase de crescimento estatural. Esta zona anatômica apresenta uma grande diversidade de núcleos epifisiários, possui um “grande” número de ossos, evidencia uma maior facilidade de obtenção da imagem radiográfica com menor exposição à radiação. Dentre os métodos de avaliação da maturação esquelética os mais utilizados são os de Greulich-Pyle<sup>6</sup>, Tanner-Whitehouse<sup>5,7-8</sup>, Fels<sup>9</sup> e Sempé<sup>10</sup>. Também foram sugeridas algumas abordagens de estimativa da idade óssea com base na avaliação de outros segmentos anatômicos, tais como: o joelho<sup>11</sup>, tornozelo e pé<sup>12</sup>.

### **2.2 O Método Tanner-Whitehouse**

O Método Tanner-Whitehouse (TW) é atualmente o mais utilizado na literatura internacional. É caracterizado pela abordagem específica do osso. Foi

inicialmente publicado em 1975<sup>7</sup> e conhecido como TW1. Posteriormente, em 1983, foi ampliado e reeditado, sendo designado por TW2<sup>8</sup>. As referências do TW1 e TW2 basearam-se numa amostra de 3.000 crianças britânicas. No TW3, editado em 2001<sup>5</sup>, a amostra incluiu, para além das crianças britânicas do método original, crianças belgas, espanholas, italianas, argentinas, americanas e japonesas. No TW3 é possível estimar, separadamente, a idade óssea do rádio, ulna e ossos curtos [escala RUS (13 ossos)] e a idade dos ossos do carpo [escala do carpo ou 'carpal' (7 ossos)]. Em consonância com a tendência secular positiva em muitos países, nesta última versão foram revisados os *scores* para os ossos avaliados. Foi adotada uma nova escala de conversão dos valores de maturidade esquelética em que as idades de alcance da maturidade óssea diminuíram para 15.0 anos nas meninas e 16.5 nos rapazes; na versão TW2 eram de 16.0 e 18.2, respectivamente.

A classificação dos estágios evolutivos dos núcleos ósseos, independentemente da versão (TW, TW2 ou TW3), é feita da seguinte forma: o estágio 'A' representa o momento em que o núcleo ósseo ainda não é visível, recebendo um *score* igual a zero, enquanto que nos estágios subsequentes, são igualmente representados por letras de B até H ou I, com *scores* que vão de 0 a 1000. São avaliados os ossos do rádio, ulna, metacarpos, falanges proximais, falanges médias (III, V) e falanges distais (I, III, V). Após a definição dos estágios de cada osso e seu respectivo *score*, a idade óssea pode ser estimada aplicando-se o somatório dos *scores* obtidos; para tanto são apresentadas tabelas com os valores representativos para cada idade óssea e para cada sexo. No *software* do TW3 (*RUSBoneAge version 1.0*), disponibilizado no livro *Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method)*, é possível calcular automaticamente a idade óssea, um *score Z*, bem como a posição percentílica encontrada para uma determinada idade.

A avaliação dos estágios de maturidade do osso é realizada com base na descrição teórica, na observação do osso na radiografia e na comparação com o diagrama ilustrativo (manual). A descrição teórica deve prevalecer como

critério de análise principal. São descritos para cada osso 1, 2 ou 3 critérios. Nos casos em que apenas um critério for descrito para o estágio, então este deve ser satisfeito para que o determinado estágio seja considerado; quando dois critérios são indicados, um deles deve ser satisfeito; do mesmo modo, quando são indicados três critérios, então dois deles devem ser alcançados. Paralelamente, o critério 1 do estágio anterior deve ser alcançado para a atribuição do estágio seguinte.

A aprendizagem do método não é fácil e requer um treino relativamente moroso que exige controles frequentes de qualidade. Daqui que se tenha pensado em informatizar o processo de leitura. Estão disponíveis algumas abordagens, se bem que não possuam ainda o grau de precisão desejada para a leitura e determinação da idade óssea (ver, por exemplo: Tanner e Gibbons<sup>13</sup>; Fernández et al.,<sup>14</sup>).

### 2.3 Processo de aprendizagem e controle de qualidade

A implementação do método TW3 requer atenção e uma considerável experiência prática. A atribuição de um estágio de maturação equivocado, por exemplo, no rádio e/ou ulna, pode representar uma diferença de aproximadamente 0,50 anos na estimacão da idade óssea final.

Tem sido sugerido pelos pesquisadores mais renomados da área que no decurso da aprendizagem de qualquer um dos métodos de avaliação da maturação esquelética seja realizada uma preparação prévia do avaliador. É essencial o treinamento sob a supervisão de um avaliador experiente e o controle sistemático da qualidade dos resultados.

A aprendizagem do método TW3 no presente estudo está estruturada em três etapas. A primeira etapa consistiu no exame detalhado da anatomia da mão e do punho e no estudo do método Tanner-Whitehouse, versão TW3<sup>5</sup>. A segunda etapa baseou-se no acompanhamento da leitura de 225 radiografias realizadas por um avaliador experiente (Duarte Freitas) e decorreu na Universidade da



Madeira. Em função do caráter puramente introdutório desta fase, não foram efetuados quaisquer cálculos relativos às estimativas de fiabilidade. A terceira etapa foi realizada na *Katholieke Universiteit Leuven*, Leuven/Bélgica, sob a supervisão de Gaston Beunen (GB), pesquisador de renome mundial, autoridade reconhecida no domínio da Maturação Biológica, responsável pelo *A Longitudinal Study of Belgian Boys*<sup>2</sup>. Nesta etapa a preparação teve a duração de 15 dias e foi dividida em três sub etapas: (1) avaliação de uma série de 46 radiografias para se estimar o nível de concordância intra e inter-observadores; (2) realização de nova série de leituras de 40 radiografias padrão utilizadas no *Harpenden Growth Study*<sup>15</sup>; e (3) avaliação de 40 radiografias oriundas do Projeto Crescer com Saúde no Cariri (um estudo da dinâmica do crescimento somático, maturação biológica e desempenho desportivo-motor de crianças e jovens, desenvolvido em Juazeiro do Norte, Ceará, durante o período de 2006 a 2009). Esta última etapa do treinamento foi complementada no Porto (Portugal) e em Juazeiro do Norte-Ceará (Brasil).

A seleção das radiografias utilizadas no processo de treinamento foi feita de modo aleatório. Para cada radiografia a ser avaliada apenas se tinha a informação de um número de identificação, não sendo conhecido a idade cronológica, nem o sexo da criança. Conforme sugerido no método TW3, optamos pela avaliação da escala RUS. Os instrumentos de apoio utilizados para a avaliação das radiografias foram os seguintes: negatoscópio, compasso, lupa e fichas para anotação dos estágios de maturidade.

#### 2.4 Procedimentos estatísticos

O número de acordos/desacordos foi contabilizado através da conferência dos estádios de maturidade atribuídos por cada investigador e calculados os percentuais de concordância inter e intra-observador.

### 3. Resultados

O Tabela 1 destaca os resultados da avaliação inter-observadores alcançados na primeira série de radiografias (n=46) tendo por base os estágios de maturidade atribuídos pela 1ª autora do presente estudo [Simonete Silva – (SS)] e os estágios atribuídos pelos Profs. Gaston Beunen (GB) e Noel Cameron (NC).

O valor médio de concordância é de 68,0%, com uma variação de acordos entre os ossos de 59,0 a 80,0%. Há um problema de sobre-estimação média de 28,0% para todos os ossos avaliados, com uma amplitude de variação situada entre 7,0% (ulna) a 39,0% (rádio). A análise individual de cada osso, por exemplo, do rádio (61,0%), metacarpo III e V (63,0% e 59,0%) e as Falanges proximais III e V (59,0%), salientou concordâncias moderadas. Por outro lado, para a ulna o percentual de atribuição de um estágio anterior (-1) situou-se num patamar ligeiramente elevado (13,0%).

**Tabela 1.** Avaliação Inter-observadores: SS–GB/NC

<b>Ossos</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Rádio	0,0	61,0	39,0
Ulna	13,0	80,0	7,0
Metacarpo I	4,0	65,0	31,0
Metacarpo III	2,0	63,0	35,0
Metacarpo V	2,0	59,0	39,0
Falange Prox. I	0,0	77,0	22,0
Falange Prox. III	4,0	59,0	37,0
Falange Prox. V	2,0	59,0	39,0
Falange Medial III	4,0	77,0	19,0
Falange Medial V	7,0	71,0	22,0
Falange Distal I	0,0	76,0	24,0
Falange Distal III	4,0	72,0	24,0
Falange Distal V	2,0	70,0	28,0
<b>Média</b>	<b>4,0</b>	<b>68,0</b>	<b>28,0</b>

-1 = estágio anterior; 0 = acordo; +1 = estágio à frente

Os resultados da avaliação intra-observador (SS1 – SS2) utilizando a mesma série de radiografias (n=46) são apresentados na Tabela 2. As releituras foram realizadas 4 dias após a primeira avaliação e de forma aleatória. A

concordância entre as duas avaliações foi elevada (81,6%). Contudo, há alguma sobre estimação de estágios de maturidade (16,9%), com uma variação média entre 9,0 a 28,0%.

**Tabela 2.** Avaliação Intra-observador: SS1 – SS2

<b>Ossos</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Rádio	0,0	77,0	23,0
Ulna	7,0	83,0	10,0
Metacarpo I	0,0	78,0	22,0
Metacarpo III	2,0	81,0	17,0
Metacarpo V	2,0	70,0	28,0
Falange Prox. I	2,0	89,0	9,0
Falange Prox. III	0,0	85,0	15,0
Falange Prox. V	0,0	85,0	15,0
Falange Medial III	0,0	83,0	17,0
Falange Medial V	0,0	83,0	17,0
Falange Distal I	0,0	85,0	15,0
Falange Distal III	2,0	83,0	15,0
Falange Distal V	4,0	79,0	17,0
<b>Média</b>	<b>1,5</b>	<b>81,6</b>	<b>16,9</b>

-1 = estágio anterior; 0 = acordo; +1 = estágio à frente

Os resultados da avaliação da segunda série de 40 radiografias sorteadas de um universo de 112 e comparadas aos resultados dos estágios de maturidade anteriormente atribuídos pelos avaliadores Gaston Beunen (GB) e Reginald Whitehouse (RW) são descritos na Tabela 3. Os valores alcançados revelam um percentual elevado de concordância com os experientes avaliadores (81,3%). O intervalo compreende valores percentuais entre 75,0 a 90,0. Os valores médios atribuídos ao estágio anterior (-1) e à frente (+1) são 10,4 e 8,3%, respectivamente. Os percentuais de discordâncias mais elevados foram encontrados para os seguintes ossos: rádio (17,5%), ulna (-22,5%), falanges médias III e V (15,0 e -15,0%) e falange distal V (-15,0%).

**Tabela 3.** Avaliação Inter-observadores: SS–GB/RW

<b>Ossos</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Rádio	7,5	75,0	17,5
Ulna	22,5	75,0	2,5
Metacarpo I	10,0	77,5	12,5
Metacarpo III	10,0	77,5	12,5
Metacarpo V	10,0	85,0	5,0
Falange Prox. I	15,0	80,0	5,0
Falange Prox. III	10,0	90,0	0,0
Falange Prox. V	5,0	87,5	7,5
Falange Medial III	15,0	80,0	5,0
Falange Medial V	7,5	77,5	15,0
Falange Distal I	5,0	87,5	7,5
Falange Distal III	2,5	90,0	7,5
Falange Distal V	15,0	75,0	10,0
<b>Média</b>	<b>10,4</b>	<b>81,3</b>	<b>8,3</b>

-1 = estágio anterior; 0 = acordo; +1 = estágio à frente

Na Tabela 4 são apresentados os resultados das avaliações intra-observador (SS1-SS2) referente à 3ª etapa do treinamento. A amostra foi constituída por 40 radiografias sorteadas de um universo de 413 oriundas do Projeto Crescer com Saúde no Cariri. Nesta fase somente foi realizada a avaliação intra-observador, dado que as radiografias utilizadas nunca haviam sido avaliadas, portanto não possuíam nenhuma referência anterior para efeito de comparação.

Os resultados mostram uma elevada consistência na atribuição dos estágios de maturidade para todos os ossos avaliados. Os valores médios de concordância aumentaram (87,9%), com um percentual de variação média entre os ossos situados entre 80,0 (rádio, metacarpo V) a 95,0% (falange proximal I). Os valores de atribuição de estágios anteriores (-5,4%) ou à frente (+6,7%) diminuíram evidenciando, também, um maior equilíbrio entre estes dois últimos percentuais de desacordo.

**Tabela 4.** Avaliação Intra-observador: SS1–SS2 (n=40)

<b>Ossos</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>+1</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Rádio	7,5	80,0	12,5
Ulna	12,5	85,0	2,5
Metacarpo I	7,5	90,0	2,5
Metacarpo III	2,5	87,5	10,0
Metacarpo V	5,0	80,0	15,0
Falange Prox. I	2,5	95,0	2,5
Falange Prox. III	7,5	87,5	5,0
Falange Prox. V	7,5	90,0	2,5
Falange Medial III	5,0	87,5	7,5
Falange Medial V	7,5	87,5	5,0
Falange Distal I	5,0	90,0	5,0
Falange Distal III	0,0	90,0	10,0
Falange Distal V	0,0	92,5	7,5
<b>Média</b>	<b>5,4</b>	<b>87,9</b>	<b>6,7</b>

-1 = estágio anterior; 0 = acordo; +1 = estágio à frente

#### 4. Discussão

Este estudo teve por objetivos apresentar os procedimentos metodológicos na estimação da idade óssea, descrever o método TW3 e reportar a reprodutibilidade do método TW3 em crianças e jovens. A produção de textos relativos ao treino e controle de qualidade na leitura de radiografias da mão e punho é praticamente inexistente. Todavia, há um conjunto considerável de publicações sobre a comparação de métodos, principalmente entre o TW e o Greulich-Pyle. Este último foi apresentado na década de 50, com base numa amostra de referência de 200 crianças de ambos os sexos, provenientes de famílias de médio a alto nível sócio-econômico do Estado de Ohio, EUA.

Qualquer que seja o método escolhido na estimação da idade óssea de uma criança ou amostra representativa de uma dada população, a aceitação dos resultados pela comunidade científica exige o conhecimento da qualidade das leituras efetuadas. Os fatores que dificultam a precisão dos resultados atribuídos às estimativas de idade óssea estão relacionados com diferentes itens, como por exemplo, o método utilizado, o nível de experiência do avaliador e a sistematização do controle e qualidade dos resultados.

Os métodos de avaliação da maturação esquelética são similares, embora apresentem diferenças entre si nos indicadores e escalas de maturidade (*scores*) e, sobretudo, nas amostras utilizadas como referência na construção

de cada método. Daqui que as estimativas de idade óssea atribuídas com base num determinado método possam variar relativamente a um outro<sup>1</sup>.

Malina *et al.*,<sup>16</sup> realizaram um estudo cujo objetivo principal foi comparar os resultados da avaliação da maturação esquelética realizada com dois métodos diferentes, o TW3 e Fels. A amostra foi constituída por 40 atletas de futebol com idades compreendidas entre os 12,5 e 16,1 anos. Os resultados apontaram uma discrepância entre os dois métodos com diferenças estatisticamente significativas, indicando um maior avanço maturacional para os atletas avaliados pelo método TW3. Na população brasileira, Haiter Neto *et al.*,<sup>17</sup> realizaram um estudo que teve como objetivo verificar se os métodos de estimativa da idade óssea de Greulich & Pyle (GP) e Tanner & Whitehouse poderiam ser aplicados à população brasileira e qual destes métodos seria o mais confiável quando comparados à idade cronológica. Foram analisadas 160 radiografias de crianças de ambos os sexos dos 6 aos 14 anos de idade. Em ambos os métodos os resultados demonstraram correlações elevadas com a idade cronológica das crianças ( $r=0,95$ ). Face a fatores de correção introduzidos, os autores concluíram que os dois métodos são aplicáveis à população Brasileira.

É inequívoca a necessidade de um treinamento rigoroso sob a orientação e supervisão de “*experts*” durante o processo de aprendizagem de qualquer método de estimativa de maturação óssea. Contudo, foi localizada uma exceção a esta regra e que é referida pelo Prof. Gaston Beunen ao relatar o seu processo de aprendizagem do método Tanner-Whitehouse baseado no auto-didatismo, embora nunca deva ser recomendado<sup>18</sup>. No início da sua carreira atingiu elevados valores de concordância com experientes avaliadores (83,2%). Mais adiante, em 1979, quando da ocasião das suas pesquisas mais avançadas, atingiu 92,2% de concordância com o Prof. Noel Cameron. É sugerido que durante o processo de treinamento o aprendiz seja confrontado com diferentes avaliadores experientes, bem como a utilização de radiografias de uma faixa etária de idade o mais alargada quanto possível. Isto possibilita uma maior segurança na atribuição da idade óssea em diferentes idades.

Tal como referido anteriormente, a atribuição da idade óssea reclama um treinamento exigente e muito controlado da parte dos avaliadores. Não obstante esta necessidade não há muitos estudos disponíveis na literatura relativos a este processo de aprendizagem. Decorre daqui a urgência da menção desta etapa de formação do avaliador por forma a descrever, com detalhe todo o processo, sobretudo no espaço lusófono onde é ainda insuficiente a produção de estudos científicos que incluam as informações advindas da avaliação da maturação esquelética.

Um bom exemplo de estudo de controle e qualidade dos resultados é apresentado por Beunen e Cameron<sup>18</sup>. A verificação da fiabilidade inter observadores baseado no método TW2, demonstrou um percentual de acordos entre Gaston Beunen e Riche Whitehouse (GB – RW) de 83,6%, com uma discordância de -9,7% e +6,5%. Quando as mesmas radiografias foram lidas por Gaston Beunen e Noel Cameron (GB – NC), o percentual de acordo foi de 83,2% (-5,3% – +11,1%). Estes resultados estão muito próximos dos alcançados na fase final de treinamento do estudo apresentado neste artigo.

Um outro estudo utilizando uma metodologia similar for desenvolvido no âmbito do Estudo de Crescimento da Madeira<sup>19</sup>. A equipe de avaliadores foi composta por dois médicos e pelo pesquisador principal (Duarte Freitas). Os resultados da fiabilidade inter-observadores (avaliadores da Madeira e Gaston Beunen – Mad/GB) foi de 81,3% e intra-observador (Mad/Mad) foi de 91,8%. Estes resultados são semelhantes aos alcançados na fase final do presente estudo.

Molinari *et al.*,<sup>20</sup> publicaram um estudo no âmbito do *First Zurich Longitudinal Study*, cujo propósito, entre outros, foi construir valores de referência para as idades de alcance dos estágios finais de maturidade óssea para as escalas RUS e Carpal em ambos os sexos com base no método TW3. A amostra foi constituída por 232 crianças suíças que foram sucessivamente avaliadas desde os 3 meses de idade até completar os 20 anos. As leituras das radiografias foram efetuadas por 4 observadores diferentes que haviam sido submetidos a um intensivo treinamento direcionado à avaliação exclusiva de determinadas faixas etárias. O estudo da fiabilidade entre avaliadores salientou os seguintes

percentuais de concordâncias: 43,0% (capitato), 62,0% (trapezóide) a 84,0% (falange distal III). Os percentuais de desacordo situaram-se entre 1.8 a 5.7%.

Relativamente aos resultados alcançados no presente estudo, percebe-se que os valores médios de concordância com os avaliadores experientes vão aumentando à medida que o processo de treino avança. Os valores de concordância, utilizando-se diferentes radiografias, passaram de 68,0% na primeira fase para 81,3%; do mesmo modo, os valores de sobrestimação caíram de 28,0% para 8,3%. Importa referir que a orientação de um especialista possibilitou a eliminação de algumas dúvidas no que se refere às particularidades do método, bem como nas eventuais anormalidades encontradas em alguns ossos. Verifica-se, também, que o rádio e a ulna foram os ossos que apresentaram as maiores flutuações nos percentuais de desacordo. A maior dificuldade na avaliação destes ossos reside na atribuição dos estágios finais maturidade: 'H' e 'I' para o rádio e 'G' e 'H' para a ulna. O início da fusão e a fusão completa entre a epífise e a diáfise são difíceis de visualizar e, na maioria das vezes, de difícil interpretação. No Estudo de Crescimento da Madeira<sup>19</sup>, o percentual de acordos inter-observadores (Gaston Beunen e Madeira) foi de 80,0% para o rádio e 74,0% para a ulna.

Os valores de concordância na avaliação inter e intra-observadores foram elevados (81,3 e 87,9%, respectivamente) no presente estudo. Do mesmo modo, verificou-se um equilíbrio entre os valores atribuídos acima e abaixo (-10,4 e +8,3 e -5,4 e +6,7%), para as avaliações inter e intra-observadores, respectivamente. Importa salientar que uma margem de erro associada às avaliações é comumente verificada, mesmo entre os avaliadores mais experientes neste domínio como são os professores Robert Malina, Gaston Beunen e Noel Cameron. Apesar de serem os maiores especialistas na área, nunca reportaram uma variância erro de zero ou proporção de acordos de 100%. Os resultados do presente estudo estão em conformidade com os valores de reprodutibilidade do método Tanner-Whitehouse observados na Bélgica<sup>18</sup> e em Portugal<sup>19</sup>.



## **5. Conclusões**

O método TW3 é dentre os métodos disponíveis na literatura dos mais utilizados para a avaliação da maturação esquelética. A fiabilidade e a consistência dos resultados atribuídos pelo avaliador estão condicionadas a uma adequada preparação prévia.

Os procedimentos metodológicos adotados na processologia de treino descritos neste artigo seguiram as recomendações de experientes avaliadores e que participaram do processo de treinamento semelhante. Estes procedimentos possibilitaram a aquisição de uma maior experiência e resultados consistentes na aprendizagem e reprodutibilidade do método TW3. Deste modo os erros de avaliação de idade óssea serão muito reduzidos, possibilitando um maior rigor na interpretação da variabilidade observada no crescimento somático e desempenho motor.

Em suma, o presente estudo constitui um exemplo robusto e rigoroso na preparação da avaliação da maturação esquelética de crianças e jovens com base no método TW3.

## **6. Referências bibliográficas**

1. Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. Growth, Maturation and Physical Activity. 4ª ed. Human Kinetics Books, Illinois. 2004.
2. Beunen G, Malina R, Van't Hof M, Simons J, Ostyn M, Renson R, Van Gerven D. Adolescent Growth and Motor Performance. A Longitudinal Study of Belgian Boys. Publishers HK. 1988.
3. Thomis M, Claessens A, Lefevre J, Philippaerts Renaat, Beunen Gaston, Malina R. Adolescent growth spurts in female gymnasts. J Pediatr 2005;146(2):239-44.

4. Machado D, Barbanti VJ. Maturação Esquelética e Crescimento em Crianças e Adolescentes. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 2007;9(1):12-20.
5. Tanner JM, Healy MJR, Goldstein H, Cameron N. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 Method). 3th ed: W.B. Saunders. 2001.
6. Greulich W, Pyle SI. Radiografic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Califórnia: Standford University Press; 1959.
7. Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MJR & Goldstein H. Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method). New York: Academic Press; 1975.
8. Tanner JM, Whitehouse R, Cameron N, Marshall W, Healy M, Goldstein H. Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW2 Method). New York: Academic Press; 1983.
9. Roche AF, Chumlea WC, Thissen D. Assessing the Skeletal Maturity of the Hand-Wrist: Fels Method. Springfield, Illinois: CC Thomas; 1988.
10. Sempé M, Pavía C. Maduración Osea - Método Auxorradiográfico. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A; 1994.
11. Pyle SI, Hoerr Normand L. Radiographic atlas of skeletal development of the knee. Springfield: Charles C. Thomas Publisher; 1955.
12. Hernández M, Sanchez E, Sobradillo B, Rincón J. Skeletal Maturation and Height Prediction: Atlas and Scoring Methods. Ediciones Diaz de Santos, S.A. Madrid, 1991.
13. Tanner JM, Gibbons RD. A computerized image analysis system for estimating Tanner-Whitehouse 2 bone age. *Horm Res* 1994;42(6):282-7.

14. Fernández A, De Luis-García R, Martín-Fernández MA, Alberola-López C. A computational TW3 classifier for skeletal maturity assessment. A Computing with Words Approach. *J Biomed Inform* 2004;37(2):99-107.
15. Marubini E, Resele L, Tanner J, Whitehouse R. The fit Gompertz and logistic curves to longitudinal data during adolescence on height, sitting height and biacromial diameter in boys and girls of the Harpenden Growth Study. *Human Biology* 1972;44(3):511-24.
16. Malina R, Serratoso Manoel, Morate Luiz F. TW3 and Fels skeletal ages in elite youth soccer players. *Ann Hum Biol* 2007;34(2):265-72.
17. Haiter Neto F, Almeida SM, Leite, CC. Estudo comparativo dos métodos de estimativa de idade óssea de Greulich & Pyle e Tanner Whitehouse. *Pesq Odontol Bras* 2000;14(4):378-84.
18. Beunen G, Cameron N. The reproducibility of TW2 skeletal age assessments by self-taught assessor. *Ann Hum Biol* 1980;7(2):155-62.
19. Freitas D, Maia J, Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Marques A, Rodrigues A, Silva C, Crespo M, Thomis M, Souza A, Malina R. Skeletal maturity and socio-economic status in portuguese children and youths: the Madeira Growth Study. *Ann Hum Biol* 2004;31(4):408-20.
20. Molinari L, Gasser T, Largo RH. TW3 bone age: RUS/CB and gender differences of percentiles for score and score increments. *Ann Hum Biol* 2004;31(4):421-35.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Universidade da Madeira e à *Katholieke Universiteit Leuven*, pela oportunidade de estadia para a realização dos estudos complementares, bem como, à Fundação Para a Ciência e a Tecnologia de Portugal, pelo suporte financeiro (SFRH/BD/32106/2006).



## **Capítulo 4**

---

---

### ***Estudo Empírico***

#### **Growth References for Brazilian Children and Adolescents – Healthy Growth in Cariri Study**

---

---

Simonete Silva<sup>1</sup>, José Maia<sup>2</sup>, Albrecht L. Claessens<sup>3</sup>, Gaston Beunen<sup>3</sup>, Huiq Pan<sup>4</sup>

**Artigo em revisão no periódico *Annals of Human Biology (Inglaterra)***

<sup>1</sup> Departamento de Educação Física, Universidade Regional do Cariri, Ceará, Brazil;

<sup>2</sup> CIFI<sup>2</sup>D Faculty of Sport, University of Porto, Porto, Portugal;

<sup>3</sup> Faculty of Kinesiology and Rehabilitation Sciences, K.U. Leuven, Belgium;

<sup>4</sup> MRC Centre of Epidemiology for Child Health, UCL Institute of Child Health, UK.



## ABSTRACT

**Background:** The dynamics of somatic growth require that appropriate growth charts are made available for specific populations.

**Aim:** (1) to construct reference values for height, body mass and body mass index (BMI) of children and adolescents from the Cariri region, Brazil; (2) to compare the growth of Cariri children with the growth of children from other regions of Brazil; (3) to verify the associations between socioeconomic status and height, body mass and body mass index in children and youth of both sexes, and (4) to compare the Cariri references with the CDC 2000 references.

**Subjects and Methods:** The sample comprised 3311 girls and 3280 boys aged 7 to 17 years, participating in the study “Healthy Growth in Cariri.” Socioeconomic status was defined according to average income and school attendance: private and public. Centile curves for height, body mass and body mass index were constructed separately for each sex using the LMS method.

**Results:** Large differences between children and adolescents from Cariri and those from other distinct regions of Brazil as well as the CDC references were found for height and body mass. These discrepancies are more pronounced in public school children of both sexes at all ages.

**Conclusion:** The growth patterns of the Cariri sample seem to be the result of the impact of a combination of several factors including genetic, socioeconomic, geographic and cultural factors, and most likely the interaction between these factors.

**Key words:** Growth – Populations – Socioeconomic status – Cultural





## **Introduction**

Human growth and development are characterized by their extraordinary capacity for plasticity and population heterogeneity (Bogin, 2001; Ulijaszek, 2006). Both processes are endpoints of exposures to different environmental agents, such as geoclimatic, socioeconomic and cultural that shape the expression of individual genetic potential (Alfaro et al., 2008; Ulijaszek, 2006). Somatic growth is an indicator of a child's health and nutrition status. The dynamics of growth requires that suitable growth charts describing its pattern are made available at the population level. Growth charts are important tools in pediatric and nutritional practices as well as for the physical educator and pediatric sport scientist (Beunen & Malina, 2008). Their value resides in helping to determine the degree to which physiological needs for growth and development are being met during important periods of the growing years (de Onis, 2009).

The Brazilian territory is large and has many socioeconomic disparities clearly seen in different regions and states that are reflected in distinct population characteristics. Although it has a population of about 193 million inhabitants according to the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2009), the country has no national reference charts for somatic growth during the first twenty years of life.

Cariri is a developing region located in the northeast part of Brazil, having a low socioeconomic status when compared to the south, southeast and midwest regions. Furthermore, geoclimatic, socioeconomic wealth and cultural characteristics are very different. This region has a semi-arid climate with annual temperatures ranging between 19° and 35° Celsius. The Cariri population was estimated at 528.398 inhabitants and is divided into eight districts (IBGE, 2009). Juazeiro do Norte is the most important city in the Cariri region. Its population has become quite heterogeneous due to the high rate of migration from other northeast states, motivated by religious reasons. This region has an economy mainly based in industries (small and medium size), commercial activity and especially religious tourism.

It is of interest to develop growth references for this population in order to provide relevant information concerning growth patterns and compare them with other regions from Brazil. Such growth references will provide local authorities with information about the growth status of their children and adolescents, identify groups of children that have special needs and furthermore provide medical people, other health workers, physical educators, sport scientists and trainers with tools to monitor the growth process of their children and adolescents.

In Brazil there are few studies on somatic growth that have produced centile curves for the population of its states or regions. Three cross-sectional studies were selected for comparisons according to their sample size and their local relevance in terms of their utility for pediatricians, nutritionists and physical educators. The first one originated from St. André, a state of São Paulo's southeast region, with a sample of 15.643 subjects of both sexes aged 0-20 years old (Marcondes, 1989); the second sample was from the city of Londrina, south region, comprising 4.289 subjects from both sexes, 7-17 years old (Guedes & Guedes, 1997); the third one originated from the Paraná study, south region, with a sample of 13.216 children and youth of both sexes aged 10-18 years old (Amorim et al., 2009). Finally, the Cariri sample was also compared with the international reference of the CDC 2000 (Kuczmarski, et al., 2002).

This study has four purposes: (1) to present reference values for height, body mass and body mass index (BMI) of children and adolescents from the Cariri region, Brazil; (2) to compare Cariri data with other growth values from different regions of Brazil; (3) to identify the impact of socioeconomic differences of the Cariri sample on height, body mass and body mass index in children and youth of both sexes; and (4) to compare Cariri data with CDC 2000 references (Kuczmarski, et al., 2002).

## Subjects and methods

### Sample

Data were collected from three main cities: Juazeiro do Norte, Crato and Barbalha. The sample comprised 3311 girls and 3280 boys aged 7 to 17 years. Two distinct samples were simultaneously studied during the period of 2006-2009. The first sample came from four longitudinal studies at the ages of 8, 10, 12, and 14 years for 146, 103, 133, and 54 subjects, respectively, who were followed for three consecutive years over six-month intervals for 2616 observations in total. The second sample originated from a cross-sectional study for 3975 subjects. Both samples comprised “healthy” youth participating in the multivariate study, “Healthy Growth in Cariri” (Table I). Socioeconomic status was defined according to the average income and school attendance: private (high level) and public (low level). All measurements were made by highly trained staff following the same procedures as given by Claessens et al. (2008). Height was measured with a portable stadiometer (CARDIOMED® Welmy Model 220) and body mass was measured with a digital scale (TANITA® Model 683W). Body mass index was derived according to the formula:  $\text{weight(kg)/height(m)}^2$ . The “Healthy Growth in Cariri” project was approved by the Ethics Research Committee of the Medical School of Juazeiro (FMJ – ERC n° 01/07).

**Table I.** Sample size by age and sex.

<b>Ages (y)</b>	<b>Girls</b>	<b>Boys</b>	<b>Total</b>
7	117	127	244
8	244	296	540
9	306	300	606
10	394	377	771
11	403	376	779
12	560	520	1080
13	454	414	868
14	411	426	837
15	230	223	453
16	132	148	280
17	60	73	133
<b>Total</b>	<b>3311</b>	<b>3280</b>	<b>6591</b>

Age classification in each group was as follows: for 7+ ages are between 7.01 to 7.99 and the same applies for all ages between 7 and 17 years.

### **Pilot Study**

A pilot study involving all variables (somatic growth, physical fitness, biological maturation, physical activity and maximal oxygen consumption) of the “Healthy Growth in Cariri” was conducted in order to detect possible problems in the field data collection (n=26). Data quality control was made using a reliability study where five children were randomly re-assessed each day of data collection, totaling 377 children that were re-assessed. The technical error of measurement for height was 0.5 cm and 0.2 kg for body mass.

### **Statistical analyses**

Centile curves for height, body mass and body mass index were constructed separately for each sex using the LMS method (Cole et al., 2000; Cole et al., 1998; Cole & Green, 1992) implemented in the software LMSchartmaker Pro version 2.3 (Pan & Cole, 2006). A Box-Cox power transformation was used to normalize the data at each age. Natural cubic splines with knots at each distinct age  $t$  were fitted by maximum penalized likelihood to create three smooth curves:  $L(t)$  the Box-Cox power,  $M(t)$  the median and  $S(t)$  the coefficient of variation. Centile curves at age  $t$  were then obtained as:

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

where  $Z_{\alpha}$  is the normal equivalent deviate for tail area  $\alpha$ , and  $C_{100\alpha}(t)$  is the centile corresponding to  $Z_{\alpha}$ . Equivalent degrees of freedom (edf) for  $L(t)$ ,  $M(t)$  and  $S(t)$  measure the complexity of each fitted curve. Q tests (Pan & Cole, 2004; Royston & Wright, 2000) were used to check the goodness of fit. A Z-score for a given measurement and age in the reference range can be obtained by inverting the above equation.

## Results

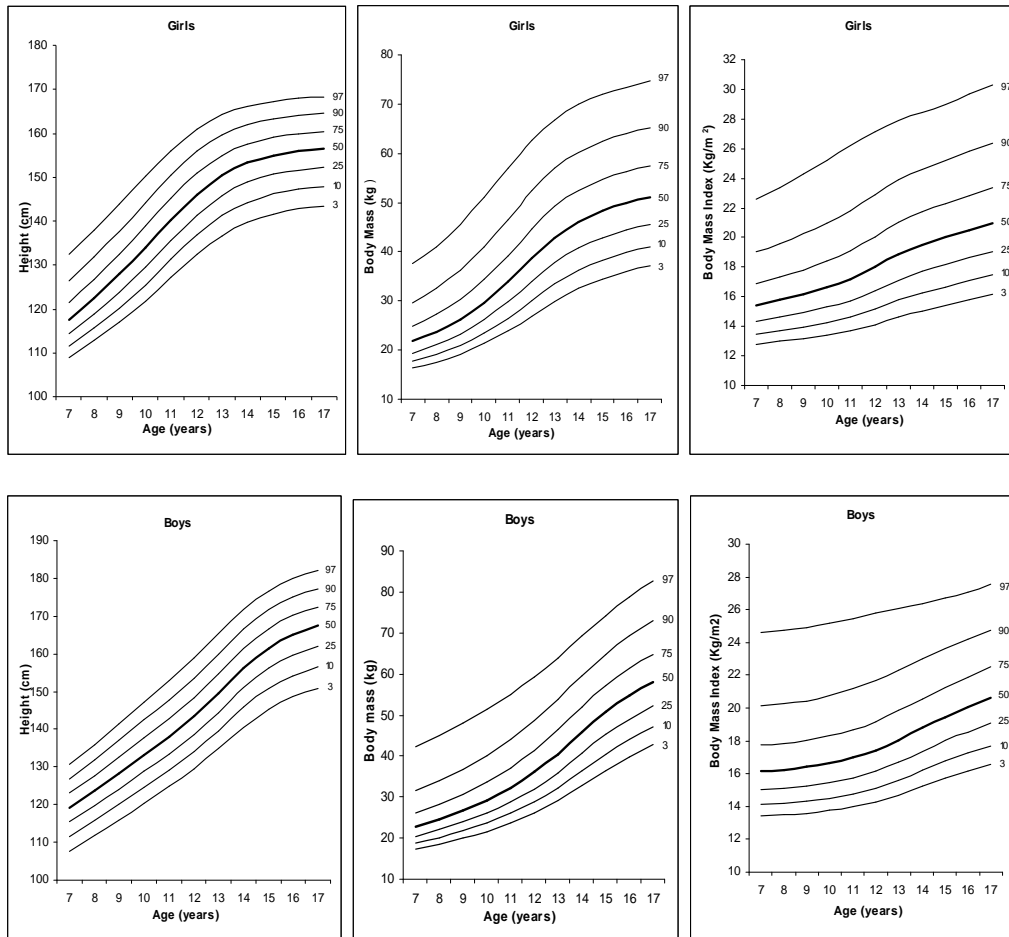
Table II shows the distribution of z-scores for fitted models of height, weight & BMI to check the goodness of fit. This distribution was compared to the expected values of the normal distribution in each centile, showing their closeness to the expected distribution. With few exceptions, the observed percentage in each centile category corresponds quite closely with the normal distribution for each of the three somatic characteristics. The same procedure was applied to both public and private schools in each gender and similar distributions were found.

**Table II.** Distribution of Z-scores of height, body mass and BMI of the Cariri sample compared to expectation assuming normality – area between adjacent centiles.

Centile	Expected (%)	Height (%)		Body mass (%)		BMI (%)	
		Girls	Boys	Girls	Boys	Girls	Boys
3	3	2.6	2.9	2.8	3.0	2.5	3.0
5	2	2.5	2.2	2.2	1.8	1.8	1.9
10	5	4.9	4.3	4.5	5.1	5.0	3.7
25	15	15.4	14.6	14.8	14.1	15.9	15.7
50	25	25.2	26.3	26.6	26.6	25.6	28.1
75	25	23.8	25.3	24.4	24.8	24.8	23.0
90	15	15.1	14.7	14.9	13.8	13.8	12.5
95	5	5.6	4.1	4.3	4.7	4.7	5.5
97	2	1.9	2.4	2.0	2.0	2.4	2.1

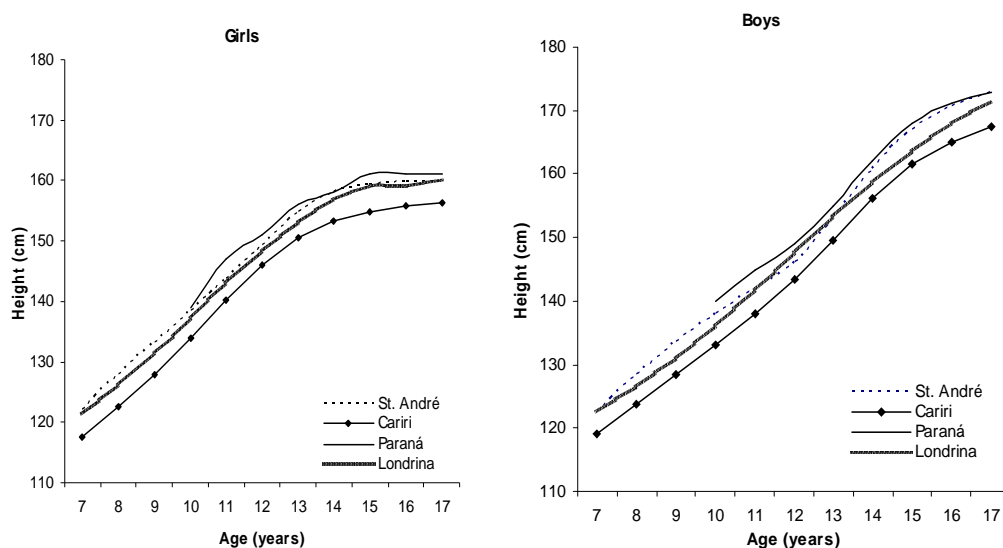
Figure 1 shows reference curves for height, body mass and body mass index for children 7 to 17 years of age of both sexes. The 3<sup>rd</sup>, 10<sup>th</sup>, 25<sup>th</sup>, 50<sup>th</sup>, 75<sup>th</sup>, 90<sup>th</sup> and 97<sup>th</sup> centiles are provided. As expected, these curves show similar shapes as observed in other populations. Numerical values for the 3<sup>rd</sup>, 50<sup>th</sup> and 97<sup>th</sup> centiles are available in the Appendix. Until 13 years of age, girls' stature is slightly higher than that of boys; from 14 years onward boys' height exceeds that of girls. At 17 years of age the 50<sup>th</sup> centile for height is 156.4 for girls and 167.4 for boys, a difference of 11 cm. In boys, body mass is greater than in girls in all centiles, with the exception of 11, 12 and 13 years old, when girls are

slightly heavier. The curves for body mass index increase slightly with age in both sexes (see appendix).



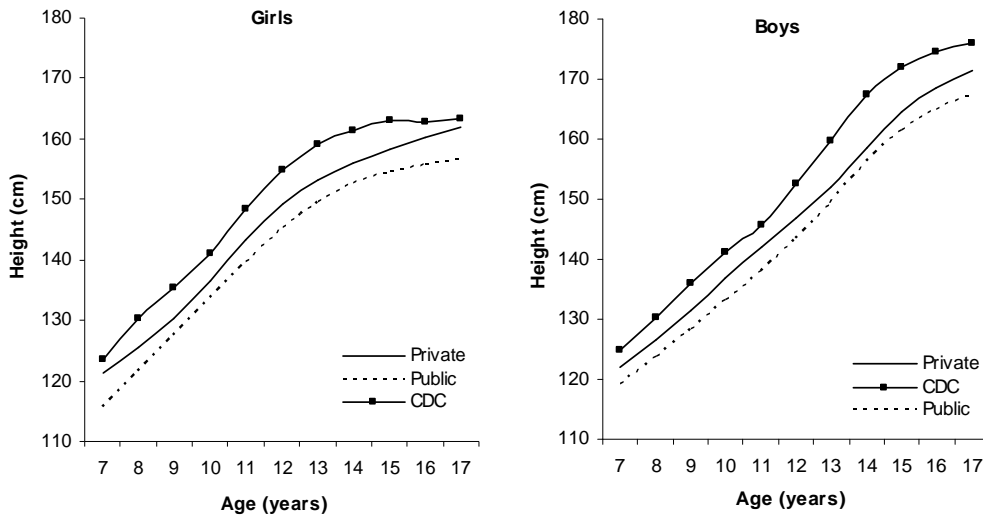
**Figure 1.** Cariri charts for height, body mass and body mass index for girls and boys.

The Cariri sample was compared with samples from the St. André, Paraná and Londrina studies. At all ages the Cariri curve has the lowest values for girls and boys (Figure 2). When compared to the three other studies, Cariri youngsters showed lower heights at all ages. Compared to St. André the differences in girls vary between 3.1 and 5.3 cm and in boys between 2.7 and 5.6 cm. Compared to Paraná the differences vary between 4.6 and 6.7 cm in girls and 5.5 and 6.9 cm in boys. And finally, compared to the Londrina sample girls are between 2.2 and 4.2 cm shorter and boys are between 2.2 and 4.0 cm shorter.



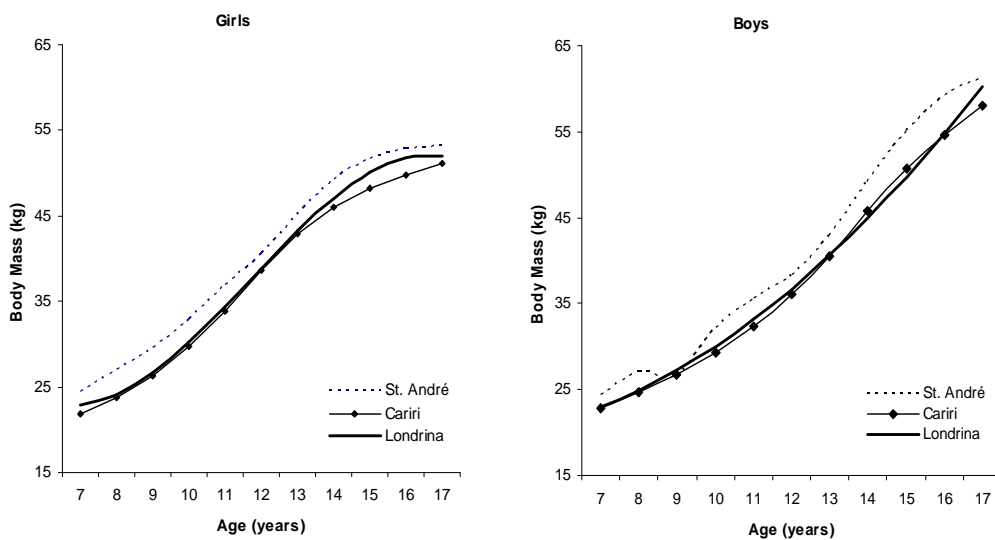
**Figure 2.** Differences in height between Cariri and St. André, Paraná and Londrina (50<sup>th</sup>).

Figure 3 represents the growth curves for the Cariri sample according to school levels (private and public) as compared to the CDC reference curves. There is a large difference between the CDC references and the Cariri reference in both sexes, but differences are more pronounced for children and adolescents from public schools. In the girls from private schools, differences with the CDC reference range from 0.79 to 5.9 cm and from 2.9 to 8.6 cm in boys. On the other hand, between girls from the public school and the CDC reference the differences are higher, ranging from 6.1 to 9.7 cm and for boys from 5.8 to 11.1 cm. When comparing the school levels (private versus public), youth from private schools are always taller; in girls the differences vary between 2.7 and 5.5 cm and in boys between 2.5 to 4.1 cm.



**Figure 3.** Differences in height between Cariri sample divided by socioeconomic level and CDC reference.

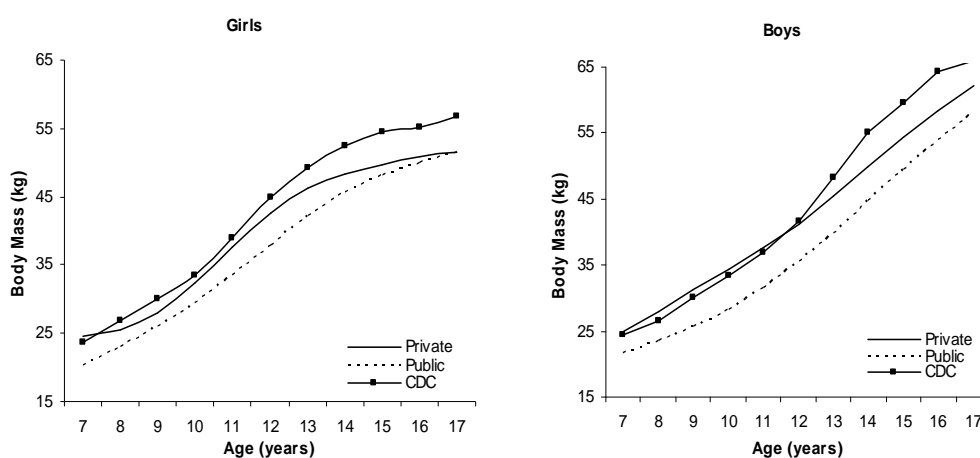
The body mass of the Cariri children are lower at almost all ages. Figure 4 shows comparisons among Cariri study, St. André and Londrina samples. When compared to St. André, the differences are between 1.8 and 3.5 kg for girls and between 1.5 and 4.7 kg for boys. Similar values were found in the Londrina study for both sexes (girls between 0.2 and 2.0 kg and boys between 0.1 and 2.3 kg).



**Figure 4.** Differences in body mass between Cariri to St. André and Londrina.



When comparing youth from two socioeconomic levels (private versus public schools), body mass is always higher in youngsters from private schools. Until 12 years the differences in body mass between youngsters from private schools and CDC reference values are limited. Differences become more apparent in both sexes from 13 years onward; in girls 5.4 kg and in boys 3.7 kg at 17 years. Body mass differences between the CDC reference and youth from public schools are slightly similar in girls (5.3 kg) and in boys are more pronounced (7.9 kg) at 17 years old. On the other hand, differences in body mass in girls from private versus public school vary between -0.10 and 4.7 kg and in boys between 3.2 and 6.3 kg.



**Figure 5.** Differences in body mass between Cariri sample divided by socioeconomic level and CDC reference.

Figure 6 shows BMI values from the Cariri and Londrina samples. Girls from Cariri show higher values than those from Londrina at almost all ages: between 0.1 and 1.46 kg/m<sup>2</sup>. In boys, at 11 years old the Cariri sample presents slightly higher values (0.2 to 0.99 kg/m<sup>2</sup>). At 17 years, however, boys from Londrina have higher BMI (0.6 kg/m<sup>2</sup>). When considering BMI as a function of socioeconomic level, higher values are found in boys and girls from private schools until 13 and 14 years compared to CDC references; on the other hand, at 17 years the BMI is higher for the CDC reference (0.3 kg/m<sup>2</sup> to 1.39 kg/m<sup>2</sup> for boys). Differences between public schools and CDC reference range between

0.2 kg/m<sup>2</sup> and 1.1 kg/m<sup>2</sup> in girls and between 0.1 and 1.3 kg/m<sup>2</sup> in boys. However, girls from public schools from 14 years onward show higher BMI compared to girls from private schools (1,2 kg/m<sup>2</sup>), because of their low differences in body mass (-0.10 to 2.8 kg). At all ages, boys from private schools have higher BMI (0.30 kg/m<sup>2</sup> to 17 years) (Figure 7).

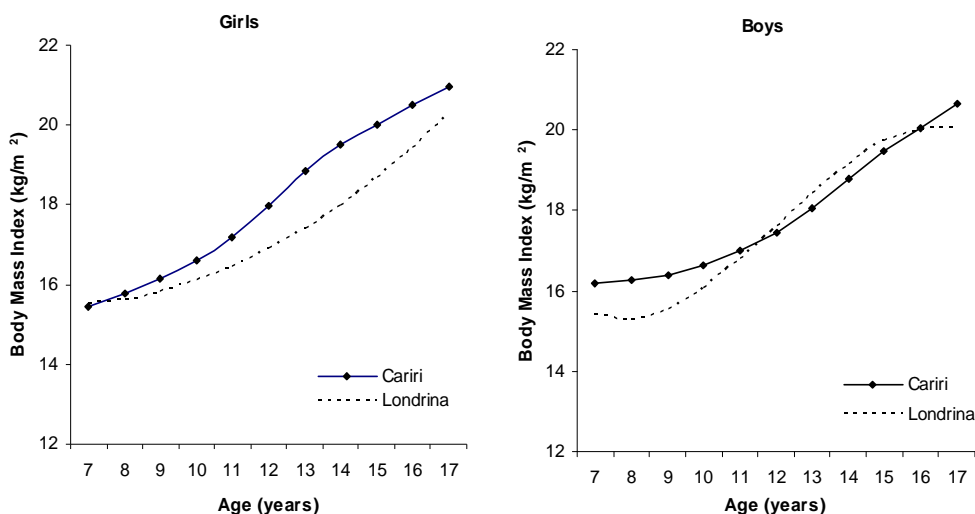


Figure 6. Differences in BMI between Cariri and Londrina (50<sup>th</sup>).

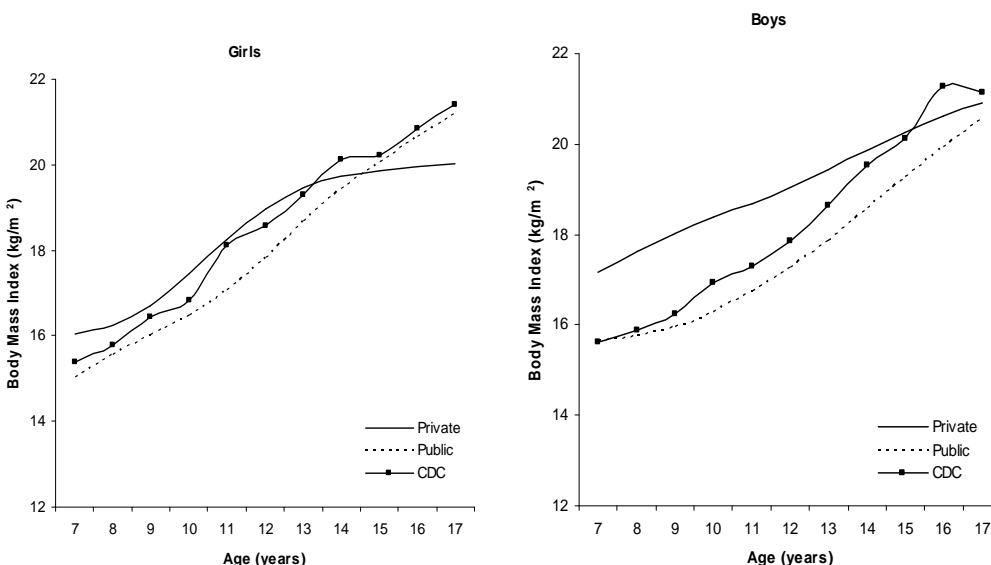


Figure 7. Differences in BMI between Cariri sample divided by socioeconomic level and CDC reference.

## **Discussion**

This manuscript provides growth references for height, body mass and body mass index for children and youth from the Cariri region, Brazil and compares these with other Brazilian data and international references as a function of socioeconomic status. Cariri children are markedly smaller than the CDC reference and are also smaller than children from other regions of Brasil. Providing growth references for the Cariri represents an important step in describing and adequately monitoring growth, especially its dynamics. It is important to note, however, that this study is an observational one, as are all studies concerning the monitoring of human growth across the globe. Causal interpretations of the differences in growth of children from Cariri and CDC references or even other regions of Brazil can not be made. It will be argued that these differences are largely due to social gradients within the sample, emigration, population admixture and economic factors.

Comparisons were made with three regional studies (from the south and southeast regions) as well as with CDC references. Differences with regional studies should be interpreted with caution given that Brazilian regions have distinct historical and cultural characteristics, demographics and socioeconomic disparities. The regions used for comparisons (St. André, Paraná and Londrina) have high human developmental indexes (HDI): 0.835, 0.820 and 0.824, respectively (UNDP, 2009). The Cariri region has a low level of development. The unequal payment, very low level of industry and technological concentration, and climatic conditions related to lack of rain are the main problems. The studied cities (Juazeiro do Norte, Crato and Barbalha) are classified in HDI as low to medium (0.697, 0.716 and 0.687, respectively) (UNDP, 2009). Furthermore, it is important to realize that socioeconomic status (private and public school) was determined according to the socioeconomic disparity between these groups that favors the private school children. Children from the Cariri region do not have equal access to health care and do not live in an optimal environment.

For height, in all comparisons, the Cariri sample always showed the lowest values in both sexes at all ages. When compared to the St. André, Paraná and

Londrina samples, Cariri children were, on average, 5 cm (girls) and 6 cm (boys) smaller. The largest discrepancies were found mainly in children from public schools when compared to the CDC reference (9.7 in girls and 11.1 cm in boys). According to Stinson (1985), boys present more sensitivity to the adverse environmental conditions. The lower values of attained height in children caused by poor socioeconomic conditions may induce an unhealthy adulthood (Bogin, 2001).

The Cariri region, specifically the city of Juazeiro do Norte, shows a very heterogeneous population composed of a mixture of indigenous communities called *Kariris* (Brigido, 2007) and immigrants of poor socio-economic status from other northeastern states. People immigrated because of a religious phenomena that attracts thousands of people every year to visit the city and often stay to live there (Figueiredo, 2002). Furthermore, it has been shown that Indian children from northern Brazil were smaller compared to the reference populations (Eveleth et al., 1974; Niswander, et al., 1967; Santos R. V., 1993). But the present sample of Cariri children is composed of descendents from indigenous ancestors, northeastern immigrants from poor regions and their admixture. Consequently, the composition of the Cariri population does not permit to make generalizations about the impact of the Indian descent. It would have been of interest to study the growth and maturity over time of children from this region and to monitor at the same time the genetic diversity and socioeconomic conditions. Such data are lacking. But, it is clear that Cariri children are very small.

Body mass results from the Cariri region showed similar differences in height, although the comparisons with other Brazilian data showed smaller body mass differences compared to height differences. The largest differences between Cariri and CDC references are found for youngsters from public schools. As was somewhat expected, BMI results showed smaller differences among samples. Differences were minimized as a function of the short stature of the Cariri sample. Nevertheless, Londrina and the CDC difference show slightly high values in both sexes at 17 years of age.

A social gradient affects growth and maturational status and rates within and between societies differing in multiple facets of their socioeconomic situation (Bielicki, 1986). In Cariri, a social gradient was also operating in body size between children and youth from public and private school, favoring the latter better-off group. Significant differences in height and BMI between regions of the same country are well documented (Beunen, et al., 2006; Bielicki, 1986; Eveleth & Tanner, 1990). Even in a developed country such as Italy, marked differences exist between regions that are more or less economically privileged (Cacciari et al., 2002).

Comparing the height and weight of children from different regions of Brasil showed small height and body mass in Cariri children. Because of the time lag between Brazilian studies conducted earlier (13 years for Londrina and almost 30 years for Santo André) it is not easy to interpret these differences. In the past, these discrepancies were probably greater, because socio-economic and developmental history promoted different rates of economic growth between regions of the country. Still, at present, the Cariri region is the least favored (see HDI-indexes of the different regions, UNDP, 2009), which is most likely one of the major reasons for the differences identified in this study.

Taken together, the results of this study have clear implications in human biology terms. First, even after several centuries of immigration, there is still a major difference between the growth of the ancestors of the immigrants; the population in this area is very diverse, which is a good natural environment to document variability. Centile charts will provide pediatricians, nutritionists and educationists with important information to monitor growth status and changes in children and adolescents using cultural and regional specific charts. Such charts were not available until now. Furthermore, these are the most recent growth charts for the north-northeast regions of Brazil. Secondly, the charts describe children as they are and their growth status reflects the complexities of genetic and environmental influences. As such, they show the influence of an adverse socio-economic gradient seen in heights and weights of children from private and public schools, as well as their difference toward more healthy

Brazilian regions and CDC references. In addition, the charts will permit identifying individuals or sub-groups at risk for disease and delayed growth.

### **Acknowledgments**

The authors gratefully acknowledge:

Prof Tim Cole for his collaboration and manuscript review namely the data analysis section.

Fundação Para a Ciência e a Tecnologia – FCT/Portugal SFRH/BD/32106/2006 (scholarship)

Universidade Regional do Cariri/Departamento de Educação Física.

Team field: *Hudday Mendes da Silva, Miguel Matos Neto, Gabriela Matos Monteiro, Kamyla de Lellis Costa, Leonildo dos Santos, Cícero Luciano Alves Costa, Débora Azevedo Cabral, Nilene Matos Trigueiro, Anny Catarina da Silva, André Luís Feitosa, Adriana Leite Tavares, Josefa Mayara Rodrigues de Sousa, Glauber Carvalho Nobre, Francisco José de Oliveira, M<sup>a</sup> Cleide Pereira da Costa, Luciana de Souza Santos, M<sup>a</sup> Andreia da Silva Nonato and Valéria de Sousa Marques.*

We are especially grateful to all children and youth participating in the 'Healthy Growth in Cariri'.

### **Declaration of interest**

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

## Reference

- Alfaro, E., Vázquez, M., Bejarano, I., Dipierri, J. 2008. The LMS method and weight and height centiles in Jujuy (Argentina) children. *HOMO-Journal of Comparative Human Biology*, 59(3), 223-234.
- Amorim, S. T., Rodrigues, A. G., Stolarski, M. C. 2009. Estatura de Adolescentes Matriculados em Escolas da Rede Pública no Estado do Paraná, Brasil. *Rev. Nutr.*, 22(2), 195-205.
- Beunen, G., Rogol, A. D., Malina, R. 2006. Indicators of biological maturation and secular changes in biological maturation. [suppl.]. *Food and Nutrition Bulletin*, 27(4), s244-s256.
- Bielicki, T. 1986. Physical Growth as a Measure of the Economic Well-being of Populations: The Twentieth Century. In F. Falkner & J. Tanner (Eds.), *Human Growth: A Comprehensive Treatise* (pp. 283 - 305). New York: Plenum Press.
- Bogin, B. 2001. *The Growth of Humanity United States*: Wiley-Liss.
- Brigido, J. 2007. *Apontamentos Para a História do Cariri*. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda.
- Cacciari, E., Milani, S., Balsamo, A., Dammacco, F., De Luca, F., Chiarelli, F., et al. 2002. Italian cross-sectional growth charts for height, weight and BMI (6 – 20 y). *Eur J Clin Nutr*(56), 171-180.
- Claessens, A., Beunen, G., Malina, R. 2008. Anthropometry, physique, body composition, and maturity. In N. Armstrong & W. V. Mechelen (Eds.), *Paediatric Exercise Science and Medicine* (2<sup>o</sup> ed.). New York: Oxford University Press.
- Cole, T. J., Bellizzi, M. C., Flegal, K. M., Dietz, W. H. 2000. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*, 320, 1240-1243.

- Cole, T. J., Freeman, J. V., Preece, M. A. 1998. British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood. *Stat Med*, 17(4), 407-429.
- Cole, T. J., Green, P. J. 1992. Smoothing Reference Centile Curves: The LMS Method and Penalized Likelihood. *Stat Med*, 11, 1306-1319.
- De Onis, M. 2009. Growth Curves for School-age Children and Adolescents. *Indian Pediatrics*, 46(17), 463-465.
- Eveleth, P. B., Salzano, F. M., Lima, P. E. 1974. Child Growth and Adult Physique in Brazilian Xingu Indians. *Am J Phys Anthropol*, 41, 95-102.
- Eveleth, P. B., Tanner, J. M. 1990. *Worldwide variation in human growth* (2nd ed.). Great Britain: Cambridge University Press.
- Figueiredo, J. N. 2002. *A Consagração da vida: Formação das Comunidades de Pequenos Agricultores da Chapada do Araripe*. Crato: Província.
- Guedes, D. P., Guedes, J. R. P. 1997. *Crescimento Composição Corporal e Desempenho Motor de Crianças e Adolescentes*. São Paulo: Balieiro.
- IBGE. 2009. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Projeção Preliminar da População do Brasil*. from <http://www.ibge.gov.br/home/>, January, 2010.
- Kuczmarski, R., Ogden, C., Guo, S., Grummer-Strawn, L., Flegal, K., Mei, Z., et al. 2002. 2000 CDC Growth charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat*, 11(246), 1-190.
- Malina, R. M., Beunen, G. 2008. Growth and Maturation: Methods of Monitoring. In B. Publishing (Ed.), *The Young Athlete* (pp. 430-442). Massachusetts.
- Marcondes, E. 1989. *Crescimento Normal e Deficiente* (3ª ed.). São Paulo: Sarvier.



- Niswander, J. D., Keiter, F., Neel, J. V. (1967). Further Studies on the Xavante Indians. II. Some Anthropometric, Dermatoglyphic and Nonquantitative Morphological Traits of the Xavantes of Simões Lopes. *Am J Hum Genet* 19, 490-501.
- Pan, H., Cole, T. J. 2004. A comparison of goodness of fit tests for age-related reference ranges. *Stat Med*(23), 1749-1765.
- Pan, H., Cole, T. J. 2006. *LmsChartMaker. A Program to Construct Growth References Using the LMS Method (Version Version 2.3)*. UK.
- Royston, P., Wright, E. M. 2000. Goodness-of-fit statistics for age-specific reference intervals. *Stat Med*(19), 2943-2962.
- Santos, R. V. 1993. Physical Growth and Nutritional Status of Brazilian Indian Populations. *Cad. Saúde Públ, Rio de Janeiro*, 9(suppl), 46-57.
- Stinson, S. 1985. Sex Differences in Environmental Sensitivity During Growth. *Yearbook of Physical Anthropology*, 28, 123-147.
- Ulijaszek, S. 2006. The International Growth Standard for Children and Adolescents Project: Environmental Influences on Preadolescent and Adolescent Growth in Weight and Height. *Food Nutr Bull*, 27(4), S279-S294.
- UNDP. 2009. United Nations Development Programme - Human Development Report 2009. from <http://hdrstats.undp.org/en/countries/>, February,2010.

## Appendix

Numerical values for height, body mass and BMI centiles by sex and age group.

Age (y)	Height (cm)						Body Mass (kg)						BMI (kg/m <sup>2</sup> )					
	Girls			Boys			Girls			Boys			Girls			Boys		
	3rd	50th	97th	3rd	50th	97th	3rd	50th	97th	3rd	50th	97th	3rd	50th	97th	3rd	50th	97th
7	109.01	117.60	132.36	107.75	119.20	130.76	16.28	21.77	37.51	17.31	22.86	42.39	12.80	15.44	22.62	13.45	16.17	24.64
8	112.78	122.51	138.01	111.73	123.66	136.01	17.59	23.78	41.10	18.60	24.71	45.06	12.98	15.77	23.39	13.51	16.26	24.74
9	116.87	127.85	143.90	115.89	128.31	141.49	19.17	26.28	45.48	20.02	26.76	47.94	13.19	16.17	24.27	13.60	16.40	24.90
10	121.72	133.98	150.14	120.33	133.19	147.23	21.31	29.71	51.14	21.71	29.25	51.28	13.42	16.62	25.22	13.75	16.65	25.15
11	127.06	140.34	156.05	124.81	138.08	152.90	23.89	33.89	57.03	23.78	32.35	55.13	13.69	17.19	26.18	13.98	17.00	25.47
12	132.35	146.13	160.93	129.64	143.45	158.94	26.91	38.65	62.58	26.22	36.06	59.30	14.12	17.99	27.13	14.27	17.44	25.77
13	136.70	150.43	164.19	134.89	149.55	165.35	29.92	42.89	66.88	29.18	40.57	63.98	14.61	18.85	27.88	14.71	18.06	26.08
14	139.76	153.23	166.15	140.57	156.18	171.80	32.51	46.04	69.89	32.79	45.78	69.19	15.02	19.50	28.45	15.26	18.79	26.39
15	141.68	154.91	167.31	145.26	161.47	176.67	34.50	48.24	71.97	36.51	50.63	74.27	15.39	20.03	29.02	15.77	19.47	26.72
16	142.78	155.87	167.96	148.54	165.01	179.85	35.99	49.83	73.48	39.85	54.59	78.69	15.78	20.52	29.67	16.17	20.05	27.10
17	143.44	156.43	168.34	150.81	167.41	181.98	37.18	51.08	74.65	42.87	57.98	82.66	16.15	20.98	30.33	16.55	20.64	27.58

## **Capítulo 5**

---

---

### ***Estudo Empírico***

#### **Valores normativos do desempenho motor de crianças e adolescentes. O estudo longitudinal-misto do Cariri**

---

---

Simonete Silva<sup>1</sup>, Gaston Beunen<sup>2</sup>, José Maia<sup>3</sup>

**Artigo aceito para publicação na Revista Brasileira de Educação Física e Esporte (Brasil)**

<sup>1</sup> Departamento de Educação Física, Universidade Regional do Cariri, Ceará, Brasil

<sup>2</sup> Faculty of Kinesiology and Rehabilitation Sciences, K.U. Leuven, Belgium

<sup>3</sup> CIFI<sup>2</sup>D, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal



## RESUMO

Este estudo teve como objetivos: (1) apresentar cartas percentílicas e valores de referência para um conjunto variado de testes motores; e (2) comparar o desempenho das crianças e jovens cearenses com o de outros estudos desenvolvidos noutras regiões do país e do exterior. A amostra total é composta por 6.238 indivíduos (3.122 meninas e 3.116 meninos) com idades compreendidas entre os 8 e os 17 anos. As cartas percentílicas foram construídas separadamente para cada sexo utilizando o método LMS implementado no *software* LMSchartmaker Pro versão 2.3. As cartas de referência produzidas para o Cariri apresentam um comportamento genérico semelhante ao verificado nos estudos considerados. Com exceção da prova do *trunk lift*, constata-se uma nítida superioridade do desempenho dos meninos, enfatizando a presença de forte dimorfismo sexual. A comparação dos valores do P50 de crianças e jovens do Cariri relativamente às de Londrina (Brasil) e de Portugal mostraram *performances* consistentemente inferiores.

**Unitermos:** aptidão física, testes motores, cartas de referência, crianças e jovens



## **ABSTRACT**

The aim of this study was: (1) to provide centile charts and reference values for a variety of motor tests and; (2) to compare the performance of children and adolescents from the Cariri-region with other national and international reference data. The total sample consists of 6.238 individuals (3.122 girls and 3.116 boys) between 8 and 17 years. The centile charts were constructed for each sex separately using the LMS method implemented in the LMSchartmaker Pro version 2.3. The reference charts of Cariri-region are similar to that observed in previously reported studies. Except for trunk lift boys outperform girls at most age levels, emphasizing the presence of sexual dimorphism. The P50 values of children and adolescents from Cariri were consistently lower than the P50-values of children and adolescents from Londrina (Brazil) and other samples from Portugal.

**Uniterms:** physical fitness, motor tests, charts reference, children and youth





## Introdução

A associação positiva entre exercício físico, saúde e bem-estar das populações tem sido extensivamente reportado na literatura da área da Educação Física e Ciências do Desporto (SHEPHARD & BOUCHARD, 1996; DISHMAN, HEATH & WASHBURN, 2004). Do mesmo modo, é expressiva a sugestão de que níveis moderados a elevados de aptidão física estão associados à qualidade de vida de crianças e adolescentes (BAILEY *et al.*, 1995; STRONG *et al.*, 2005).

É hoje um fato bem adquirido que a saúde é, também, uma questão de Educação. Daqui que a escola seja um dos locais mais privilegiados para desenvolver programas e estratégias de educação para a saúde e de promoção de hábitos saudáveis de atividade física (MAIA & LOPES, 2003; LOPES, MAIA, SILVA, SEABRA & VASQUES, 2005; GUEDES, 2007). Neste quadro, a disciplina de Educação Física ocupa um lugar de destaque.

É bem verdade que na prática pedagógica diária, o professor de Educação Física é confrontado com a necessidade de avaliar o desempenho dos seus alunos. Um dos principais propósitos da avaliação é estimar o estado de prontidão motora dos alunos. Decorre daqui que a eficácia das opções didáticas e metodológicas dos professores no sentido do desenvolvimento das competências motoras dos alunos exige que se avalie o que foi conseguido. Ora, uma das preocupações dos professores radica no uso esclarecido de baterias de testes e interpretação adequada dos resultados obtidos.

A maioria dos estudos sobre a descrição do desempenho motor tem recorrido à avaliação normativa cujos resultados são usualmente expressos por percentis. Exemplos claros desta abordagem são evidentes nas tabelas produzidas pela (AAHPERD, 1980; BEUNEN *et al.*, 1988; GUEDES & GUEDES, 1997; FREITAS *et al.*, 2002; MAIA, 2010).

O uso extensivo de cartas percentílicas é uma prática corrente em Pediatria em função da sua importância em monitorizar os valores de altura e peso das crianças e interpretar o significado da magnitude dos incrementos anuais. Estas cartas são, também, e por extensão, um instrumento muito útil nas mãos

de um professor de Educação Física esclarecido. Ora, ao contrário do que ocorre nos EUA e nalguns países europeus (BEUNEN *et al.*, 1988; MALINA, BOUCHARD & BAR-OR, 2004) em que existem referências nacionais do desempenho motor de crianças e jovens, tal não parece ser o caso do Brasil face à magnitude da sua extensão geográfica, diversidade cultural, étnica e socioeconômica. Daqui que entendamos ser importante produzir referências locais para a região do Ceará face às suas idiossincrasias, auxiliando os professores de Educação Física no sentido de lhes oferecer um instrumento precioso de comparação e atribuição de significado às alterações no desempenho motor dos alunos, de acordo com o sexo e a idade. Este parece ser um esforço relevante do ponto de vista pedagógico. Nesta perspectiva, este estudo tem os seguintes propósitos: (1) apresentar valores de referência num conjunto variado de testes motores: dinamometria manual; impulsão horizontal; *curl up*, *trunk lift*<sup>\*</sup>, corrida vai-e-vem de 10x5m e corrida/caminhada de 12 minutos; e (2) comparar o desempenho das crianças e jovens cearenses com o de outros estudos desenvolvidos noutras regiões do país e do exterior.

## **Material e Métodos**

### ***Amostra***

A amostra deste estudo é oriunda do 'Projeto Crescer com Saúde no Cariri', uma pesquisa simultaneamente longitudinal-mista e transversal sobre a dinâmica do crescimento somático, maturação biológica e desempenho motor de crianças e adolescentes, desenvolvida na região do Cariri, estado do Ceará. Duas sub-amostras distintas foram estudadas, ao mesmo tempo, durante o período de 2006 – 2009. A primeira provém de um delineamento longitudinal-misto com 4 coortes de idade compreendendo um total de 436 indivíduos de ambos os sexos (número total de registros=2620), que foram avaliados semestralmente durante 3 anos consecutivos (seis momentos de avaliação). A Tabela 1 ilustra o delineamento adotado com sobreposição de coortes aos 10,

---

\* Utilizaremos a denominação original dos testes *curl up* e *trunk lift* neste texto para especificar, respectivamente, os testes de flexão e de extensão do tronco, tal como referidos na bateria Fitnessgram (WELK & MEREDITH, 2008).

12 e 14 anos de idade. A segunda amostra é oriunda de um estudo transversal (n=3618).

**TABELA 1.** Estrutura básica do delineamento longitudinal-misto.

<b>Coorte 1</b> (N=146) (nascidos em 1998)	8	9	10			
<b>Coorte 2</b> (N=103) (nascidos em 1996)			10	11	12	
<b>Coorte 3</b> (N=133) (nascidos em 1994)					12	13 14
<b>Coorte 4</b> (N=54) (nascidos em 1992)						14 15 16

A amostra total é composta por 6.238 indivíduos sendo 3.122 meninas e 3.116 meninos com idades compreendidas entre os 8 e os 17 anos (Tabela 2). A idade cronológica decimal foi determinada para cada indivíduo tendo como referência a data da coleta dos dados. Os grupos etários foram constituídos considerando a idade inferior em 0.50 e a idade superior 0.49, ou seja, a idade intermediária é considerada como o ano completo (i.e. crianças com 8.50 a 9.49 anos inserem-se no grupo dos 9 anos de idade).

Com o intuito de se obter uma adequada representatividade amostral das crianças e adolescentes da região do Cariri, foram selecionadas, aleatoriamente, 26 escolas de ensino fundamental e médio (18 públicas, 7 privadas e 1 filantrópica) localizadas em diferentes bairros das três cidades envolvidas na pesquisa: Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha, Ceará.

**TABELA 2.** Distribuição da amostra por sexo e idade.

<b>Idades</b>	<b>Fem</b>	<b>Masc</b>	<b>Total</b>
8	167	190	357
9	257	278	535
10	311	317	628
11	397	370	767
12	471	445	916
13	543	486	1029
14	401	423	824
15	309	320	629
16	165	177	342
17	101	110	211
<b>Total</b>	<b>3122</b>	<b>3116</b>	<b>6238</b>

Os protocolos de avaliação dos indicadores estudados no âmbito do ‘Projeto Crescer com Saúde no Cariri’ foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Juazeiro (FMJ – ERC nº 01/07). Os pais ou responsáveis pelas crianças envolvidas na pesquisa referente à amostra longitudinal assinaram um “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”. Relativamente às crianças pertencentes à amostra do estudo transversal, este documento foi assinado pelos diretores e coordenadores de Educação Física das escolas que aderiram à participação na pesquisa.

### ***Testes de desempenho motor***

Para a avaliação dos níveis de desempenho motor de crianças e adolescentes foi aplicado um conjunto de testes que se propõe medir diferentes componentes da aptidão física: (1) agilidade/velocidade, (2) força, (3) flexibilidade e (4) resistência cardiorrespiratória. Foram utilizados os testes *curl up*, *push up*, *trunk lift* e *sit and reach* da bateria Fitnessgram (WELK & MEREDITH, 2008), os testes de corrida/caminhada de 12 minutos, dinamometria manual, e impulsão horizontal da bateria AAPHERD (AAHPERD, 1980), bem como o teste de corrida vai-e-vem de 10x5m (EUROFIT, 1988), num total de 8 testes motores. Contudo, para a construção das cartas de referência para o desempenho motor foram considerados apenas os seguintes

testes: *curl up*, *trunk lift* (não obstante a sua estrutura criterial), dinamometria manual, impulsão horizontal, corrida vai-e-vem de 10x5m e corrida/caminhada de 12 minutos. Razões estritamente operacionais obrigaram a não considerar dois testes no presente estudo: o teste de *push-up* e o *sit and reach*. O primeiro tem distribuições marcadamente assimétricas e “muitos” zeros em todos os valores de idade nos dois sexos. Não foi possível normalizar as distribuições, e mesmo que tal fosse possível, haveria a necessidade de transformações não-lineares que colocariam sérios problemas de interpretação dos resultados face à alteração da métrica da variável. O segundo foi uma mera opção relativamente ao teste de *trunk-lift*, que não só combina aspectos de flexibilidade mas também de força dos músculos extensores do tronco.

### ***Equipe de avaliadores***

Uma equipe composta por 20 avaliadores foi devidamente treinada para participar das avaliações das diferentes macro variáveis do projeto de pesquisa. Relativamente às avaliações da aptidão física, foi realizado um treinamento específico para a aplicação da bateria de testes adotada, sendo selecionados avaliadores fixos para cada tipo de teste. Na aplicação do teste de corrida/caminhada de 12 minutos participaram todos os avaliadores da equipe, sendo destacado um avaliador para cada 3 crianças, com a função de controlar a distância percorrida, verificar o estado físico do avaliado e auxiliar na motivação dos mesmos durante a realização do teste.

### ***Controle de qualidade da informação***

O controle de qualidade da informação foi efetuado em duas etapas: (1) um estudo piloto e, (2) uma abordagem de *reliability in field* (i.e. controle apertado da variância erro do desempenho ao longo do processo de recolha da informação). Neste sentido, foi efetuada a retestagem aleatória de 5 crianças em cada dia de avaliação, cujos resultados principais se encontram na Tabela

3 e que se referem às estimativas, pontuais e intervalares, do coeficiente de correlação intraclasse. Os valores obtidos são muito aceitáveis, salientando a elevada qualidade da informação obtida.

**TABELA 3.** Estimativas de fiabilidade (valores pontuais de correlação intra-classe, R, e respectivos intervalos de confiança 95%).

Testes	R	Intervalo de confiança 95%	n
Vai-e-Vem 10 X5m	0.846	0.790 – 0.887	162
Dinamometria manual	0.957	0.943 – 0.967	209
Impulsão horizontal	0.968	0.953 – 0.979	100
<i>Trunk lift</i>	0.921	0.892 – 0.943	158
<i>Curl up</i>	0.807	0.675 – 0.885	59
<i>Push up</i>	0.918	0.874 – 0.946	86
<i>Sit and reach</i>	0.886	0.848 – 0.918	190
Corrida/caminhada 12'	0.872	0.727 – 0.940	29

### **Procedimentos estatísticos**

As cartas percentílicas para as provas de desempenho motor foram construídas separadamente para cada sexo utilizando o método LMS (COLE & GREEN, 1992; COLE, FREEMAN & PREECE, 1998; COLE, BELLIZZI, FLEGAL & DIETZ, 2000) implementado no *software* LMSchartmaker Pro versão 2.3 (PAN & COLE, 2006). O método LMS assume que, para dados independentes com valores positivos, a transformação Box-Cox específica para cada idade pode ser empregada para normalizar a distribuição dos valores de cada uma das variáveis; os valores L, M e S são *Cubic Splines* em cada intervalo etário. São produzidas três curvas suavizadas e específicas de cada idade, chamadas de L (transformação Box-Cox), M (mediana) e S (coeficiente de variação) com base na seguinte equação,

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

$Z_{\alpha}$  é o desvio normal equivalente para a amostra total,  $\alpha$  e  $C_{100\alpha}(t)$  o percentil correspondente. Graus de liberdade equivalentes para  $L(t)$ ,  $M(t)$  e  $S(t)$  medem a complexidade do alinhamento de cada curva. Foram utilizados tests Q (ROYSTON & WRIGHT, 2000; PAN & COLE, 2004) para ajuizar da

adequação do ajustamento. A Tabela 4 apresenta a distribuição dos escores Z para os testes motores realizados (dinamometria manual, impulsão horizontal, curl up, trunk lift, corrida vai-e-vem de 10x5m e corrida/caminhada de 12 minutos). Esta distribuição foi comparada com os valores esperados da distribuição normal em cada percentil e mostra a sua elevada proximidade.

**TABELA 4.** Distribuição do Z-score para os testes motores em meninas e meninos comparados com os valores esperados para a normalidade da distribuição.

Per centil	Espe (%)	Corrida de 12 min (%)		Impulsão horizontal (%)		Vai-e-vem de 10x5m (%)		Preensão Manual (%)		Trunk lift (%)		Curl up (%)	
		Fem n	Masc n	Fem n	Masc n	Fem n	Masc n	Fem n	Masc n	Fem n	Masc n	Fem n	Masc n
3	3	2289	2357	3103	3120	3100	3137	2517	2428	3025	3006	2492	2806
5	2	3.4	2.9	2.8	3.1	3.1	3.2	3.3	2.9	3.1	3.1	3.8	3.7
10	5	2.0	2.3	1.9	2.2	1.8	2.1	2.2	2.0	2.3	2.5	2.7	1.3
25	15	4.4	5.8	4.9	4.4	4.3	4.9	4.8	4.7	4.9	4.7	3.6	5.1
50	25	15.3	13.9	14.6	16.5	14.8	14.1	14.5	15.0	15.1	14.3	13.0	14.2
75	25	25.2	24.9	26.7	23.8	26.5	26.7	26.0	24.8	24.6	25.8	27.0	26.1
90	15	25.4	24.2	26.1	25.3	25.2	26.1	25.3	25.5	24.1	23.8	24.7	25.7
95	5	13.8	15.9	14.8	14.3	14.1	13.6	15.4	14.8	14.4	14.5	16.0	14.8
97	2	5.4	5.3	4.5	5.4	4.5	5.0	5.2	5.2	8.4	7.6	4.2	4.1
		2.1	1.8	1.6	2.2	2.3	2.2	1.3	1.9	1.2	1.4	1.8	2.0

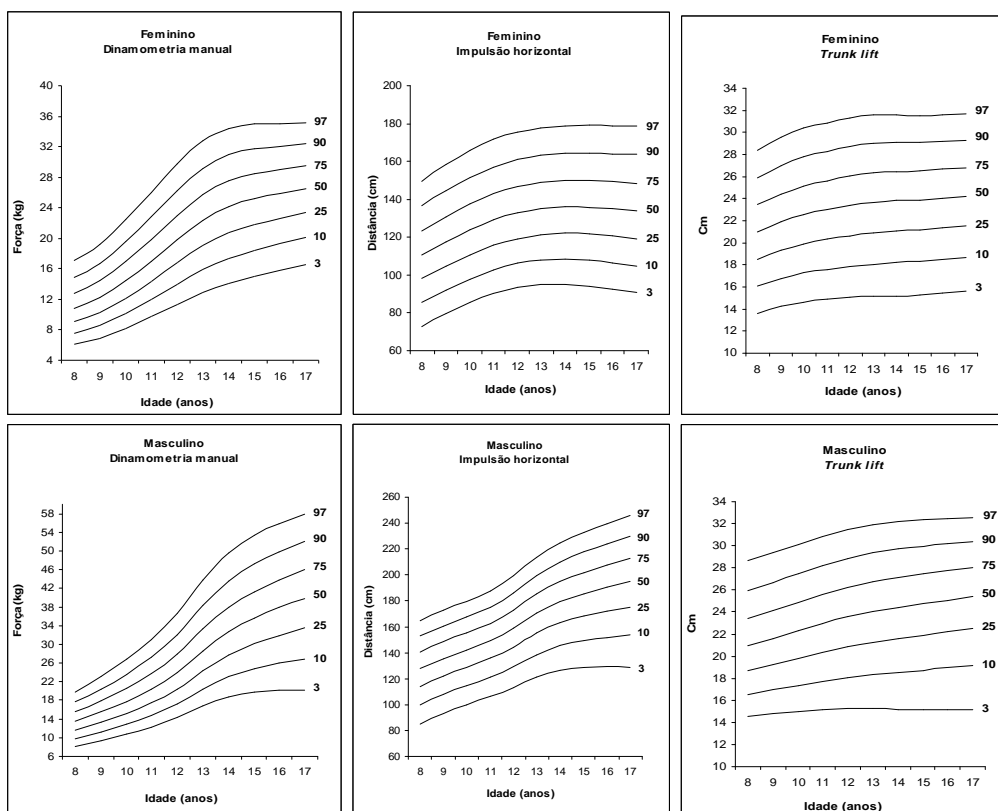
### **Comparação com outros estudos**

Para efeito de comparação do comportamento médio dos resultados da amostra de crianças e adolescentes do Cariri foram selecionados, preferencialmente, estudos com delineamentos semelhantes desenvolvidos no Brasil e em Portugal. Contudo, estamos bem cientes da presença de informação, nem sempre similar, de pesquisas realizadas sobretudo no espaço Europeu, em amostras socioeconomicamente muito mais favorecidas que a do presente estudo. Acrescenta-se o fato dos dados Europeus terem mais de 20 anos de vida, por exemplo, o estudo longitudinal desenvolvido com crianças e jovens belgas (BEUNEN *et al.*, 1988). O primeiro é o estudo desenvolvido em Londrina (GUEDES & GUEDES, 1997) que produziu curvas de referência para os testes motores a partir de uma amostra de 4.289 crianças e adolescentes de ambos os sexos dos 7 aos 17 anos (as cartas percentílicas foram construídas com modelos polinomiais com uma estrutura muito distinta da do LMS). Dois outros estudos desenvolvidos na Região Autónoma da Madeira, Portugal, foram utilizados como elementos de comparação. O primeiro, de caráter transversal, foi conduzido em 1997 (FREITAS, MARQUES & MAIA, 1997) com uma amostra de 583 alunos do 2º e 3º ciclo do ensino básico dos 11 aos 15 anos de idade; o segundo estudo (FREITAS *et al.*, 2002), com um delineamento longitudinal-misto, acompanhou o crescimento e desempenho motor de 507 indivíduos (256 meninos e 251 meninas) com idades compreendidas entre 7 e aos 18 anos, durante um período de 3 anos. Por último, recorreremos ao estudo desenvolvido em Lamego (ALMEIDA, 2001), região norte de Portugal. Participaram desta pesquisa 768 indivíduos de ambos os sexos dos 10 aos 16 anos de idade. Os estudos portugueses produziram percentis empíricos sem qualquer esforço de modelação. Nos quatro estudos considerados, partimos do princípio que a média coincide com o percentil 50 (P50).



## Resultados

As Figuras 1 e 2 mostram as curvas de referência do Cariri com os percentis 3, 10, 25, 50, 75, 90 e 97 para os testes motores das crianças e adolescentes de ambos os sexos, dos 8 aos 17 anos de idade. Os respectivos valores numéricos para os percentis 3, 50 e 97 são apresentados nas Tabelas 5 e 6.



**FIGURA 1.** Cartas de referência para os testes motores: dinamometria manual, impulsão horizontal e *trunk lift* (feminino e masculino).

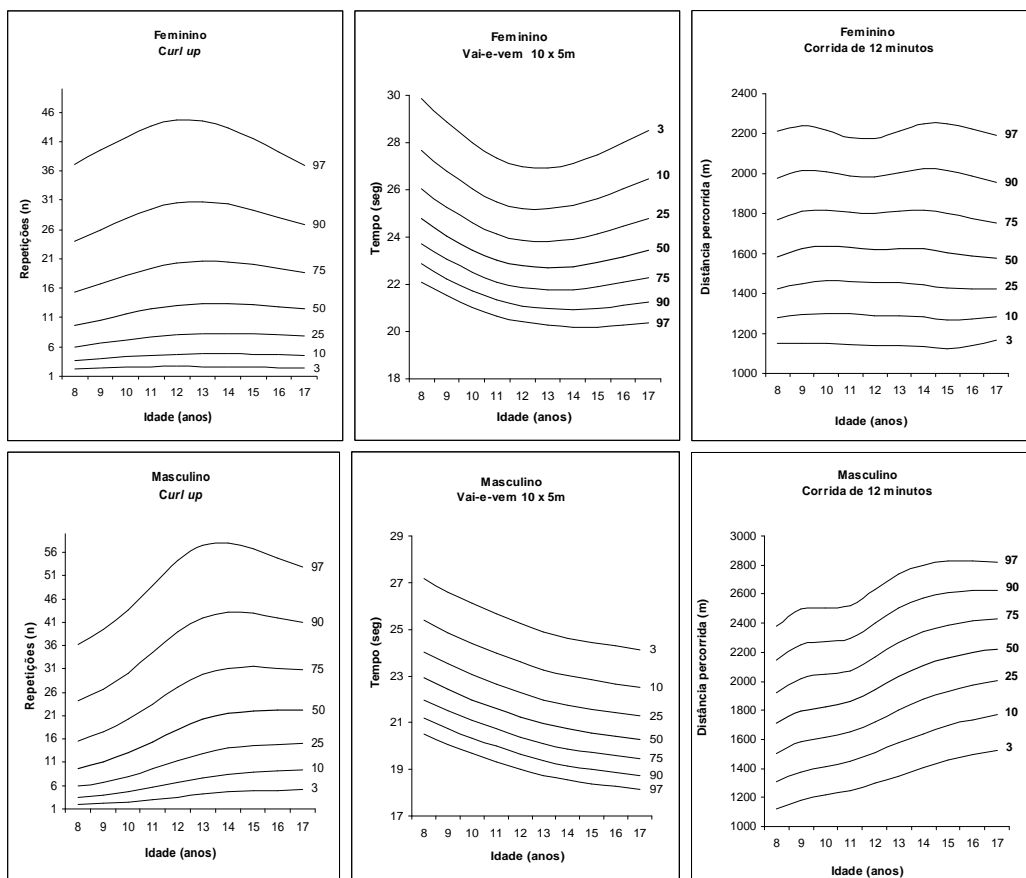


FIGURA 2. Cartas de referência para os testes motores: *curl up*, corrida vai-e-vem de 10x5m e corrida/caminhada de 12 minutos (feminino e masculino).

**TABELA 5.** Valores dos percentis 3, 50 e 97 para os testes de dinamometria manual, impulsão horizontal e *trunk lift*, em função da idade e sexo.

Idade (anos)	Dinamometria manual (kg)						Impulsão horizontal (cm)						Trunk lift (cm)					
	Feminino			Masculino			Feminino			Masculino			Feminino			Masculino		
	3	50	97	3	50	97	3	50	97	3	50	97	3	50	97	3	50	97
8	6.10	10.86	17.03	8.17	13.53	19.85	72.94	110.79	149.41	85.30	127.57	164.94	13.63	20.97	28.40	14.54	20.96	28.70
9	6.94	12.30	19.23	9.39	15.50	23.06	79.53	117.67	158.31	93.58	135.42	172.76	14.24	21.88	29.59	14.77	21.60	29.39
10	8.21	14.45	22.41	10.78	17.78	26.76	85.40	123.83	165.81	100.21	142.11	179.67	14.64	22.53	30.40	14.98	22.29	30.13
11	9.71	17.01	26.04	12.35	20.42	31.03	90.17	129.04	171.70	106.33	149.39	187.94	14.86	22.98	30.90	15.14	22.95	30.85
12	11.36	19.83	29.75	14.39	24.00	36.74	93.38	132.87	175.67	113.33	159.01	199.55	15.04	23.39	31.34	15.22	23.55	31.48
13	12.93	22.37	32.74	16.86	28.58	43.73	94.90	135.11	177.87	121.26	170.41	213.38	15.14	23.66	31.56	15.22	24.05	31.93
14	14.10	24.10	34.36	18.80	32.64	49.50	95.01	135.94	178.92	126.74	179.47	224.52	15.20	23.80	31.59	15.18	24.44	32.21
15	15.00	25.17	34.97	19.83	35.60	53.27	93.95	135.71	179.20	128.92	185.58	232.50	15.25	23.88	31.54	15.14	24.77	32.35
16	15.78	25.87	35.07	20.20	37.83	55.80	92.34	134.80	178.95	129.11	190.40	239.37	15.42	24.07	31.63	15.13	25.08	32.44
17	16.60	26.53	35.13	20.13	39.81	57.93	90.70	133.76	178.77	128.67	194.85	245.82	15.61	24.23	31.69	15.14	25.40	32.54

**TABELA 6.** Valores dos percentis 3, 50, e 97 para os testes: *curl up*, corrida vai-e-vem de 10x5m e corrida/caminhada de 12 minutos, em função da idade e sexo.

Idade (anos)	Curl up (repetições)						Corrida vai-e-vem de 10x5m (s)						Corrida/caminhada de 12 minutos (m)					
	Feminino			Masculino			Feminino			Masculino			Feminino			Masculino		
	3	50	97	3	50	97	3	50	97	3	50	97	3	50	97	3	50	97
8	2	10	37	2	10	36	22.11	24.79	29.86	20,51	22,92	27,20	1147.3	1584.9	2212.3	1121.9	1707.9	2381.6
9	2	11	40	2	11	39	21.53	24.05	28.87	20,05	22,41	26,60	1149.9	1622.9	2238.6	1177.0	1796.9	2494.8
10	3	12	42	3	13	44	21.03	23.44	27.99	19,68	21,99	26,11	1149.2	1635.0	2216.2	1214.8	1826.2	2503.0
11	3	12	44	3	15	49	20.66	23.01	27.34	19,34	21,62	25,68	1145.9	1629.7	2178.7	1250.2	1858.1	2520.7
12	3	13	45	4	18	54	20.42	22.78	26.97	19,02	21,26	25,26	1136.5	1622.3	2173.3	1296.2	1943.0	2633.1
13	3	13	44	4	20	57	20.26	22.70	26.91	18,74	20,96	24,90	1136.9	1626.5	2213.3	1348.2	2034.5	2740.7
14	3	13	43	5	22	58	20.18	22.76	27.11	18,54	20,73	24,64	1131.7	1623.8	2251.9	1403.6	2108.3	2801.2
15	4	13	42	5	22	57	20.20	22.93	27.51	18,39	20,57	24,46	1120.8	1605.2	2249.3	1453.7	2161.2	2827.2
16	4	13	39	5	22	55	20.30	23.17	28.00	18,26	20,43	24,29	1138.5	1588.6	2221.7	1494.1	2195.0	2828.2
17	4	13	37	5	22	53	20.38	23.42	28.49	18,12	20,28	24,12	1166.4	1575.0	2193.4	1524.0	2219.3	2822.5

O teste de força de preensão apresenta, em ambos os sexos, incrementos ao longo das idades. Os valores mais elevados são evidenciados pelos meninos em todas as idades. Na idade terminal, (17 anos) o valor mediano (P50) nos meninos é de 39.8 kg enquanto que nas meninas é de 26.5 kg.

A impulsão horizontal mostra um incremento relativamente linear dos valores dos meninos ao longo das idades. Nas meninas, os ganhos são mais expressivos até os 15 anos; a partir dos 16 anos apresenta um ligeiro decréscimo na *performance*. Aos 17 anos as meninas apresentam um valor médio (P50) de 133.8 cm e os meninos 194.9 cm.

Relativamente à flexibilidade dos músculos extensores do tronco (*trunk lift*), os valores médios no P50 apresenta um discreto aumento da flexibilidade tanto em meninas quanto em meninos. O valor das meninas no P50 aos 8 anos é de 21.0 cm e 24.3 cm aos 17 anos. Os rapazes alcançam aos 8 anos 20.9 cm e 25.4 cm aos 17 anos.

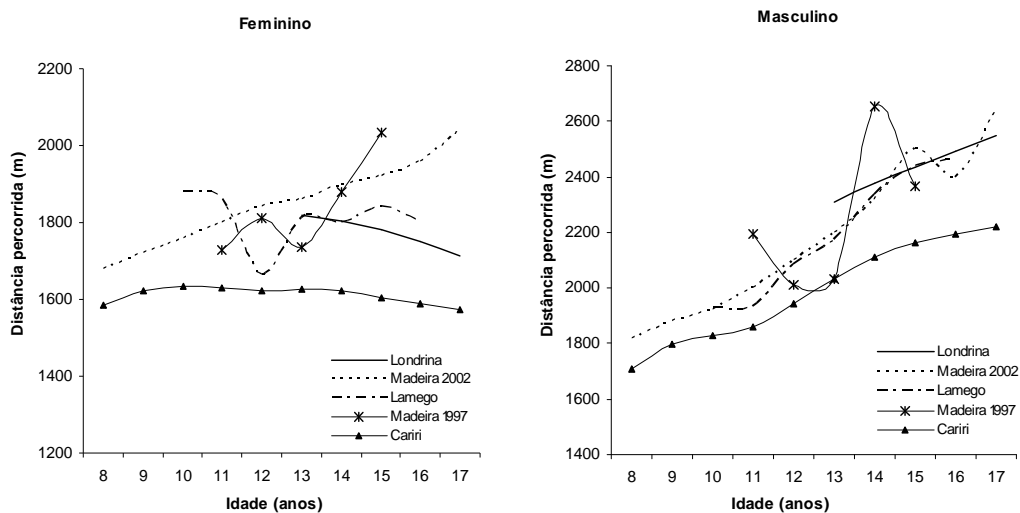
O teste de corrida vai-e-vem de 10x5m evidencia um comportamento previsível, ou seja, o declínio do tempo ao longo da idade, para realizar o teste. As meninas diminuem o seu tempo de conclusão do teste até aos 13 anos (22.7"); a partir daí, tendem a aumentar ligeiramente o seu tempo de prova para 23.4". Em contrapartida, os rapazes descrevem melhores resultados em todas as idades; aos 8 anos o valor é de 22.9" e aos 17 anos de 20.3".

O teste de *curl up* apresenta um ligeiro aumento do número de repetições ao longo das idades quer nas meninas, quer nos meninos. Nos percentis mais elevados (P90 e P97) observa-se um declínio na curva evidenciada pela diminuição dos valores nas meninas a partir dos 14 e nos meninos a partir dos 15 anos. Aos 17 anos de idade o resultado do P50 nas meninas é de 13 e nos meninos é de 22 repetições.

A curva produzida para o teste de corrida/caminhada de 12 minutos mostra, claramente, distintos comportamentos entre os sexos. As meninas apresentam variação muito reduzida no seu desempenho médio ao longo da idade, i.e. há uma tendência para a manutenção dos valores médios, com um ligeiro declínio

a partir dos 15 até aos 17 anos. Nos rapazes, o comportamento médio evidencia ganhos sucessivos ao longo das idades; aos 8 anos percorre, em média, 1707.9m e aos 17 anos 2219.3m.

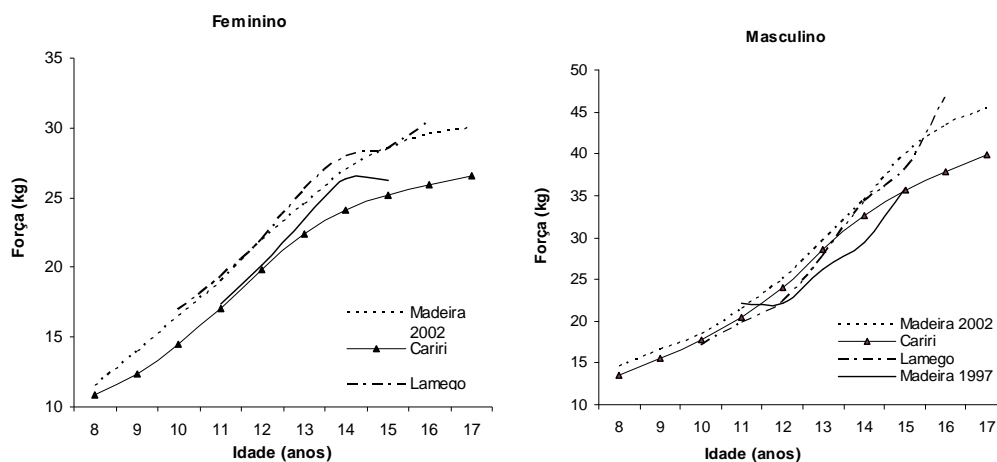
A Figura 3 ilustra o comportamento do P50 do teste de corrida/caminhada de 12 minutos entre a amostra do Cariri e os estudos utilizados para comparação. As crianças e adolescentes do Cariri evidenciaram valores mais baixos em todas as idades. As diferenças são mais acentuadas nos meninos do que nas meninas.



**FIGURA 3.** Comparação dos valores do (P50) da corrida/caminhada de 12 minutos com os de outros estudos.

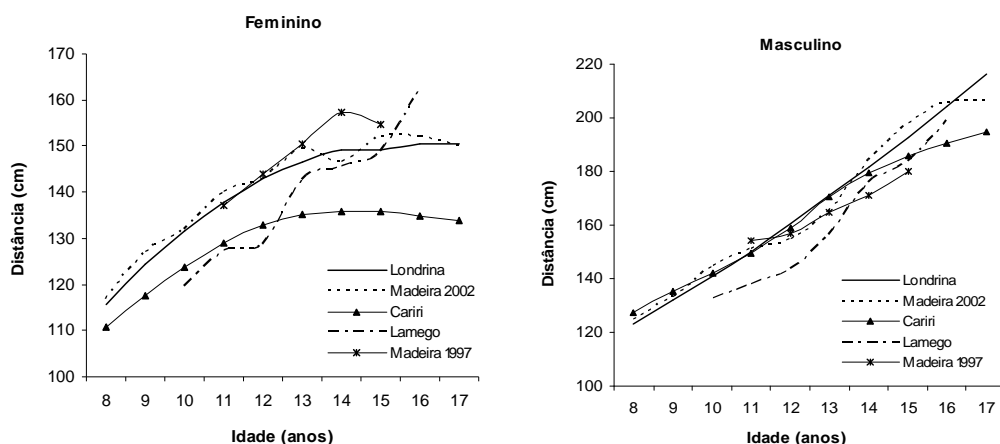
Na dinamometria manual as meninas do Cariri têm desempenhos inferiores em todas as idades (Figura 4). Um comportamento semelhante é verificado nos rapazes à exceção da amostra da Madeira 1997 que apresentou menores valores. A diferença aos 17 anos nas meninas é de 3.5 e de 5.7 kg nos rapazes da amostra da Madeira 2002. Relativamente à amostra de Lamego, as meninas caririenses demonstraram menos força: 4.5 kg aos 16 anos. Os meninos caririenses apresentaram uma discreta vantagem nos níveis de força dos 10

aos 13 anos; a partir daí o seu valor médio é ultrapassado, sendo a diferença aos 16 anos de 8.9 kg.



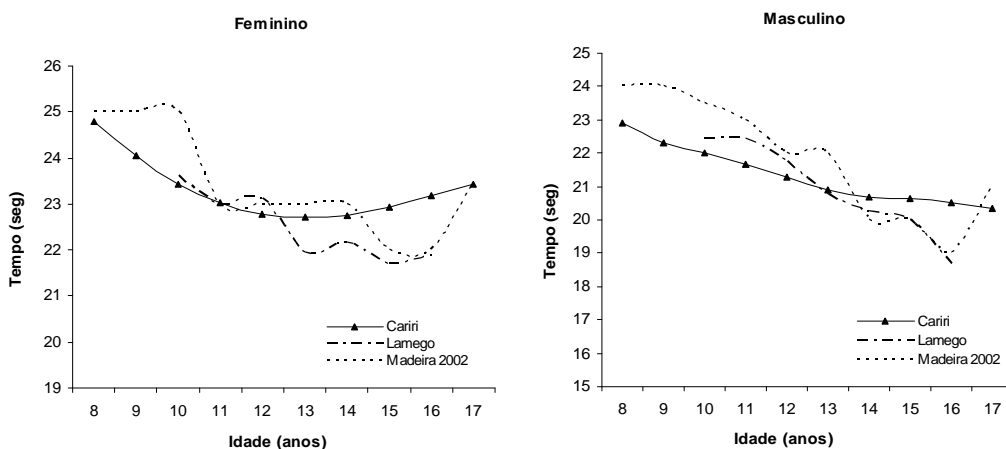
**FIGURA 4.** Comparação dos valores do (P50) da dinamometria manual com os de outros estudos.

No teste de impulsão horizontal as meninas carienses apresentam valores inferiores aos produzidos pelos outros estudos com diferenças situadas entre 4 e 27 cm, com exceção apenas nas idades dos 10 aos 12 anos comparativamente à amostra de Lamego (Figura 5). Do mesmo modo, os rapazes de Londrina e da Madeira 2002 apresentam valores superiores em quase todas as idades. Aos 17 anos a diferença é de 21.6 cm em relação aos rapazes de Londrina e de 11.7 cm em relação aos rapazes da Madeira 2002. Relativamente à amostra de Lamego os rapazes carienses apresentam um melhor desempenho até os 15 anos, sendo superado aos 16 anos com uma diferença média de 8.4 cm. Comparativamente aos rapazes da Madeira 1997, o desempenho dos carienses é ligeiramente melhor; aos 16 anos a diferença a favor destes é de 5.5 cm.



**FIGURA 5.** Comparação dos valores do (P50) da impulsão horizontal com os de outros estudos.

A Figura 6 apresenta o comportamento médio para o teste de corrida vai-e-vem de 10 X 5m. As meninas caririenses são mais rápidas do que as madeirenses entre os 8 e 14 anos; a partir dos 14 anos as madeirenses apresentam melhores resultados até aos 16 anos. Aos 17 anos o resultado é muito semelhante entre elas. As meninas de Lamego completam a prova em menos tempo do que as caririenses; a diferença é acentuada com o aumento da idade (1.28 segundos aos 16 anos). Os rapazes caririenses por sua vez, são mais rápidos do que os seus pares da Madeira e de Lamego até os 13 anos, a partir dos 14 anos tendem a apresentar piores tempos de prova.



**FIGURA 6.** Comparação dos valores do (P50) da corrida vai-e-vem de 10x5m com os de outros estudos.

## Discussão

Este estudo apresenta valores de referência e cartas percentílicas para um conjunto variado de testes motores, bem como compara os resultados obtidos com os de outras pesquisas desenvolvidas em crianças e adolescentes Brasileiros e Portugueses.

Apesar de ser relativamente bem conhecido na literatura que a variabilidade no desempenho motor de crianças e jovens depende essencialmente de fatores genéticos e ambientais bem como de especificidades do delineamento de cada pesquisa, é inquestionável que uma das melhores formas de expressar é através de cartas percentílicas. A elegância da sua apresentação, representação gráfica e métodos de estimação dos seus valores são uma mais-valia não somente para os pesquisadores, mas também para os professores de Educação Física e seus alunos. A atribuição de significado aos valores expressos numa qualquer carta percentílica assenta, também, na existência de um controle apertado da qualidade da informação, bem como no recurso a modelos estatísticos cuja aplicabilidade seja consentânea com aspectos das distribuições dos resultados obtidos nos diferentes testes motores. Relativamente ao primeiro aspecto, as estimativas de fiabilidade dos desempenhos nos testes foi bem elevada, e em consonância com a literatura da especialidade. As estimativas pontuais variaram entre 0.87 (corrida/caminhada de 12 minutos) e 0.98 (impulsão horizontal) salientando a elevada consistência do desempenho motor das crianças e jovens. No estudo de Londrina (GUEDES & GUEDES, 1997) as estimativas do coeficiente de correlação intra-classe variaram entre 0.77 e 0.90. Nos três estudos Portugueses (FREITAS, MARQUES & MAIA, 1997; ALMEIDA, 2001; FREITAS *et al.*, 2002) entre 0.70 e 0.98. Relativamente ao segundo aspecto, é importante salientar que a elevada dimensão amostral, entre sexos e por intervalos de idade, permitiu que as estimativas dos percentis fossem muito precisas e robustas face ao procedimento de estimação implementado no método de Cole e Green (COLE & GREEN, 1992). Ao mesmo tempo, os resultados (não apresentados no texto) dos testes Q sugeridos por Royston e



Wright (ROYSTON & WRIGHT, 2000) e por Pan e Cole (PAN & COLE, 2004) mostraram a qualidade do ajustamento dos modelos. Estes aspectos são o reflexo da adequação da distribuição nos percentis, dado que com poucas exceções, o percentual observado em cada categoria percentílica adere muito bem à distribuição normal esperada em cada um dos testes motores em ambos os sexos.

O perfil das curvas percentílicas tem um comportamento semelhante às produzidas no Brasil e em Portugal. A variabilidade interindividual é evidente em ambos os sexos, se bem que seja distinta de teste para teste e entre sexos no mesmo teste. Um exemplo claro é o que ocorre na prova de preensão. A capacidade em produzir força estática e explosiva, avaliada pelos testes de dinamometria e impulsão horizontal, mostra incrementos sucessivos ao longo da idade. A trajetória dos ganhos no período circum-pubertário nos meninos tende a apresentar aumentos até ao final da puberdade, enquanto que as meninas tendem a evidenciar um *plateau* por volta dos 12-13 anos de idade. Na amostra cariense verifica-se que, enquanto as meninas após os 13 anos tendem a diminuir e estabilizar gradativamente os incrementos de força, os rapazes aumentam progressivamente os ganhos em todos os percentis até os 17 anos. O formato produzido pelos percentis nas curvas dos rapazes mostra um efeito de “leque a abrir”, aumentando a variabilidade interindividual em cada idade. Um comportamento similar é descrito nas curvas para estes testes produzidas no estudo da Madeira (FREITAS *et al.*, 2002). No estudo de Londrina (GUEDES & GUEDES, 1997) a curva para o teste de impulsão horizontal tem um perfil semelhante ao encontrado nas curvas do Cariri.

A capacidade aeróbica é unanimemente considerada uma das componentes mais importantes da aptidão física normativa ou criterial, relacionada com a saúde ou o desempenho atlético (SAFRIT, 1990). Não obstante a variabilidade de testes propostos para a sua avaliação, o teste de corrida/caminhada de 12 minutos tem sido frequentemente utilizado para avaliação da resistência cardiorrespiratória em terreno (FREITAS, MARQUES & MAIA, 1997; GUEDES & GUEDES, 1997; ALMEIDA, 2001; FREITAS *et al.*, 2002). É também de

salientar que, apesar do tempo de prova, destaca-se a elevada consistência de desempenho em amostras de diferentes países, o que atesta a qualidade da informação. É sabido que o desempenho nos testes de natureza aeróbica é fortemente susceptível a fatores de caráter motivacional, eficiência de corrida e dimensões do corpo (MALINA, BOUCHARD & BAR-OR, 2004). Contudo, seria expectável uma melhoria do desempenho ao longo da idade nos dois sexos, tal como é bem documentado em provas de laboratório (ROWLAND, 1996) considerando valores absolutos ( $\text{mLO}_2\cdot\text{min}^{-1}$ ). Meninos e meninas têm as trajetórias dos seus percentis praticamente paralelas ao eixo da idade. Comportamentos semelhantes são reportados em Londrina e nos estudos portugueses. É provável que o aumento do tamanho do corpo, nem sempre proporcional aos incrementos dimensionais de órgãos do sistema cardiorrespiratório a que se associem aumentos na quantidade de massa gorda (ASTRAND & RODAHL, 1986; ROWLAND, 1996) possam explicar a estabilidade dos desempenhos. Por outro lado, são uma ilustração clara da necessidade da melhoria desta capacidade – cuja associação à saúde e prevenção de doenças cardiometabólicas são muito evidentes na literatura (ANDERSSEN *et al.*, 2007; EISENMANN, WELK, WICKEL & BLAIR, 2007).

A capacidade motora velocidade resulta da interação de um conjunto de atributos que envolvem implicações de ordem neurofisiológica com repercussões em diferentes capacidades motoras (CORBIN & LINDSEY, 1997). Dai que os pesquisadores sejam confrontados com dificuldades em considerar essa capacidade motora isoladamente. Por esta razão, tem-se dado alguma preferência à utilização de testes motores que tentam avaliar a velocidade em conjunto com outras capacidades motoras, como por exemplo, a agilidade. O teste de corrida vai-e-vem de 10x5m originalmente designado por *shuttle-run* e incluído na bateria Eurofit, tem sido comumente utilizado na avaliação da agilidade e velocidade (BEUNEN *et al.*, 1988). Os resultados encontrados na amostra do Cariri seguem o perfil encontrado noutros estudos, ou seja, a tendência de redução do tempo de prova com o avanço da idade, apesar da clara diferença entre os sexos. Quando comparados com os resultados de Lamego e Madeira 2002, os caririenses apresentam uma ligeira

vantagem no tempo de prova até os 12 anos em ambos os sexos, sendo ultrapassados pelos portugueses a partir dos 13 até os 17 anos. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo da Madeira (FREITAS *et al.*, 2002) em que crianças e jovens belgas e suíços dos 8 aos 12 anos de idade foram mais rápidos na corrida de vai-e-vem do que os seus pares madeirenses em ambos os sexos. Os autores justificaram essas diferenças com aspectos motivacionais e a menor estatura dos madeirenses. Grupos de crianças e jovens de menor estatura tendem a apresentar desempenhos mais fracos em tarefas que requerem velocidade, agilidade e potência devido à sua menor quantidade de massa muscular (MALINA, BOUCHARD & BAR-OR, 2004). É provável que a baixa estatura dos caririenses (SILVA, MAIA, CLAESSENS, PAN & BEUNEN, submetido) também tenha influenciado nos resultados encontrados. Aspectos de ordem motivacional, sobretudo nas meninas, que na adolescência tendem a adotar comportamentos menos ativos podem ajudar a explicar os resultados (TELAMA & YANG, 2000).

No presente estudo também foram apresentadas cartas de desempenho para dois testes oriundos da bateria Fitnessgram, *trunk lift* e *curl up*. Não obstante a sua estrutura criterial (i.e., são estabelecidos critérios para cada item da bateria em cada grupo etário e sexo permitindo a classificação do desempenho), consideramos relevante apresentar valores normativos para estas provas. A importância de monitorizar os níveis de flexibilidade dos músculos extensores e flexores do tronco radica, sobretudo, no caráter educativo e preventivo dos resultados obtidos. Embora o risco em desenvolver lombalgias, uma das fontes de incapacidade e desconforto nas sociedades modernas, ser maior com o avançar da idade, a consciência e atenção para a força e flexibilidade dos grupos musculares envolvidos no teste, em idades mais baixas é indispensável para prevenir e reduzir riscos futuros (PLOWMAN, 2008). Há um claro aumento do desempenho em ambos os sexos ao longo da idade. Apesar de uma ligeira vantagem do sexo masculino, os resultados são similares entre meninos e meninas.

A comparação dos valores do P50 de crianças e jovens do Cariri relativamente às de Londrina e de Portugal mostraram performances consistentemente inferiores. Não obstante a interpretação desta tendência “negativa” ser dificultada por questões de amostragem, temporalidade dos estudos (Londrina e Madeira entre 13 e 8 anos; Lamego há 9 anos), características socio-demográficas e culturais, há aspectos que podem ajudar a compreender tal tendência. Um dos aspectos mais importantes refere-se à circunstância da eficiência e valor do desempenho motor depender do tamanho (altura e peso) das crianças e jovens. Uma pesquisa recente (SILVA, MAIA, CLAESSENS, PAN & BEUNEN, submetido) cujo propósito foi construir cartas percentílicas para a altura, peso e IMC de crianças e jovens caririenses, bem como comparar os resultados obtidos com estudos nacionais e as cartas de referência do CDC 2000, mostra claramente a presença de menores valores estatura-ponderais da amostra caririense. Os caririenses são mais baixos e mais leves, em ambos os sexos dos 7 aos 17 anos. É bem provável que fatores alométricos sejam determinantes em algumas provas motoras, e que os escolares caririenses tenham sido penalizados no seu desempenho, sobretudo nas provas que envolvem corridas e saltos (ASTRAND & RODAHL, 1986; MAIA, 2010).

Um aspecto importante a destacar na interpretação dos resultados deste estudo é o que se refere à diferença no estatuto socioeconômico (ESE) entre as populações consideradas. A região do Cariri cearense apresenta um nível socioeconômico inferior quando comparado com as regiões dos estudos utilizados para comparação. O índice de desenvolvimento humano (IDH) das cidades amostradas na região do Cariri é de 0.697, 0.716 e 0.687 (Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha) respectivamente, enquanto que a cidade de Londrina possui um IDH de 0.824 e Portugal 0.909 (UNDP, 2009). Valores distintos de ESE, sobretudo os mais baixos, de crianças e jovens de países desfavorecidos tem sido relatado como sendo um fator subjacente a uma melhor *performance* motora, exatamente o contrário do que ocorre na presente pesquisa. Por exemplo, na pesquisa desenvolvida em Moçambique (PRISTA, MAIA, NHANTUMBO & SARANGA, 2010) envolvendo 845 crianças e jovens de

ambos os sexos dos 6 aos 20 anos, foram identificados resultados superiores relativamente aos seus pares americanos e europeus no desempenho na prova de corrida da milha, corrida de velocidade e flexibilidade. Neste estudo também foi verificado a elevada percentagem de indivíduos que preenchem os requisitos de aptidão criterial da bateria Fitnessgram, particularmente na aptidão cardiorrespiratória avaliado com base na prova da corrida da milha (rapazes 99.1% e moças 96.6%). Os autores atribuem os elevados níveis de aptidão física dos moçambicanos ao efeito das complexas exigências das atividades diárias de subsistência com que as crianças e jovens são confrontadas no seu cotidiano, bem como no forte gradiente sociocultural rico em jogos populares e atividades lúdicas espontâneas. Embora as características socioeconômicas da região do Cariri sejam consideradas baixas a moderadas, este fator parece não ter uma influência marcante no tipo de atividade física habitual das crianças que justifiquem algum impacto relevante na expressão da sua aptidão física.

É evidente que, face à variabilidade no tamanho, composição e forma do corpo de crianças e jovens da mesma idade cronológica e sexo, a interpretação do desempenho motor em termos absolutos e/ou relativos nem sempre seja o mais esclarecedor, sobretudo em termos diferenciais. Uma perspectiva interessante de análise repousa num domínio específico da Biologia e/ou Antropologia Física designado de Alometria que procura, essencialmente e do ponto de vista operacional, corrigir o desempenho para diferenças da morfologia externa utilizando modelos lineares ou não lineares com efeitos aditivos e/ou multiplicativos, (ver por exemplo, o texto de Nevill e Holder) (2000). Contudo, tal abordagem nunca foi colocada na construção e interpretação dos resultados oriundos de cartas percentílicas pelos seguintes motivos: (1) seria muito difícil interpretar os resultados ajustados a medidas dimensionais; (2) os coeficientes alométricos não são universais; (3) nem sempre existe um esclarecimento biológico preciso acerca do significado do expoente quando se violam os pressupostos do modelo Alométrico e quando os valores encontrados são distintos dos teoricamente esperados. Contudo, este tipo de análise é importante para se estudar, em termos médios e/ou

individuais, o efeito de variáveis do tamanho no desempenho motor em termos diferenciais.

Um aspecto relevante a considerar, em termos técnicos, refere-se ao comportamento dos valores L, M e S do modelo de Cole e Green (1992) na estimação dos percentis dos diferentes testes. Não se dispõe de qualquer tipo de dados similares para comparação, o que limita, necessariamente, a interpretação dos valores obtidos. Na generalidade os valores da transformação Box-Cox (parâmetro L) para normalizar as distribuições de resultados são relativamente similares nos dois sexos ao longo da idade em cada um dos testes motores. O parâmetro M (descriptor da curva Mediana) tem um comportamento esperado com incrementos ou diminuições em função da prova – por exemplo são esperados incrementos na prova de impulsão horizontal, e diminuições do tempo de prova na corrida vai-e-vem de 10x5 metros. Esta curva é demasiadamente complexa, exigindo uma função de *cubic splines* para ajustar adequadamente, o que acontece em todos os testes. Finalmente, os valores do coeficiente de variação (parâmetro S) também são relativamente similares em cada uma das provas nos dois sexos.

Não obstante o esforço empreendido para fornecer dados precisos e relevantes no domínio da Educação Física escolar e Ciências do Desporto, importa referir alguns aspectos que consideramos limitações do estudo: (1) a impossibilidade de comparação com estudos locais, face à inexistência de informações anteriores sobre o desempenho motor de escolares da região do Ceará que não permite compreender melhor o alcance dos resultados obtidos; (2) as discrepâncias socioeconômicas, geográficas e culturais bem como o desfasamento temporal entre os estudos utilizados nas comparações limitam comparações quando não se uniformizam procedimentos para a sua descrição. Apesar destas limitações, o estudo é percorrido por aspectos que consideramos muito relevantes, de que destacamos: (1) a dimensão amostral e a sua representatividade em termos de grupos etários e sexo; (2) a utilização de sofisticadas ferramentas de análise estatística e representação gráfica da informação face à complexidade da estrutura dos dados; (3) a relevância

associada à apresentação de valores normativos do desempenho motor de crianças e jovens em idade escolar numa região que não possui este tipo de informação; (4) a qualidade do delineamento da pesquisa e a estrutura didática da construção e apresentação da informação, que pode ser um auxiliar importante para outros pesquisadores das Ciências do Desporto interessados em pesquisas no domínio do crescimento e desenvolvimento.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem aos 2 consultores da RBEFE pelas correções e sugestões que muito contribuíram para a melhoria do texto.

### **Referências**

AAHPERD. *American Alliance for Health, Physical Educations, Recreation and Dance. Health Related Physical Fitness Manual*. Washington, DC, 1980.

ALMEIDA, C. M. P. *Aptidão Física, Estatuto sócioeconómico e Medidas Antropométricas da População Escolar do Concelho de Lamego*. Lamego: Câmara Municipal de Lamego, 2001.

ANDERSSON, S. A.; COOPER, A. R.; RIDDOCH, C.; SARDINHA, L. B.; HARRO, M.; BRAGE, S.; ANDERSEN, L. B. Low cardiorespiratory fitness is a strong predictor for clustering of cardiovascular disease risk factors in children independent of country, age and sex. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* [S.l.], v. 14, n. 4, p. 526-31, Aug 2007.

ASTRAND, P. O.; RODAHL, K. *Textbook of Work Physiology*. 3rd. ed. New York: McGraw-Hill, 1986.

BAILEY, R. C.; OLSON, J.; PEPPER, S. L.; PORZASZ, J.; BARSTOW, T. J.; COOPER, D. M. The level and tempo of children's physical activities: an

observational study. *Med Sci Sports Exerc* [S.I.], v. 27, n. 7, p. 1033-41, Jul 1995.

BEUNEN, G.; MALINA, R.; VAN'T HOF, M.; SIMONS, J.; OSTYN, M.; RENSON, R.; VAN GERVEN, D. *Adolescent Growth and Motor Performance. A Longitudinal Study in Belgian Boys*. Illinois: Human Kinetics, 1988.

COLE, T. J.; BELLIZZI, M. C.; FLEGAL, K. M.; DIETZ, W. H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* [S.I.], v. 320, p. 1240-1243, 2000.

COLE, T. J.; FREEMAN, J. V.; PREECE, M. A. British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood. *Stat Med* [S.I.], v. 17, n. 4, p. 407-29, Feb 28 1998.

COLE, T. J.; GREEN, P. J. Smoothing Reference Centile Curves: The LMS Method and Penalized Likelihood. *Stat Med* [S.I.], v. 11, p. 1306-1319, 1992.

CORBIN, C. B.; LINDSEY, R. *Concepts of physical fitness*. 9. ed. Dubuque: Brown & Benchmark, 1997.

DISHMAN, R.; HEATH, G.; WASHBURN, R. *Physical Activity Epidemiology*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.

EISENMANN, J. C.; WELK, G. J.; WICKEL, E. E.; BLAIR, S. N. Combined influence of cardiorespiratory fitness and body mass index on cardiovascular disease risk factors among 8-18 year old youth: The Aerobics Center Longitudinal Study. *Int J Pediatr Obes* [S.I.], v. 2, n. 2, p. 66-72, 2007.

EUROFIT. *Handbook for the European test of physical fitness*. Rome: Council of European Committee for Development of Sport, 1988.

FREITAS, D. L.; MAIA, J. A.; BEUNEN, G.; LEFEVRE, J. A.; CLAESSENS, A. L.; MARQUES, A. T.; RODRIGUES, A. L.; SILVA, C. A.; CRESPO, M. T.; THOMIS, M. *Crescimento Somático, Maturação Biológica, Aptidão Física, Atividade Física e Estatuto Sócio-Econômico de Crianças e Adolescentes*



*Madeirenses - O Estudo de Crescimento da Madeira.* SAEFD Universidade da Madeira, 2002.

FREITAS, D. L.; MARQUES, A. T.; MAIA, J. A. *Aptidão Física da População Escolar da Região Autónoma da Madeira.* Madeira: Universidade da Madeira, 1997.

GUEDES, D. P. Implicações associadas ao acompanhamento do desempenho motor de crianças e adolescentes. *Rev. bras. Educ. Fís. Esp.* [S.l.], v. 21, p. 37-60, 2007.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. R. P. *Crescimento Composição Corporal e Desempenho Motor de Crianças e Adolescentes.* São Paulo: Balieiro, 1997.

LOPES, V. P.; MAIA, J. A.; SILVA, R. G.; SEABRA, A.; VASQUES, C. M. Estabilidade e Mudança nos Níveis de Actividade Física. Uma Revisão da Literatura Baseada na Noção e Valores do *Tracking*. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano* [S.l.], v. 7, n. 2, p. 76-86, 2005.

MAIA, J. A. *Santo Tirso ComVIDA e Com Saúde - Boas Práticas na Escola Secundária de D. Dinis.* Porto: Universidade do Porto, 2010.

MAIA, J. A.; LOPES, V. L. *Um Olhar sobre Crianças e Jovens da Região Autónoma dos Açores. Implicações para Educação Física, Desportos e Saúde.* Porto: FCDEF, 2003.

MALINA, R.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. *Growth, Maturation and Physical Activity.* 4ª. ed. Illinois: Human Kinetics Books, 2004.

NEVILL, A. M.; HOLDER, R. L. Modelling health-related performance indices. *Annals of Human Biology* [S.l.], v. 27, n. 6, p. 543-559, 2000.

PAN, H.; COLE, T. J. A comparison of goodness of fit tests for age-related reference ranges. *Stat Med* [S.l.], n. 23, p. 1749-1765, 2004.

\_\_\_\_\_. *LmsChartMaker. A Program to Construct Growth References Using the LMS Method.* UK.2006.

PLOWMAN, S. A. Muscular Strength, Endurance, and Flexibility Assessments. In: WELK, G., MEREDITH, MD (Ed.). *Fitnessgram/Activitygram Reference Guide*. Dallas, TX: The Cooper Institute, 2008. p. 11-15.

PRISTA, A.; MAIA, J.; NHANTUMBO, L.; SARANGA, S. *O Desafio de Calanga - Do Lugar e das Pessoas à Aventura da Ciência*. Porto: Universidade do Porto, 2010.

ROWLAND, T. *Developmental Exercise Physiology*. Champaign: Human Kinetics Publishers, 1996.

ROYSTON, P.; WRIGHT, E. M. Goodness-of-fit statistics for age-specific reference intervals. *Stat Med* [S.I.], n. 19, p. 2943-2962, 2000.

SAFRIT, M. The validity and reliability of fitness tests for children: a review. *Pediatric Exercise Science* [S.I.], v. 2, n. 1, p. 9-28, 1990.

SHEPHARD, R.; BOUCHARD, C. Associations between health behaviours and health related fitness. *Br J Sports Med*. [S.I.], v. 30, n. 2, p. 94-101, 1996.

SILVA, S.; MAIA, J.; CLAESSENS, A.; PAN, H.; BEUNEN, G. Growth References for Brazilian Children and Adolescents – Healthy Growth in Cariri Study. *Ann Human Biol* [S.I.], submetido.

STRONG, W. B.; MALINA, R. M.; BLIMKIE, C. J.; DANIELS, S. R.; DISHMAN, R. K.; GUTIN, B.; HERGENROEDER, A. C.; MUST, A.; NIXON, P. A.; PIVARNIK, J. M.; ROWLAND, T.; TROST, S.; TRUDEAU, F. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr* [S.I.], v. 146, n. 6, p. 732-7, Jun 2005.

TELAMA, R.; YANG, X. Decline of physical activity from youth to young adulthood in Finland. *Medicine and Science in Sports and Exercise* [S.I.], v. 32, n. 9, p. 1617-1622, 2000.

UNDP. United Nations Development Programme - Human Development Report 2009. 2009.

WELK, G. J.; MEREDITH, M. D. *Fitnessgram/Activitygram Reference Guide*.  
Dallas, TX: The Cooper Institute, 2008.



## **Capítulo 6**

---

---

### ***Estudo Empírico***

#### ***Longitudinal changes in strength of children from Cariri, Brazil: A multilevel approach***

---

---

Simonete Silva<sup>1</sup>, Gaston Beunen<sup>2</sup>, Adam Baxter-Jones<sup>3</sup>, José Maia<sup>4</sup>

**Artigo submetido ao periódico American Journal of Human Biology (EUA)**

<sup>1</sup> Departamento de Educação Física, Universidade Regional do Cariri, Ceará, Brasil

<sup>2</sup> Faculty of Kinesiology and Rehabilitation Sciences, K.U. Leuven, Belgium

<sup>3</sup> College of Kinesiology, University of Saskatchewan, Canada

<sup>4</sup> CIFI<sup>2</sup>D, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal



## **ABSTRACT**

**Purpose:** The aims of this study were: (1) to model changes in strength development of children and youth; (2) to verify the presence of gender, socioeconomic status and biological maturity effects in their longitudinal trajectories; and (3) to describe the effects of time varying covariates such as physical activity levels and body fatness.

**Methods:** Children and adolescents muscular strength were examined longitudinally during a 3-year period with a 6-month measurement interval. The sample comprised 796 Brazilian boys and girls aged 8 to 16 years. Static strength and muscular power were assessed, as well as different covariates: Sex, socioeconomic status and biological maturation (time invariant), as well as physical activity and body fatness (time varying). Longitudinal intraindividual changes, interindividual differences and their predictors were analyzed within the framework of multilevel modeling using HLM 6.0 software.

**Results:** In static strength of 12 years old (baseline) girls was 18.26 ( $\pm 0.49$ ) kg. Boys are, on average, 1.58 ( $\pm 0.57$ ) kg stronger. Late maturers are less strong ( $-2.40 \pm 0.65$  kg) than advanced ones ( $3.56 \pm 1.00$  kg). In explosive strength a girl of 12 years jumped 137.52 ( $\pm 0.85$ ) cm. Boys performed 10.23 ( $\pm 2.17$ ) cm better. Late and early maturers had a lower ( $-4.19$  cm) performance compared to average maturers although this difference was not statistically significant.

**Conclusions:** Marked interindividual differences are observed in both sexes. Socioeconomic status was not a significant predictor in strength development in boys and girls. Biological maturity is significantly associated with only static strength. Physical activity is a significant predictor only in explosive strength, and body fatness is significantly associated to static strength development, although is negatively linked to explosive strength

**Key words:** performance; strength; children and adolescents; modeling changes





## **Introduction**

Longitudinal studies in motor performance involving children and adolescents are not abundant in pediatric exercise science. For example, a recent review concerning changes in motor performance in a variety of tasks of boys and girls followed for several years was reported by Malina et al. (2004) but the studies that the authors reviewed were conducted some 10-20 years ago. Notwithstanding the relevance of this description, no formal modeling and hypothesis testing were produced to interpret performance changes. Within the European mainstream, the best approach to describe repeated information concerning motor performance was done by Beunen et al. (1988) who provided distance and velocity charts of several motor tests (flamingo balance, plate tapping, sit and reach, vertical jump, standing long jump, arm pull, leg lifts, sit ups, shuttle run 50m, and shuttle run 480m) for Belgian boys followed during 6 years from 12 to 18 years.

Seminal work about static strength changes during youth was also reported by Carron and Bailey (1974) who followed 99 Canadian boys from 10 to 16 years of age, using seven static strength tests. Maximum strength increments occurred 1 year after peak height velocity and peak weight velocity. Early maturers had significantly greater strength than late maturers. When strength was divided by body height, the results remained unchanged. Furthermore, when the effects of weight were factored out, no differences remained among groups of different maturational levels. In Belgian boys, Beunen et al. (1988) showed that static strength (arm pull test) increases fairly linearly with chronological age from early childhood to approximately 12 or 13 years of age. On the other hand, and on average, explosive strength performance (standing long jump test) increases linearly with age in both sexes until 12 years in girls, and in boys until 13 years. In boys, a clear growth spurt in explosive strength occurred 6 months after age at peak height velocity and coincided with peak weight velocity (Beunen et al., 1988). In both sexes, size, body composition and biological maturation are associated with strength characteristics, although the

magnitude of correlations varies with sex, age and strength component (Malina et al., 2004).

An adequate understanding of the dynamics of changes in performance necessarily implies the use of longitudinal and/or mixed-longitudinal designs and the use of flexible statistical models. The description and interpretation of the dynamics of change, its patterns, as well as the use of relevant covariates that can explain the magnitude and direction of change is mostly lacking (Baxter-Jones et al., 2005; Beunen et al., 1988; Maia et al., 2005). Fortunately, developments in the statistical theory of hierarchical linear models (HLMs) enables to integrate the study of the complexities of individual growth, group description and investigating correlates of status and change (Bryk and Raudenbush, 1987; Hox, 2010).

No recent longitudinal study attempted to describe and interpret changes in motor performance as well as and their predictors during youth. This study aims to: (1) model changes in strength performance of children and youth of four cohorts followed longitudinally from 8 to 16 years; (2) verify the presence of gender, socioeconomic status and differential effects of biological maturity in their normative trajectories; and (3) describe the effects of time varying covariates, namely physical activity level and fatness, in motor performance of Brazilian children and youth.

## **Subjects and methods**

### ***Sample***

Subjects were part of the project 'Healthy Growth in Cariri', a mixed-longitudinal study using four age cohorts: 8, 10, 12, and 14 years at baseline. They were followed for three consecutive years with measurements taken at six month intervals during the period 2006 – 2009. The original sample comprised 796 children and youth (368 girls and 428 boys) from three cities: Juazeiro do Norte, Crato and Barbalha, Ceará state, northeast region of Brazil. Student's

socioeconomic status (SES) was defined according to family's average income and school attendance: private (high level) and public (low level). Sex and age specific sample size is given in Table 1. The "Healthy Growth in Cariri" project was approved by the Ethics Research Committee of the Medical School of Juazeiro do Norte and informed consent was obtained from parents and directors of all schools.

**Table 1.** Sample size by age, cohorts and sex.

<b>Cohort</b>	<b>Ages</b>	<b>Girls</b>	<b>Boys</b>	<b>Total</b>
C 1	08 – 10	117	148	265
C 2	10 – 12	96	87	183
C 3	12 – 14	111	124	235
C 4	14 – 16	44	69	113
	<b>Total</b>	<b>368</b>	<b>428</b>	<b>796</b>

## **Measurements and tests**

### *Fatness*

Skinfolds were measured by highly trained staff according to the procedures described by Claessens et al. (2008) at the following anatomical sides: triceps, subscapular, biceps, iliac, and calf. Due to skewed distributions, all were log transformed and summed in each subject at all measurement occasions. This sum is used as an indicator of fatness.

### *Strength performance*

Strength was assessed with two tests from the American Alliance for Health, Physical Educations, Recreation and Dance (AAHPERD, 1980) test battery reflecting two important components: static (hand grip) and power (standing long jump).

### *Biological age*

Bone age was estimated using the Tanner–Whitehouse method (TW3) (Tanner et al., 2001) and radiographs were taken in the Radiology Department of the public hospital of Juazeiro do Norte. A radiograph of the left hand and wrist of each child was taken on a yearly basis during the three consecutive years. The difference between biological and chronological ages was calculated for each child at the first year of the study. The classification scheme suggested by Malina et al. (2004) was used to divide children and youth in late maturers (difference greater than -1 year), on time (difference between -1 and 1 year), and early maturers (difference greater than +1 year).

### *Physical activity*

Children's PA (physical activity) was estimated by direct interview (one-to-one) using the Baecke questionnaire (Baecke et al., 1982), which is considered a valid and reliable instrument (Philippaerts and Lefevre, 1998). This questionnaire is made up of questions that call for Likert-type response (1–5) and are designed to assess different categories of the concept of PA (work/school, sports and leisure-time). Sport index was scored, in part, from the two most frequently played sports (divided into three levels: low level for sports that average energy expenditure is 0.76 MJ/h; middle level: 1.26 MJ/h; and high level: 1.76 MJ/h), for which the number of hours per week, month per year, and estimated frequency of sweating, and a subjective comparison of participation in exercise relative to others of the same age. Leisure time index was based on the frequency of television viewing, cycling, and time spent walking daily. In this study we used the sum of the sport index and the leisure time index and estimated to summarize the total physical activity level.

### *Reliability*

Data quality control was done in two steps. In the first step all team members were trained and applied all testing procedures on a sample of 26 children, under the supervision of JM, AC and GB. Secondly, an in-field reliability procedure was implemented during the data collection. Each day, a random sample of five children was retested. Intraclass correlation coefficients (R) were high for the two strength tests: 0.95 (hand grip), and 0.96 (stand long jump). The Baecke questionnaire was also re-assessed in a random sample of 105 children and youth from both genders and all cohorts. The intraclass correlation for total physical activity was 0.82 (sport score R=0.81 and leisure time R=0.78). Technical error measurement for skinfolds varies between 0.4 to 0.7 mm. The first author (SS) rated all radiographs. Training and quality control procedures were described in detail elsewhere (Silva et al., 2010). Very briefly, we randomly re-assessed a total of 110 radiographs. Agreements/disagreements in assigning bone stages for each of the 13 bones were verified. Agreements varied from 74.6% (for distal phalanx I) to 90.9% (proximal phalanx III). Overall agreement was 84.9%.

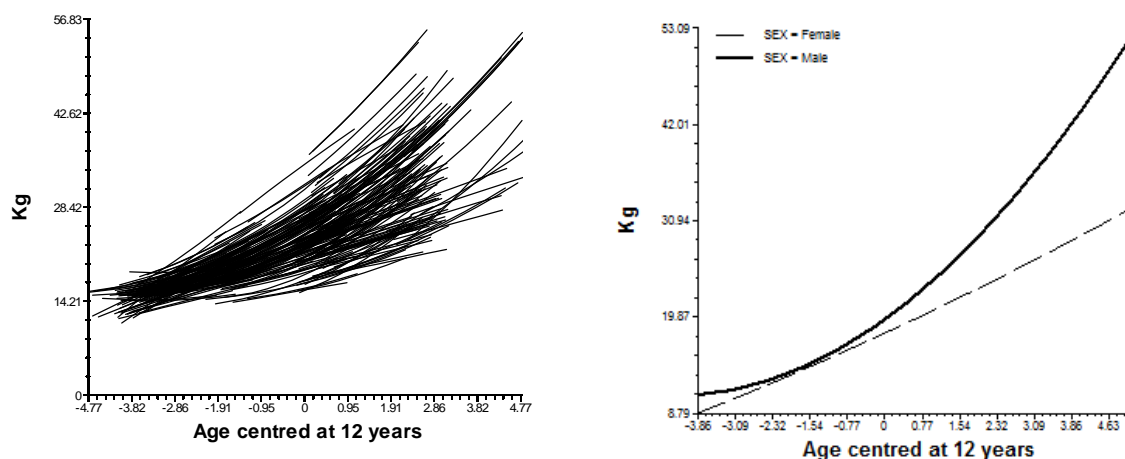
### **Statistical analysis**

Descriptive statistics were computed in SPSS 18.0. Modeling changes in motor performance were done in HLM 6.0 software within the framework of multilevel approach (Bryk and Raudenbush, 1987). Maximum likelihood estimation procedures were used to assess intra-individual changes as well as average motor performance. In HLM analysis, the numbers and spacing of measurement observations may vary across persons. It can also easily accommodate data from mixed-longitudinal designs with missing data under the assumption that missing is at random (Hox, 2010). To best describe individual longitudinal trajectories, average trajectories and respective predictors, a stepwise procedure was adopted. We first defined the level-1 model using up to a 3<sup>rd</sup> degree polynomial of age. To facilitate the interpretation of model parameters

describing change, age was centered at 12 years. On average the age at peak height velocities in girls and the age at onset of the growth spurt in boys (Malina et al., 2004). A series of hierarchically nested level-1 models were fitted with increasing patterns of change (linear, quadratic, cubic). Deviance statistic, or a measure of model quality, was compared in such models, and the one with lower Deviance was retained showing the best fit based on the evidence that the Qui-square value related to this decrease was statistically significant. The next step was to include time varying covariates: total physical activity and sum of skinfolds (fatness) each available at every six points of data collection. Only statistically significant predictors were allowed to enter the model. Finally, time invariant predictors (level-2) were included in the best fitting model describing change: sex, SES (socioeconomic status) and a dummy coding (D1 and D2) of biological maturation (late, on time, early) assessed at the first measurement occasion.

## Results

Intraindividual trajectories in hand grip were best described by a 2<sup>nd</sup> degree polynomial (see Figure 1 panel a), and average curves for boys and girls are presented in Figure 1 panel b.



**Figure 1.** Intraindividual trajectories of all subjects for hand grip (panel a) and average curve by sex (panel b).

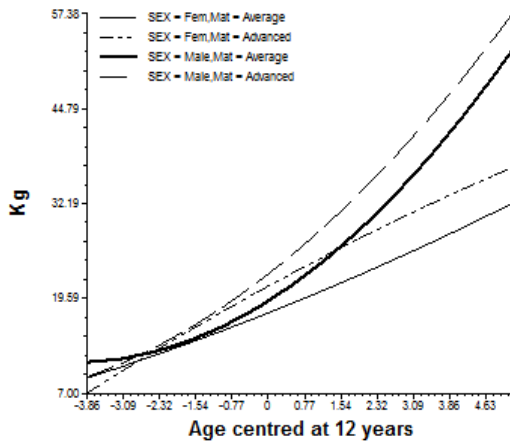
Results of the best fitting models are displayed in Table 2. Average hand grip strength of 12 years old girls was 18.26 ( $\pm 0.49$ ) kg. Boys are, on average, 1.58 ( $\pm 0.57$ ) kg stronger. At 12 years, late maturers are less strong ( $-2.40 \pm 0.65$  kg) than advanced ones ( $3.56 \pm 1.00$  kg). Per year, girls increase their strength at the rate of 2.51 kg/year ( $\pm 0.15$ ), but boys do so at a higher rate ( $3.98$  kg/year:  $2.51 + 1.47$ ).

**Table 2.** Fixed and random-effects estimates for the best fitting growth curve model of hand grip.

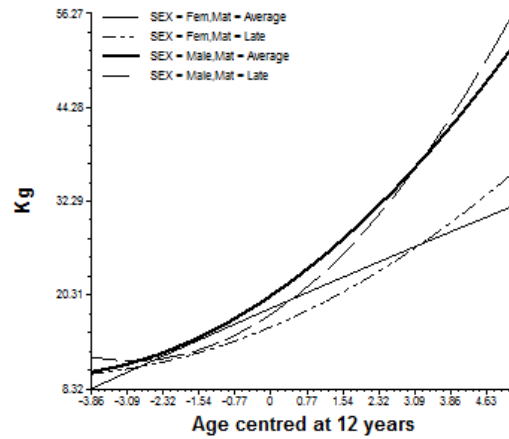
Fixed-effects estimates	Coefficient	Standard error	T-ratio	P-value
Intercept (12 years)	18.26	0.49	37.45	<0.001
Sex	1.58	0.57	2.76	0.007
Late maturers (D1)	-2.40	0.65	-3.67	<0.001
Early maturers (D2)	3.56	1.00	3.56	<0.001
Linear Slope	2.51	0.15	16.70	<0.001
Sex	1.47	0.20	7.25	<0.001
Late maturers (D1)	-0.09	0.23	-0.41	0.684
Early maturers (D2)	0.93	0.42	2.21	0.028
Quadratic Slope	-0.003	0.06	-0.06	0.953
Sex	0.41	0.08	5.32	<0.001
Late maturers (D1)	0.26	0.09	2.87	0.005
Early maturers (D2)	-0.13	0.13	-0.99	0.322
Fatness	0.99	0.22	4.50	<0.001
Total Physical Activity	-			
Random-effects estimates	Variance component	Chi – square	P-value	
Intercept	13.26	734.448	<0.001	
Linear Slope	0.48	338.726	<0.001	
Residual	8.18			
Correlation (Intercept/LinearSlope)	0.98			
Deviance	5286.88			
Parameters	17			

Late maturers have a linear rate of growth similar to that of average maturers, but early maturing subjects handgrip performance increases at a higher rate ( $3.44$  kg/year =  $2.51 + 0.93$ ). While in girls the quadratic component was not significant ( $-0.003 \pm 0.06$ ), in boys such an upward trend in strength development is evident ( $0.41 \pm 0.08$ ). Maturity advanced youths (Figure 2) show greater strength gains, while for late maturers (Figure 3) the strength trajectories are similar to average maturers.

Total physical activity did not show any longitudinal association with static strength development, whereas total body fat had a significant positive association ( $0.99 \pm 0.22$ ). Statistically significant interindividual differences were present at 12 years (13.26); the same occurred for the linear rates of change (0.48) in force production. No such trend was present in the curvilinear part of the trajectories.



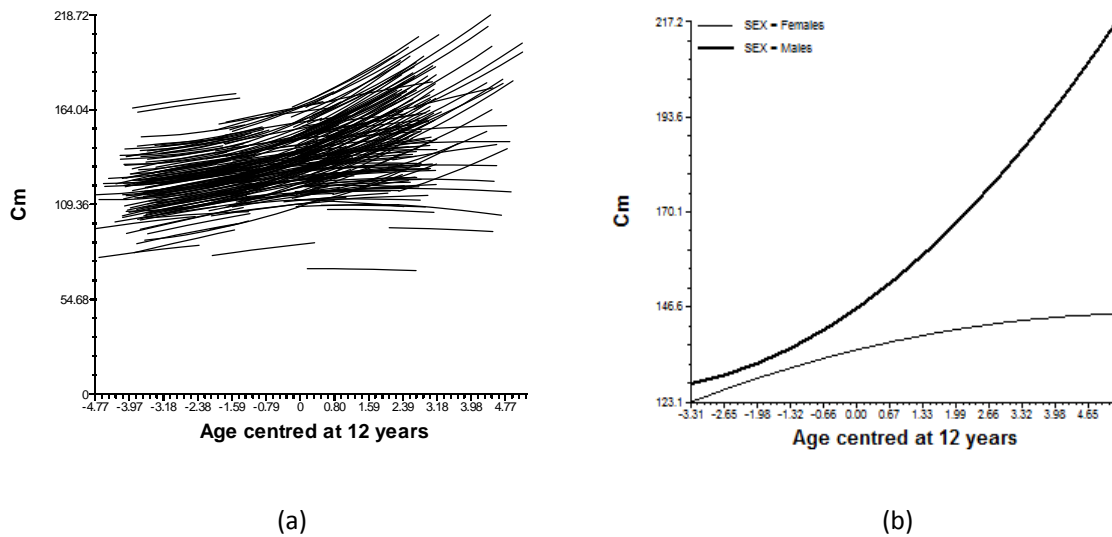
**Figure 2.** Strength (handgrip) trajectories of boys and girls of contrasting maturity status: average maturers versus early maturers.



**Figure 3.** Strength (handgrip) trajectories of boys and girls of contrasting maturity status: (average maturers versus late maturers).

Figure 4 (panel a) shows the intraindividual changes in standing long jump (SLJ), and panel b, presents average curves for boys and girls. A general 2<sup>nd</sup> degree polynomial of time was the best descriptor of changes.



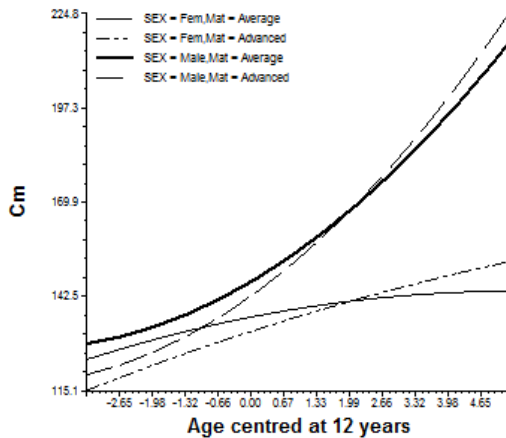


**Figure 4.** Intra-individual trajectories of all subjects for standing long jump (panel a) and average curve by sex (panel b).

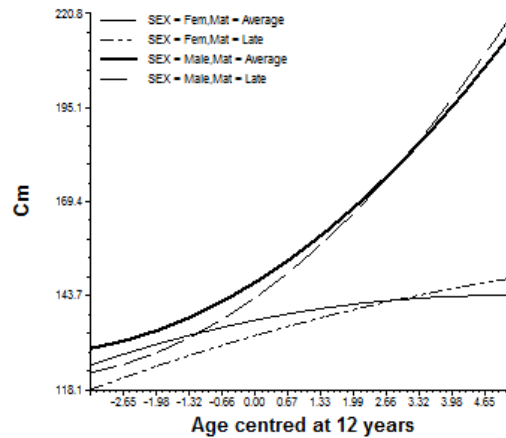
Table 3 and Figure 4 summarize information from the best of fitting model with time varying and time invariant covariates. On average, a girl of 12 years jumped 137.52 ( $\pm 0.85$ ) cm. Boys performed 10.23 ( $\pm 2.17$ ) cm better. At 12 years of age, late and early maturers had a lower (-4.19 cm) performance compared to average maturers although this difference was not statistically significant. Per year, the rate of change in explosive strength in girls was 2.56 ( $\pm 0.86$ ) cm/year, but in boys it was 8.24 cm ( $2.56+5.68$ ). Late and early maturers did not have significant differences in the linear rate of change in SLJ. While an upward trend (quadratic effect) was not evident in girls, in boys such trend is evident ( $1.20 \pm 0.33$  cm). No specific maturational effect was presented in the non-linear effect of SLJ changes. Subjects with higher body fat had, in longitudinal terms, a negative association ( $-3.41 \pm 0.69$  cm) with SLJ performance, whereas total physical activity had a positive association ( $1.76 \pm 0.59$  cm). At baseline (12 years of age), a statistically significant interindividual difference was found among subjects, and the same occurred for the linear part of power changes. At 12 years, those who performed better had also the greater rates of linear change in SLJ ( $r=0.25$ ).

**Table 3.** Fixed and random-effects estimates for growth curve models of standing long jump.

Fixed-effects estimates	Coefficient	Standard error	T-ratio	P-value
Intercept (12 years)	137.62	1.85	74.24	<0.001
Sex	10.23	2.27	4.51	<0.001
Late maturers (D1)	-4.19	2.41	-1.74	0.082
Early maturers (D2)	-4.19	3.63	-1.16	0.249
Linear Slope	2.56	0.86	2.97	0.004
Sex	5.68	1.01	5.60	<0.001
Late maturers (D1)	1.14	1.08	1.05	0.294
Early maturers (D2)	1.85	1.34	1.38	0.170
Quadratic Slope	-0.30	0.25	-1.21	0.229
Sex	1.20	0.33	3.66	<0.001
Late maturers (D1)	0.12	0.41	0.28	0.779
Early maturers (D2)	0.12	0.48	0.25	0.807
Fatness	-3.41	0.69	-4.95	<0.001
Total Physical Activity	1.76	0.59	2.97	0.004
Random-effects estimates	Variance component	Chi – square	P-value	
Intercept	252.34	996.977	<0.001	
Linear Slope	9.02	392.046	<0.001	
Residual	113.99			
Correlation (Intercept/LinearSlope)	0.25			
Deviance	9108.67			
Parameters	18			



**Figure 5.** Strength (standing long jump) trajectories of boys and girls of contrasting maturity status: average maturers versus early maturers.



**Figure 6.** Strength (standing long jump) trajectories of boys and girls of contrasting maturity status: average maturers versus late maturers.

## **Discussion**

The main aim of this study was to model longitudinal changes in strength of children and youth from Cariri, Brazil. We also wanted to assess the importance of physical activity levels and fatness in strength development. Furthermore, we also intended to verify the significant presence of gender and socioeconomic status, as well as, the differential effects of biological maturity in their strength trajectories.

Cariri boys are stronger and jump further than girls and the growth trajectories are different: boys have non linear growth trajectories in static and explosive strength, while girls have linear trends. The variation at baseline, i.e., 12 years of age, is highly pronounced in standing long jump and hand grip, which is indicative of significant heterogeneity among subjects of both sexes in strength status; similar inter individual differences are noticed for their slopes, i.e., velocity in strength development. This variation, not only at 12 years of age, but also in strength changes may be explained by marked differences in timing and tempo of their growth spurt. Physical activity as a time-varying predictor was not longitudinally associated with static strength, but it was associated with explosive strength (standing long jump). Fatness was a significant longitudinal positive predictor of static strength, but it was negatively associated with explosive strength. SES was not associated with strength characteristics and maturity was positively associated with static strength but not with explosive strength.

Although recent longitudinal data about motor performance in boys and girls followed from 8 to 16 years is lacking, our most important body of information relies on studies conducted some 20-30 years ago. At that time no novel statistical modeling strategies, fast algorithms and sophisticated software was available. However, highly relevant descriptions and interpretation emerged from distance and velocity curves, as well as from aligning data according to age at peak height and weight velocities. A great deal of this body of data comes primarily from USA (Branta et al., 1984; Espenschade, 1940; Jones,

1949), Canadá (Carron and Bailey, 1974) and Belgium (Beunen et al., 1988). No such longitudinal information is available in children and youth from South American countries, namely in Brazil, where socio-economic disparities are widely common (Ulijaszek, 2006; UNDP, 2009). The sex differences and growth trajectories of Brazilian youths studied herein follow closely the growth characteristics described earlier. Sex differences in strength between boys and girls become more pronounced at the beginning of the adolescent period. The marked acceleration of strength performance during the male adolescent growth spurt magnifies the sex difference which is somewhat linked to greater increases in muscle mass in males (Beunen and Malina, 1988). In the Cariri sample, average strength curves continues to increase more rapidly for boys than for girls, suggesting strength spurt in boys, but not in girls. A leveling off is to be expected earlier in girls than in boys, despite the fact that present data only cover the period till 16 years of age. Although in most growth studies data collection is usually terminated at 18 years of age, it has been shown that strength continues to increase till the third decade of life. This trend was empirically confirmed in a subsample of the longitudinal series of Belgium boys that was measured again at 30 years of age. Significant increases in strength occurred between 18 and 30 years (Lefevre et al., 1990). However, the differences among early-maturing, average-maturing and late-maturing boys in static strength vanished at 30 years. These findings emphasize the continued growth in strength of late-maturing boys and transient nature of maturity associated variation in performance during adolescence.

Physical activity as a time-varying predictor was not longitudinally associated with static strength, but with explosive strength (standing long jump). Associations between physical fitness components in adolescent boys and girls and hours of physical activity, total daily energy expenditure, energy expenditure in moderate-to-vigorous physical activity and inactivity (television viewing time) are usually low. For example, a cross sectional Canadian study (Katzmarzyk et al., 1998) involving 9 to 18 years old boys and girls, provided some evidence of the relationship between several components of physical activity and physical fitness using a multivariate approach (canonical

correlation). Results showed that 11% to 21% of the common variance space arise from health-related physical fitness (sit up's, static leg strength and power), physical activity and the sum of six skinfolds. However, the large amount of the variability, about 80% to 90% in health-related fitness, was not accounted for by physical activity or inactivity. Similarly, but using a different design, Belgian boys followed longitudinally for 6 years from 12 to 18 years and classified as active and inactive did not differ in static strength and power (Beunen et al., 1992). The same trend was observed in Dutch children (Verschuur, 1987) followed longitudinally from 13 to 16 years of age who were also divided in active and non active boys. No significant different trajectories among activity groups in static arm strength, sit-and-reach, vertical jump and speed of upper limb movement were identified.

Fatness was a significant longitudinal positive predictor of static strength, but negative for explosive strength. It has been widely shown in cross sectional studies that fatness is negatively associated with the motor performance, although the magnitude of these correlation varies considerably (Malina et al., 2004). It is easily understood that fat represents a kind of inert mass that adversely affects those motor tasks that require jumping (as standing long jump), running (dashes) or lifting of the body (pull-ups).

Although differences in socio-economic status may act with a gradient spectrum in physical fitness in children and youth (Eiben and Mascie-Taylor, 2004; Sallis et al., 1996) no such trend was evident in the Cariri subjects despite the fact that this region may be best described as having a low socio-economic level when compared to others Brazilian regions or industrialized countries.

At 12 years, late maturing youngsters from Cariri are less strong (handgrip) than their advanced peers. However, in SLJ both late and early maturers did not differ significantly in the linear rate of change. These major trends in hand grip and SLJ are seen after adjustments for longitudinal association with physical activity and body fatness. It has been consistently shown that the associations (Beunen et al., 1992; Beunen et al., 1981; Malina et al., 2004) between maturity and strength performance are positive during the adolescent period. In

Canadian boys (Carron and Bailey, 1974), early maturers had significantly greater strength than late maturers. When strength was divided by body height, results remained unchanged. However, when the effects of weight were factored out, differences disappeared. In the mixed-longitudinal sample of the Adolescent Growth Study in Oakland, California, early maturing boys were stronger at all ages than average and late maturers. In girls, early maturers tend to be slightly stronger only early in adolescence, but as adolescence continues, the differences among maturity groups are reduced (data reviewed by Malina et al, 2004). Similar results are found in Portuguese children participating in the 'Madeira Growth Study' (Freitas et al., 2002), in which 507 boys and girls were followed for three consecutive years. Boys from the early maturing group (classification based on skeletal maturity) had higher mean values in hand grip and standing long jump than either on time or late maturers. Early maturing girls showed the same trend as in boys in the hand grip, but not in the standing long jump. Little et al. (1997) studied 61 Canadian girls aged 10 to 14 years that were followed for 3 years. Functional strength, explosive strength and static strength improved significantly with age and sexual maturation. Generally more mature girls tended to perform significantly better than the less mature. The results from contrasting maturity groups have been confirmed by correlational analyses. More comprehensive analyses considering the interactions between chronological age, skeletal age, height, and weight indicate that variation in maturity status influences strength characteristics indirectly. Skeletal maturity influenced strength mainly through its interaction with body mass and height (Beunen and Malina, 2008).

Notwithstanding the data quality control, the careful design and sophisticated data analysis this study has limitations: (1) total physical activity was assessed using a self-reported questionnaire. It is possible that subjects do not recall their activities accurately. Although to minimize this possible bias the questionnaire was completed with the assistance of a trained interviewer. This allows a higher reliability than self-reported methods in children (Corder et al., 2008); (2) the difficulty of comparisons of present data with other state or national studies, due to the absence of longitudinal information about strength performance of

schoolchildren in South America. Despite these limitations, the study was driven by important factors that we consider relevant: (1) the sample size and representativeness in terms of age groups and sex; (2) biological age was estimated by a trained observer and use of the latest version of TW3 Method; and (3) the statistical analysis technique to fit strength curves using time-varying and invariant covariates.

In summary, strength increases differently in boys (non linear) and in girls (linear). At 12 years, marked interindividual differences are observed in both sexes. Socioeconomic status seem not be important to strength performance in boys and girls. Biological maturity is significant different only in static strength. Physical activity is a significant predictor only in SLJ; fatness is significantly associated to static strength development, although is negatively linked to explosive strength.

## **Reference**

- AAHPERD. 1980. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance. Health Related Physical Fitness Manual. Washington, DC.
- 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(5):936-942.
- Baxter-Jones ADG, Sherar LB, Eisenmann JC. 2005. Controlling for Maturation in Pediatric Exercise Science. *Pediatric Exercise Science* 17:18-30.
- Beunen G, Malina R. 1988. Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. *Exercise and Sport Science Reviews* 16:503-540.

- Beunen G, Malina R. 2008. Growth and biologic maturation: Relevance to athletic performance. In: Ebestreit H, Bar-Or O, editors. The young athlete. Encyclopaedia of Sports Medicine. Malden: Blackwell. p 3-17.
- Beunen G, Malina R, Renson R, Simons J, Ostyn M, Lefevre J. 1992. Physical activity and growth, maturation and performance: a longitudinal study. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 24(5):576-585.
- Beunen G, Malina R, Van't Hof M, Simons J, Ostyn M, Renson R, Van Gerven D. 1988. Adolescent Growth and Motor Performance. A Longitudinal Study in Belgian Boys. Illinois: Human Kinetics.
- Beunen G, Ostyn M, Simons J, Renson R, Van Gerven D. 1981. Chronological and biological age as related to physical fitness in boys 12 to 19 years. *Annals of Human Biology* 8(4):321-331.
- Branta C, Haubenstricker J, Seefeldt V. 1984. Age changes in motor skills during childhood and adolescence. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 12:467-520.
- Bryk AS, Raudenbush SW. 1987. Application of Hierarchical linear models to assessing change. *Psychological Bulletin* 101(1):147-158.
- Carron AV, Bailey DA. 1974. Strength development in boys from 10 through 16 years. *Monographs of the Society for Research in Child Development* 39(4):1-37.
- Claessens A, Beunen G, Malina R. 2008. Anthropometry, physique, body composition, and maturity. In: Armstrong N, Mechelen WV, editors. *Paediatric Exercise Science and Medicine*. 2<sup>o</sup> ed. New York: Oxford University Press.
- Corder K, Ekelund U, Steele RM, Wareham NJ, Brage S. 2008. Assessment of physical activity in youth. *J Appl Physiol* 105(3):977-87.
- Eiben OG, Mascie-Taylor CGN. 2004. Children's growth and socio-economic status in Hungary. *Economics & Human Biology* 2(2):295-320.



- Espenschade A. 1940. Motor Performance in Adolescence. Including the Study of Relationships with Measures of Physical Growth and Maturity. Washington, DC: Society for Research in Child Development.
- Freitas DL, Maia JA, Beunen G, Lefevre JA, Claessens AL, Marques AT, Rodrigues AL, Silva CA, Crespo MT, Thomis M. 2002. Crescimento Somático, Maturação Biológica, Aptidão Física, Actividade Física e Estatuto Sócio-Econômico de Crianças e Adolescentes Madeirenses - O Estudo de Crescimento da Madeira: SAEFD Universidade da Madeira.
- Hox JJ. 2010. Multilevel analysis: technics and applications. East Sussix: Routledge
- Jones HE. 1949. Motor performance and growth: A developmental study of static dynamometric strength. Berkeley: University of California Press.
- Katzmarzyk PT, Malina RM, Song TM, Bouchard C. 1998. Physical activity and health-related fitness in youth: a multivariate analysis. *Med Sci Sports Exerc* 30(5):709-14.
- Lefevre J, Beunen G, Steens G, Claessens A, Renson R. 1990. Motor performance during adolescence and age thirty as related to age at peak height velocity. *Annals of Human Biology* 17:423-435.
- Little NG, Day JAP, Steinke L. 1997. Relationship of Physical Performance to Maturation in Perimenarchal Girls. *American Journal of Human Biology* 9(2):163-171.
- Maia JA, Garganta R, Seabra A, Lopes V, Vinagre J, Freitas D, Prista A, Meira Jr. C. 2005. Dados Longitudinais e Modelação Hierárquica. Um Tutorial para Investigadores das Ciências do Desporto. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.* 7(2):94-108.
- Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. 2004. Growth, Maturation and Physical Activity. Illinois: Human Kinetics Books.

- Philippaerts R, Lefevre J. 1998. Reliability and validity of three physical activity questionnaires in Flemish males. *American journal of epidemiology* 147(10):982.
- Sallis JF, Zakarian JM, Hovell MF, Hofstetter CR. 1996. Ethnic, socioeconomic, and sex differences in physical activity among adolescents. *Journal of Clinical Epidemiology* 49(2):125-134.
- Silva SP, Freitas D, Beunen G, Maia JA. 2010. Biological maturation: it's relevance to learning the TW3 method. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum.* 12(5):352-358.
- Tanner J, Healy M, Goldstein H, Cameron N. 2001. *Assesment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height. (TW3 method)*. London: W.B Saunders.
- Ulijaszek S. 2006. The International Growth Standard for Children and Adolescents Project: Environmental Influences on Preadolescent and Adolescent Growth in Weight and Heigth. *Food Nutr Bull* 27(4):S279-S294.
- UNDP. 2009. *United Nations Development Programme - Human Development Report 2009*.
- Verschuur R. 1987. *Daily Physical Activity: Longitudinal changes during the teenage period: Haarlem, The Netherlands Uitgeverij de Vrieseborch*.

## **Capítulo 7**

---

---

### ***Estudo Empírico***

#### ***Tracking of performance and health-related physical fitness in girls. The Healthy Growth Study in Cariri, Brazil***

---

---

Simonete Silva<sup>1</sup>, Gaston Beunen<sup>2</sup>, António Prista<sup>3</sup>, José Maia<sup>4</sup>

**Artigo submetido ao periódico *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* (Dinamarca)**

<sup>1</sup> Departamento de Educação Física, Universidade Regional do Cariri, Ceará, Brasil

<sup>2</sup> Faculty of Kinesiology and Rehabilitation Sciences, K.U. Leuven, Belgium

<sup>3</sup> Faculdade de Ciências da Educação Física e do Desporto, Universidade Pedagógica de Maputo, Moçambique

<sup>4</sup> CIFI<sup>2</sup>D, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, Portugal



## ABSTRACT

**Purpose:** This study aimed to investigate the tracking of performance and health-related physical fitness in girls from the Cariri region, Brazil.

**Methods:** In the 'Healthy Growth in Cariri Study', 294 girls from public and private schools were followed for 3 consecutive years, divided into four age cohorts: 8, 10, 12, and 14 years. Agility/speed, static strength, power, flexibility, endurance strength, cardiorespiratory fitness and fatness were used to mark physical fitness performance and health-related components. Tracking was approached in a stepwise manner using auto-correlations and by modeling the individual history of change in performance of each girl as well as by the use of Foulkes & Davies  $\gamma$  coefficient. SPSS 18 and TIMEPATH were used in data analysis.

**Results:** Auto-correlations evidenced low to moderate values in almost components of performance and health-related physical fitness. Intraindividual tracking analysis showed a large variation in all fitness components as a result of a wide spread in individual change history of fitness performance. Population estimates of  $\gamma$  were low in all tests.

**Conclusions:** This study showed low to moderate tracking of physical fitness components of girls. A wide range of intraindividual and inter variability in fitness development is mostly present.

**Key words:** stability, intraindividual changes, fitness, female



## **Introduction**

There is accumulating evidence suggesting that moderate-to-high levels of physical activity (PA) and physical fitness (PF) are associated with quality of life in children and adolescents (Malina et al., 2004; Strong et al., 2005). It is also often assumed that the more active the greater the PF and that this relationship may be causal (Malina, 1996). Notwithstanding the fact that different PF indicators are heritable in varying degrees (Bouchard et al., 1997), it is important to maintain adequate and systematic levels of PA and healthy lifestyles that can influence PF from childhood throughout adulthood (Malina, 1996; Telama et al., 1996).

The term tracking is used to describe the maintenance or consistency of relative position of an individual within an age-sex group so that his measures (for example PA or PF) over time tend to follow a pattern where initial measurements predict, to some extent, later levels in the same individual (Malina, 1996). The relevance of tracking studies and analysis of PF may enhance our understanding as to when children settle into their long-term exercise and fitness patterns, which may provide insights as to when programs focusing on preventing sedentary adults behaviors should be initiated. Tracking involves two important ideas – stability and predictability (Kowalski and Schneiderman, 1992). Tracking has been approached in different ways. Usually auto-correlations are computed (Beunen et al., 1977; Beunen et al., 1996; Beunen et al., 2001; Malina, 1996). Other techniques, imply, for example, the use of Generalized Estimation Equations (Twisk et al., 1996), or Structural Equation Modeling (Maia et al., 2010). The most systematic formulation of tracking was done by Biometricians like Foulkes & Davies (1981), McMahan (1981), Ware and Wu (1981), and Foster et al. (1989). Their ideas have seldom been used in tracking studies of PA and PF (Maia et al., 2001; Twisk et al., 2000).

Tracking studies of PF usually report auto-correlations. Following Rogosa et al., (1984) and Twisk et al. (1994) some “problematic issues” are to be noted in this practice. First, although intuitively understood, the problem lies on the most

appropriate summary of auto-correlations. For example, with 6 time points, 15 correlations will be available. Second, bivariate or multivariate normality checks are not always reported, nor ways of dealing with missing data, if present. Third, they do not provide information regarding any statistical model for the individual time paths when time trends are present. Fourth, no hypothesis are formulated, although Malina (2001) suggested subjective cut-off points to interpret the magnitude of auto-correlations.

Studies focusing on the stability or instability of PF have been conducted for several decades. The first known reports in children and adolescents were presented by Espenschade (1940) and Jones (1949), followed by Rarick and Smoll (1967), Carron and Bailey (1974), and Clarke (1971). However, almost all these studies focused only in two PF components, namely strength and endurance and only in boys. More recently, other studies including boys and girls, reported low to moderate auto-correlations for different fitness. For example, Branta et al. (1984) observed coefficients between 0.38 and 0.46 for power (standing broad jump) and between 0.31 and 0.43 for vertical jump and between 0.24 and 0.46 for speed (shuttle run) in children from USA aged 5 to 10 years. In Belgium boys followed longitudinally from 12 to 17 years, Beunen et al. (1977) found coefficients of 0.61 for power (vertical jump), and 0.43 for speed (shuttle run).

As far as we know, no recent studies have approached tracking from a different angle using several analytical procedures. Furthermore, studying tracking in girls may be of special relevance in terms of Physical Education intervention programs given their distinct rates of PF development and thus need for differential didactical class contents, as well as implications in terms of their health. The aims of this study are to describe and interpret the magnitude of tracking in performance and health-related physical fitness of girls (1) using the “classic” auto-correlations technique (2) as well as a different approach based on a statistical model that best describes changes, individual (intraindividual tracking) and group stability (interindividual consistency or maintenance of relative position) using Foulkes and Davies (1981) tracking coefficient.



## Methods

### *Sample*

The original sample comprised 796 schoolchildren (368 girls and 428 boys) from three cities: Juazeiro do Norte, Crato and Barbalha, Ceará state, Northeast region of Brazil. This is a developing region, with a lower development index (UNDP, 2009) as compared to other regions of Brazil, namely from South and Southeast. The sample was part of the project 'Healthy Growth in Cariri', a mixed-longitudinal study using four age cohorts: 8, 10, 12, and 14 years at baseline. In the present report a subsample of 294 girls aged 8 to 16 years was used. Girls were followed for three consecutive years with measurements taken at six-month intervals during the period 2006 – 2009 (Table 1). This study was approved by the Ethics Research Committee of the Medical School of Juazeiro do Norte, and informed consent was obtained from parents and directors of all schools.

**Table 1.** Ages and sample size per cohort.

<b>Cohorts</b>	<b>Ages</b>	<b>n</b>
C 1	08 – 10	94
C 2	10 – 12	81
C 3	12 – 14	85
C 4	14 – 16	34
	<b>Total</b>	<b>294</b>

### *Physical fitness*

Performance and health-related physical fitness was assessed with mixed well established test batteries: AAHPERD (1980), EUROFIT (1988) and Fitnessgram (Welk and Meredith, 2008). Health components and respective tests were: cardio respiratory endurance (12 minute run), flexibility (trunk lift), endurance strength (curl up) and body composition (sum of skinfolds). Performance related components were agility/speed (shuttle-run 10X5m), static strength (hand grip), and power (standing long jump).

### *Fatness*

Skinfolds thicknesses were measured according to the procedures described by Claessens et al. (2008) at the following anatomical sides: triceps, biceps, subscapular, iliac, and calf. Due to skewed distributions, all were log transformed and summed in each subject at all measurement occasions. This sum is used as an indicator of fatness-adiposity.

### *Reliability*

Data quality control was done in two steps. Firstly all team members were trained and applied all testing procedures on a sample of 26 children (pilot study). Secondly, an in-field reliability procedure was implemented during the data collection. Each day, a random sample of five children was retested. Technical error of measurement for skinfolds varied from 0.4 to 0.7 mm. For physical fitness testing intraclass correlation coefficients (R) were computed and values were high for all tests (Table 2).

**Table 2.** Reliability estimates and 95% confidence intervals for all tests.

<b>Tests</b>	<b>R</b>	<b>95% CI</b>
Shuttle run 10 X5m (sec)	0.846	0.790 – 0.887
Hand grip (kg)	0.957	0.943 – 0.967
Standing long jump (cm)	0.968	0.953 – 0.979
Trunk lift (cm)	0.921	0.892 – 0.943
Curl up (reps)	0.807	0.675 – 0.885
12 minute run (m)	0.872	0.727 – 0.940

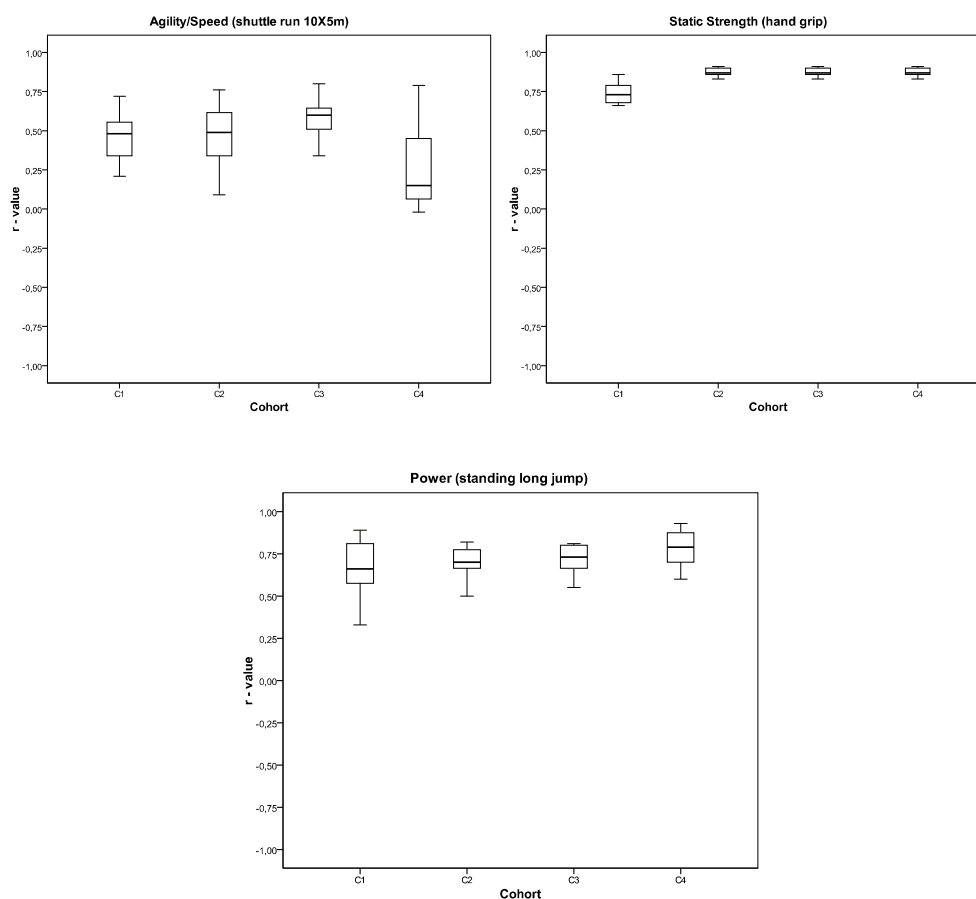
### *Statistical analysis*

After additional data quality control for punching errors, values out of range and outlier detection, the multivariate data structure (data with 6 time points in each cohort and variable) was inspected for multivariate normality using procedures outlined in STATA 11 (Mardia tests for multivariate skewness and kurtosis). In addition, and since missing data is less than 5%, Little test for missing completely at random (MCAR) was performed in each variable in every cohort using SYSTAT 12. Tracking was approached in a stepwise manner. First, auto-

correlations ( $r$ ) were calculated. With 6 time points 15 auto-correlations were calculated and these were used in box-plots to display  $r$  distributions across the four cohorts in each test. In addition, a weighted mean (weights were the pairwise frequencies of subjects used in the calculation of each of the correlations) of all 15 correlations was used as a putative descriptor of tracking across the 6 time points in each variable. Since the auto-correlation approach is mainly descriptive and never model driven, our second approach was to describe and understand tracking differently. We started by modeling the individual history of change in performance of each girl. Subsequently, a tracking index called gamma ( $\gamma$ ) described by Foulkes & Davies (1981) was calculated. This index is defined as the probability that two random growth curves do not intersect. Since  $\gamma$  is a probability it varies between  $0 \leq \gamma \leq 1$ . No tracking is said to occur if  $\gamma \leq 0.5$ , and perfect tracking corresponds to  $\gamma = 1$ . Intermediate values of  $\gamma$  represent varying degrees of tracking which express the maintenance over time of relative ranking within the response distribution. Thus  $\gamma$  indicates the stability of individual differences. Following Rogosa et al (1984), Rogosa & Sanner (1995) and Rogosa (1994)  $\gamma$  was used in two different situations. Firstly, to describe the consistency of performance over time for each subject (point estimate of an individual version of  $\gamma$  formulated by Rogosa et al., (1984). Since  $\gamma$  was obtained per subject, the 5<sup>th</sup> percentile (P5), first quartile (Q1), median (Me), third quartile (Q3) and 95<sup>th</sup> percentile (P95) of these individual  $\gamma$  were calculated. Secondly, the consistency of inter-individual differences in performance over time was described by  $\gamma$  and its standard-error. In addition, and since  $\gamma$  requires that a growth curve model be fitted first, summary statistics including means, standard deviations, minimum and maximum of rates of change for all subjects were also calculated for each variable and each cohort. TIMEPATH (Rogosa and Ghandour, 1989) software was used in these computations.

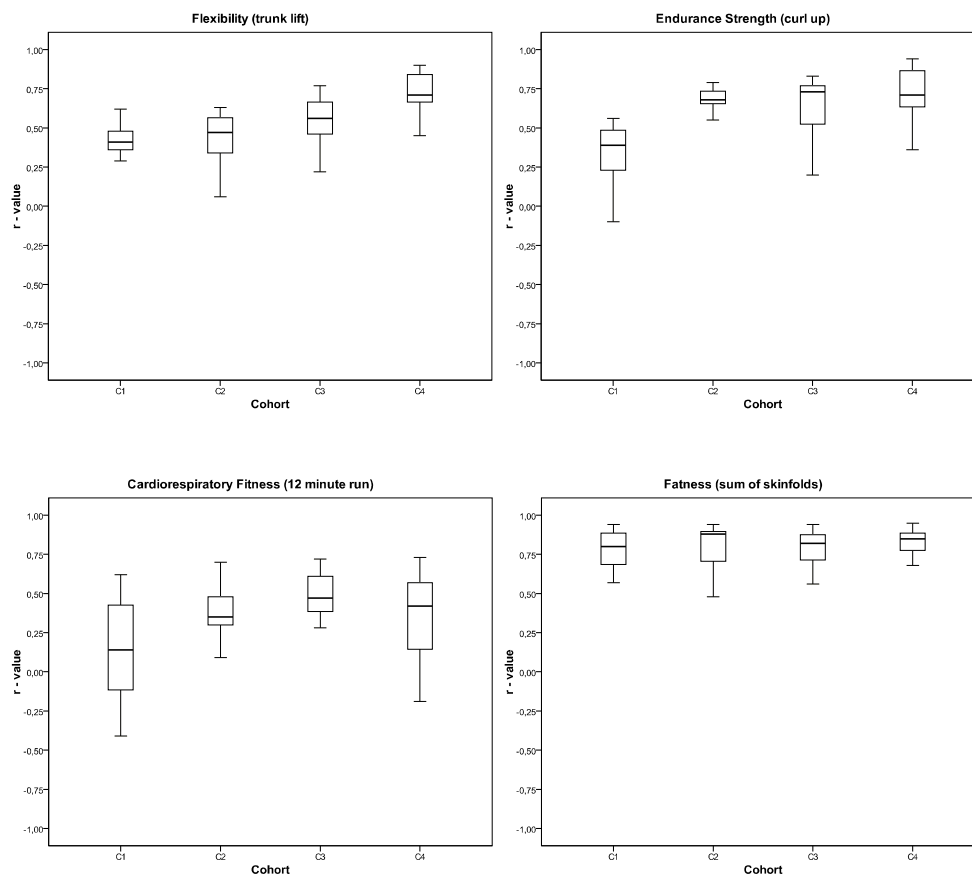
## Results

No relevant out of range values or severe outliers were identified. No violations to multivariate normality were noticed, and all MCAR tests showed p-values greater than 5%, a clear evidence that missing was completely at random. Figure 1 shows Box-plot displays of all 15 correlations computed for each physical fitness performance related test and cohort. In Agility/Speed a wide variation is seen in auto-correlations especially in cohorts 2 and 3. For Static strength the wider spread of the distribution is present in cohort 1. In Power, Cohorts 2, 3 and 4 are consistent in presenting a narrow range of high auto-correlation values.



**Figure 1.** Blox-plot displays of auto-correlations within each physical fitness performance related test and cohort.

In health-related physical fitness (Figure 2),  $r$  distributions show wide variation for flexibility and endurance strength. The most homogeneous auto-correlations distribution is evident in fatness, but the most variable is seen in cardiorespiratory fitness.



**Figure 2.** Blox-plot displays of auto-correlations within each physical fitness health-related test and cohort.

Table 3 presents weighted averages of auto-correlations as putative summaries of tracking of all individuals in each cohort across the 6 time points. When considering performance related PF the only fitness component that does show low values of tracking is the Agility/Speed. The other two components show

moderate to high tracking according to Malina (2001) cut-off points across the four cohorts. Consistency is mostly found in Static strength,  $0.734 \leq r \leq 0.873$ . In health-related PF, fatness shows high tracking across the four cohorts ( $0.790 \leq r \leq 0.831$ ). Cardiorespiratory fitness shows no tracking in any cohort, whereas flexibility and endurance strength showed moderate tracking in C2, C3 and C4.

**Table 3.** Auto-correlations weighted means for each fitness component across all age cohorts.

<b>Physical fitness</b>	<b>Cohorts</b>			
	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
<b>Performance</b>				
Agility/Speed	0.432	0.457	0.586	0.254
Static Strength	0.734	0.872	0.872	0.873
Power	0.646	0.702	0.731	0.782
<b>Health-related</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Flexibility	0.431	0.461	0.564	0.692
Endurance Strength	0.371	0.679	0.655	0.698
Cardiorespiratory Fitness	0.160	0.388	0.498	0.291
Fatness	0.804	0.805	0.790	0.831

In the second approach to tracking, we first started to fit a model to best describe intraindividual change using the available data for each subject in each cohort. A straight line showed a best fitting model. Means, standard deviations, Minimum and Maximum values of rates of change are given in Table 4. In Agility/Speed in each cohort, and as expected, mean rate of change is negative, but with a wide variation showing not only girls with great rates of change in performance (-2.70 to -3.220, meaning less time to perform the test), but also girls that across the 6 time points in each cohort needed more time (positive rates of change) to do the test. In static strength and power we see similar pictures, i.e., positive mean rates of change, high variability in slopes. Not all girls performed better across the 6 time points in all cohorts. Some showed worst performances given the negative slopes of their performance change.

In health-related physical fitness the most striking data comes from cardiorespiratory fitness, where mean rates of change are very low in all cohorts with very high standard deviations, as a results of a wide spread in range. For example, in C1 a girl declined her performance by 303.5 meters/year, while

another one gained 304.5 meter/year. All others tests show mean rates according to expectations, although with marked interindividual differences.

**Table 4.** Means ( $\pm$ standard deviations), Minimum (Min) and maximum (Max) of rates of change for each individual trajectory.

Rate of change				
Performance-related	Cohorts	M $\pm$ sd	Min	Max
Agility/Speed	C1	-0.576 $\pm$ 0.626	-3.220	2.000
	C2	-0.312 $\pm$ 0.778	-3.600	2.400
	C3	-0.373 $\pm$ 0.531	-2.750	0.520
	C4	-0.109 $\pm$ 0.800	-0.807	3.221
Static Strength	C1	2.159 $\pm$ 1.252	-0.550	5.750
	C2	2.634 $\pm$ 1.140	-0.500	5.600
	C3	2.601 $\pm$ 1.455	-0.690	6.130
	C4	2.318 $\pm$ 1.636	-0.600	5.450
Power	C1	3.649 $\pm$ 5.428	-7.600	18.500
	C2	1.733 $\pm$ 5.088	-11.000	15.500
	C3	1.709 $\pm$ 5.746	-14.500	19.000
	C4	0.081 $\pm$ 5.087	-11.000	10.300
Health-related	Cohorts	M $\pm$ sd	Min	Max
Flexibility	C1	0.872 $\pm$ 1.324	-3.850	4.500
	C2	0.728 $\pm$ 1.221	-2.100	4.150
	C3	0.675 $\pm$ 1.440	-2.500	4.700
	C4	0.329 $\pm$ 1.059	-1.850	2.036
Endurance Strength	C1	-0.236 $\pm$ 4.117	-17.000	8.000
	C2	-0.872 $\pm$ 2.575	-10.500	4.000
	C3	-0.539 $\pm$ 3.286	-9.000	10.000
	C4	-1.796 $\pm$ 3.172	-12.429	7.000
Cardiorespiratory Fitness	C1	47.227 $\pm$ 129.290	-303.500	304.500
	C2	14.205 $\pm$ 91.270	-266.500	296.500
	C3	18.359 $\pm$ 98.657	-199.500	308.500
	C4	25.730 $\pm$ 76.060	-171.000	194.400
Fatness	C1	0.081 $\pm$ 0.175	-0.245	0.550
	C2	0.099 $\pm$ 0.168	-0.292	0.555
	C3	0.141 $\pm$ 0.195	-0.460	0.726
	C4	0.021 $\pm$ 0.168	-0.385	0.340

Table 5 shows the characteristics of the  $\gamma$  distribution (P5, Q1, Me, Q3 and P95) of the intra-individual tracking values. Since  $\gamma \leq 0.5$  is evidence of no tracking, about 25% of girls in all cohorts showed no tracking in their performance-related tests, and consequently about 75% did show moderate to high individual tracking. The only exception was found in static strength where  $\gamma < 0.5$  in P5 (but not in C2), and 95% of all subjects showed also moderate to high tracking.

In health-related PF intraindividual change stability was mostly evident in fatness in C2, C3 and C4. For cardiorespiratory fitness in all cohorts about 25%

of all girls did not show any tracking. Fifty percent of girls in C1 showed no stable change in their endurance strength, whereas for flexibility almost 25% had no consistent change.

**Table 5.** Summaries (P5, Q1, Me, Q3, P95) of individual tracking.

Individual tracking						
Performance-related	Cohorts	P5	Q1	Me	Q3	P95
Agility/Speed	C1	0.250	0.458	0.556	0.653	0.861
	C2	0.190	0.448	0.569	0.672	0.810
	C3	0.276	0.569	0.655	0.741	0.914
	C4	0.042	0.333	0.417	0.625	0.875
Static Strength	C1	0.367	0.633	0.750	0.800	0.883
	C2	0.667	0.765	0.804	0.843	0.941
	C3	0.429	0.673	0.755	0.837	0.898
	C4	0.063	0.375	0.563	0.625	0.688
Power	C1	0.230	0.581	0.649	0.743	0.893
	C2	0.362	0.534	0.655	0.741	0.914
	C3	0.197	0.541	0.590	0.705	0.918
	C4	0.280	0.520	0.640	0.680	0.920
Health-related	Cohorts	P5	Q1	Me	Q3	P95
Flexibility	C1	0.189	0.419	0.514	0.635	0.838
	C2	0.271	0.458	0.542	0.627	0.797
	C3	0.222	0.397	0.540	0.619	0.778
	C4	0.360	0.520	0.640	0.760	0.880
Endurance Strength	C1	0.151	0.301	0.384	0.507	0.685
	C2	0.254	0.576	0.695	0.763	0.898
	C3	0.323	0.516	0.613	0.742	0.839
	C4	0.010	0.524	0.625	0.792	0.833
Cardiorespiratory Fitness	C1	0.120	0.240	0.300	0.420	0.620
	C2	0.294	0.451	0.549	0.627	0.745
	C3	0.204	0.500	0.574	0.685	0.776
	C4	0.143	0.381	0.476	0.619	0.714
Fatness	C1	0.350	0.538	0.663	0.800	0.913
	C2	0.410	0.656	0.721	0.803	0.918
	C3	0.349	0.587	0.683	0.778	0.921
	C4	0.222	0.556	0.667	0.741	0.889

Population estimates (interindividual differences in consistency) of tracking are presented in Table 6. Low-to-moderate tracking indexes ( $0.522 \leq \gamma \leq 0.799$ ) are found in all cohorts in the three performance-related components, with the exception of C4 in Agility/Speed ( $\gamma = 0.493 \pm 0.046$ ). In health-related physical fitness components almost values showed low tracking. No tracking occurs in cardiorespiratory fitness in C1, while in C2, C3 and C4 showed low indexes. High consistency estimates are shown in fatness  $0.653 \leq \gamma \leq 0.727$ . No tracking is verified in endurance strength in C1, but in C2, C3 and C4 cohorts tracking



indexes are moderate  $0.615 \leq \gamma \leq 0.668$ . In flexibility, tracking values are low in all cohorts with exception of C4 where  $\gamma = 0.659$ .

**Table 6.** Estimated population tracking values ( $\pm$ standard-error) at each cohort.

<b>Interindividual tracking (Foulkes-Davis)</b>				
<b>Performance-related</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Agility/Speed	0.561 $\pm$ 0.021	0.554 $\pm$ 0.023	0.655 $\pm$ 0.022	0.493 $\pm$ 0.046
Static Strength	0.713 $\pm$ 0.019	0.799 $\pm$ 0.014	0.741 $\pm$ 0.017	0.522 $\pm$ 0.048
Power	0.636 $\pm$ 0.021	0.644 $\pm$ 0.021	0.615 $\pm$ 0.023	0.659 $\pm$ 0.030
<b>Health-related</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
Flexibility	0.515 $\pm$ 0.022	0.549 $\pm$ 0.020	0.531 $\pm$ 0.021	0.659 $\pm$ 0.032
Endurance Strength	0.413 $\pm$ 0.020	0.668 $\pm$ 0.021	0.615 $\pm$ 0.020	0.627 $\pm$ 0.043
Cardiorespiratory Fitness	0.347 $\pm$ 0.021	0.532 $\pm$ 0.022	0.559 $\pm$ 0.024	0.511 $\pm$ 0.034
Fatness	0.666 $\pm$ 0.020	0.727 $\pm$ 0.018	0.677 $\pm$ 0.021	0.653 $\pm$ 0.031

## Discussion

This study examined tracking of performance and health-related PF in 294 girls over a 3-year period using two different approaches. Firstly, the traditional procedure of auto-correlations was used. Secondly, a statistical model to describe the magnitude of individual rate of change and interindividual group consistency based Foulkes and Davies tracking coefficient were used.

Recent longitudinal data of performance and health-related PF in children and adolescents is limited, and more so in developing regions. This issue is even more evident in studies involving tracking analysis in girls. Tracking is commonly used in biomedical research involving risk factors for several diseases, especially those related to cardiovascular health (Kemper et al., 1990; Malina, 1996; Roche and Guo, 1994). Indeed, available data suggest that risk factors that develop during childhood, and especially adolescence, persist into adulthood. Most studies concerning tracking of physical activity and physical fitness from childhood and adolescence into adulthood largely focus on young adulthood (Blair and Wei, 2000; Malina, 2001; Telama et al., 2005). Because of the limited longitudinal information concerning tracking of PF from childhood to adolescence (Malina, 1996), the relationships between changes in this time span remains to be explored using different analytical approaches that may

shed new light. Furthermore, available data is difficult to compare due to the variety of fitness tests used, different ages of the subjects at baseline, the time span of the follow-up and distinct samples sizes. In the present study, and for each cohort, a time span of 3 years was covered and the smallest measurement time span was 6 months. Likely, this 6 months time span could result in higher tracking correlations than previously reported since in most studies, if not all, the smallest time span was 1 year.

We report reliability estimates of all motor tests (see Table 2) showing high consistency which reduces error variance providing high quality data for tracking analysis. Auto-correlations of performance related PF were low-to-moderate according to empirical suggestion by Malina (2001). Static strength ( $0.73 \leq r \leq 0.87$ ) and power ( $0.64 \leq r \leq 0.78$ ) showed to be most consistent, while agility/speed presented the lowest tracking values ( $0.25 \leq r \leq 0.59$ ). In health-related PF fatness shows high stability over time ( $0.80 \leq r \leq 0.83$ ), while cardiorespiratory fitness has very low tracking ( $0.16 \leq r \leq 0.49$ ). Cohorts C1 and C4 had more variation in almost motor tests. According to Malina (1996), several factors may influence PF tracking values. Some of these are variability in the timing and tempo of adolescent growth spurt and sexual maturation, age at baseline and physical activity levels. In the present study, C1 comprises younger subjects at the start (8 years) of the study, and so tracking is likely to be the lowest. On the other hand, C4 is composed of adolescents aged 14 – 16 years. As there is evidence of declining levels of physical activity from 13 years onwards in girls (Katzmarzyk et al., 1998; Sallis, 2000; Telama and Yang, 2000), this may partly explain the variation and lower coefficients found in this age cohort. Furthermore, the higher variability in PF development among the girls likely contributed to the lower tracking.

Reported results using auto-correlations were found in previous studies. For example, Monieki et al. (2007) analyzed tracking in two groups of South African girls from very low socioeconomic status in rural areas aged 7 – 10 years (G1= mean 9.1 years) and 11 to 15 years (G2= mean 12.2 years). Although the short time follow-up (only 1 year), low-to-moderate correlations were found in PF

components in the two groups: power (standing long jump) 0.50 and 0.53; agility/speed (shuttle run 10x5m) -0.14 and -0.03; and cardiorespiratory fitness (1- mile run) 0.41 and 0.29. Fatness (sum of skinfolds) showed low tracking in pre-adolescent and adolescent children: 0.19 and 0.31. The authors reported that several problems associated with malnutrition may be responsible for this high instability. Differently, in the present study fatness was the most stable of all of PF health-related components in all cohorts. Low-to-moderate values of tracking were also reported by Falk et al. (2001) in 268 girls from Israel followed during 4 years. In power (standing long jump) girls showed  $r=0.40$ , in aerobic fitness (600m run)  $r=0.42$ , and sprint  $r=0.50$ . A similar pattern was verified in 10 year old American children followed over 5 years on the Muscatine study (Janz et al., 2000). Aerobic power expressed in  $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$  had a  $r=0.43$  and in static strength  $r=0.62$ .

This is the first time that a tracking study using a statistical model points out the presence of large individual variability in linear rates of change of girls' multifaceted PF expression in all cohorts. As a result of this wide spread in individual change history of fitness development, some girls showed relevant increases in their performance at all tests, while others declined. This trend is evident across all cohorts. This is very relevant information in individual terms to clearly understand that not all girls are on the same developmental path in PF terms and require distinct attention from physical education teachers and youth sports coaches. Using a different approach, somewhat similar results were previously reported by Faust (Faust, 1977), but only in strength performance composite scores. In her study of somatic and body strength development of adolescents girls, variability in rate of change were verified in girls were followed longitudinally from 6 to 18 years. Strength performance was aligned on apex of height velocity. Of the 66 girls 31 (45.6%) made consistent gains in strength throughout; 28 (42.4%) gained during the prepubertal and pubertal periods but decreased during the post pubertal period; the rest showed a variety of patterns of change scores between the development points.

In modal terms, static strength development at all cohorts shows almost the same mean rate of annual increments (2.16 to 2.63 kg/year), although the minimum and maximum rates ranged from -0.55 kg/year (a decline in strength performance) to 6.13 kg/year (high strength developmental rate). In the agility/speed PF component of C1, for example, girls had large performance rate when compared to girls from C4. A similar pattern was found in power, where C1 mean rate gains was 3.65 cm/year while in C4 mean rate was almost zero (0.081 cm/year) yet, in both cohorts minimum and maximum individual rates show declines and gains in performance (C1 from -7.60cm/year to 18.50cm/year; C4 from -11.00cm/year to 10.30cm/year). Health-related PF components showed lower mean values, with a slightly decline in the rate of change in C4 compared with others cohorts. Cardiorespiratory fitness was the most worrying component. Aerobic fitness is a very important factor in growth and development during childhood and adolescence. Improvements in aerobic fitness to occur are expected during puberty, at least in absolute terms because they are related, for example, to increases in FFM (fat free mass), heart size, height, and decreases in body fat (Rowland, 1996). According to Malina et al. (2004), size, physique and body composition are significant factors that affect motor performance. These effects are conditioned by maturational status which favors a better performance of those who are advanced (generally are taller and heavier), and penalizes late maturity adolescents (smaller and lighter). Likewise, cultural and motivational factors are additionally considered, especially in adolescent girls. This framework may explain the variability showed in rates of change of girls' motor performance.

Individual tracking representing consistency of individual PF development, shown by P5, Q1, Me, Q3 and P95 values indicated that about a quarter of girls from Cariri had some instability in their motor performance changes; 75% had moderate values of stability. Although in this study tracking coefficients were not adjusted for the effects of biological maturation, it is likely that the P5 was composed by late maturing children and adolescent, while in P95 may represent those with early maturity, i.e., showing the most consistency of best performances in all tests and cohorts. In population terms, Foulkes and Davies

Tracking estimates were low to moderate in all functional assessments. If these levels of fitness are maintained, i.e., a ranking order from childhood to adolescence, those children and adolescents who initially showed lower levels of fitness, relative to their peers, would predictably become low fit or unfit adults.

## **Conclusion**

The auto-correlations analysis confirms previous evidence from the literature of low-to-moderate levels of tracking of physical fitness in girls. However, it is important to emphasize the relevant notion of inter-and intraindividual variability of various aspects of motor performance development in children and adolescent girls. Given that PF components relate in different ways to various health outcomes, physical education classes, physical activity and sport programs, especially planned for girls, should be designed to improve not only their levels of cardiorespiratory fitness but also endurance strength, flexibility, speed/agility and power. In this context, it is important to consider their maturational status as well as the high variability of their performance status and change.

**Perspectives:** Tracking studies highlight relevant contributions of PF to health in a lifespan perspective. This study adds very important information since it demonstrates that there is a wide variety in fitness gains, and not all girls increase their fitness. It may be considered with special attention for physical education, coach and health professionals, that 25% of the girls do not track which may be partly due to environmental factors; tracking is moderate to moderately high in several fitness components which indicates that those who are fit at a certain age tend to stay fit at later age levels and this is the case for nearly all cohorts i.e. all age groups from children through adolescents. Individual tracking analysis emphasizes the importance to know individual trajectories in order to provide better strategies for intervention in children and adolescents' PF. However, more longitudinal studies are still necessary to

better explain tracking in girls from childhood to adolescence in different socio-cultural contexts, accounting for by biological maturation, physical activity, nutritional habits and psychological aspects.

## **References**

AAHPERD. 1980. American Alliance for Health, Physical Educations, Recreation and Dance. Health Related Physical Fitness Manual. Washington, DC.

Beunen G, de Beul G, Ostyn M, Renson R, Simons J, van Gerven D. 1977. Die Konstanz motorischer Leistungen bei 12-bis 17 jährigen Jungen. In: Willimczik K, Grosser M, editors. Die motorische entwicklung im kindes- und jugendalter. Schorndorf: Verlag Karl Hofmann. p 278-284.

Beunen G, Lefevre J, Claessens A, Maes H, Renson R, Simons J, Vanden Eynde B, Vanreusel B, Lysens R, Vandenberghe C et al. 1996. Tracking in health and performance-related fitness from adolescence to adulthood. In: Bodzsár BÉ, Susanne C, editors. Studies in Human Biology. Budapest: Eorvos Univ. Press. p 257-262.

Beunen G, Philippaerts RM, Del Vaux K, Thomis M, Claessens AL, Vanreusel B, Vanden Eynde B, Lysens R, Renson R, Lefevre J. 2001. Adolescent physical performance and adult physical activity in Flemish males. *American Journal of Human Biology* 13(2):173-179.

Blair SN, Wei M. 2000. Sedentary habits, health, and function in older women and men. *Am J Health Promot* 15(1):1-8.

Bouchard C, Malina RM, Pérusse L. 1997. Genetics of Fitness and Physical Performance. United States: Human Kinetics.

Branta C, Haubenstricker J, Seefeldt V. 1984. Age changes in motor skills during childhood and adolescence. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 12:467-520.

Carron AV, Bailey DA. 1974. Strength development in boys from 10 through 16 years. *Monographs of the Society for Research in Child Development* 39(4):1-37.

Claessens A, Beunen G, Malina R. 2008. Anthropometry, physique, body composition, and maturity. In: Armstrong N, Mechelen WV, editors. *Paediatric Exercise Science and Medicine*. 2<sup>o</sup> ed. New York: Oxford University Press.

Clarke HH. 1971. *Physical and motor tests in the Medford Boy's Growth Study*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Espenschade A. 1940. *Motor Performance in Adolescence. Including the Study of Relationships with Measures of Physical Growth and Maturity*. Washington, DC: Society for Research in Child Development.

EUROFIT. 1988. *Handbook for the European test of physical fitness*. Rome: Council of European Committee for Development of Sport. 72 p.

Falk B, Cohen Y, Lustig G, Lander Y, Yaaron M, Ayalon J. 2001. Tracking of physical fitness components in boys and girls from the second to sixth grades. *American Journal of Human Biology* 13(1):65-70.

Faust MS. 1977. *Somatic Development of Adolescent Girls*. *Monographs of the Society for Research in Child Development* 42(1):1-90.

Foster TA, Mohr DN, Elston RC. 1989. A Statistical Model of Tracking. *Communications in Statistics - Theory and Methods* 18(8):2861-2881.

Foulkes MA, Davies LE. 1981. An index of tracking for longitudinal data. *Biometrics* 37:439-446.

Janz KF, Dawson JD, Mahoney LT. 2000. Tracking physical fitness and physical activity from childhood to adolescence: the Muscatine study. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32(7):1250.

Jones HE. 1949. *Motor performance and growth: A developmental study of static dynamometric strength*. Berkeley: University of California Press.

Katzmarzyk PT, Malina RM, Song TM, Bouchard C. 1998. Physical activity and health-related fitness in youth: a multivariate analysis. *Med Sci Sports Exerc* 30(5):709-14.

Kemper H, Snel CG, Verschuur R, Storm van Essen L. 1990. Tracking of health and risk indicators of cardiovascular diseases from teenager to adult: Amsterdam Growth and Health Study. *Prev Med* 19:642-655.

Kowalski CJ, Schneiderman ED. 1992. Tracking: concepts, methods, and tools. *Int J Anthropol* 7:33-50.

Maia JA, Lefevre J, Claessens A, Renson R, Vanreusel B, Beunen G. 2001. Tracking of physical fitness during adolescence: a panel study in boys. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 33(5):765-771.

Maia JA, Lefevre J, Claessens A, Thomis M, Peeters MW, Beunen G. 2010. A growth curve to model changes in sport participation in adolescent boys. *Scand J Med Sci Sports* 20(4):679-685.

Malina R. 1996. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 67(3):48-57.

Malina R. 2001. Tracking of Physical Activity Across the Lifespan. *President's Council on Physical Fitness and Sports* 3(14):1-10.

Malina R, Bouchard C, Bar-Or O. 2004. *Growth, Maturation and Physical Activity*. Illinois: Human Kinetics Books.

McMahan CE. 1981. An index of tracking. *Biometrics* 37(447-455).

Monyeki MA, Koppes LLJ, Monyeki KD, Kemper HCG, Twisk JWR. 2007. Longitudinal relationships between nutritional status, body composition, and physical fitness in rural children of South Africa: The Ellisras longitudinal study. *American Journal of Human Biology* 19(4):551-558.

Rarick GL, Smoll FL. 1967. Stability of growth in strength and motor performance from childhood through adolescence. *Hum Biol* 39:295-306.



Roche AF, Guo S. 1994. Tracking: its analysis and significance. *Hum Biol (Budapest)* 25:465-469.

Rogosa DR. 1994. Individual Trajectories as the Starting Point for Longitudinal Data Analysis. *Alzheimer Disease and Associated Disorders* 8(Suppl. 1):S302-S307.

Rogosa DR, Floden R, Willett JB. 1984. Assessing the Stability of Teacher Behavior. *Journal of Educational Psychology* 76(6):1000-1027.

Rogosa DR, Ghandour GA. 1989. *TIMEPATH: Statistical analysis of individual trajectories*: Stanford University.

Rogosa DR, Saner H. 1995. Longitudinal Data Analysis Examples With Random Coefficient Models. *Journal of Educational and Behavioral Statistics* 20(2):149-170.

Rowland T. 1996. *Developmental Exercise Physiology*. Champaign: Human Kinetics Publishers.

Sallis J. 2000. Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32(9):1598-1600.

Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Hergenroeder AC, Must A, Nixon PA, Pivarnik JM et al. 2005. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatr* 146(6):732-7.

Telama R, Leskinen E, Yang X. 1996. Stability of habitual physical activity and sport participation. A longitudinal tracking study. *Scand J Med Sci Sports* 6:371-378.

Telama R, Yang X. 2000. Decline of physical activity from youth to young adulthood in Finland. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32(9):1617-1622.

Telama R, Yang XL, Viikari J, Valimaki I, Wanne O, Raitakari O. 2005. Physical activity from childhood to adulthood - A 21-year tracking study. *American Journal of Preventive Medicine* 28(3):267-273.

Twisk J, Kemper H, Mellenberg DJ. 1994. Mathematical and Analytical Aspects of Tracking. *Epidemiologic Reviews* 16(2):165-183.

Twisk JW, Kemper HC, Mechelen WV. 2000. Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease risk factors. *Med Sci Sports Exerc* 32(8):1455-1461.

Twisk JW, Kemper HC, Mellenberg DJ, van Mechelen W. 1996. Factors influencing tracking of cholesterol and high-density lipoprotein: the Amsterdam Growth and Health Study. *Preventive Medicine* 25:355-364.

UNDP. 2009. United Nations Development Programme - Human Development Report 2009.

Ware JH, Wu MC. 1981. Tracking: prediction of future values from serial measurements. *Biometrics* 37:427-437.

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

## ***Capítulo 8***

---

***Síntese Final***

---



## SÍNTESE FINAL

O presente estudo, construído e divulgado com base em dois delineamentos complementares de pesquisa (longitudinal-misto e transversal), procurou descrever e interpretar um quadro dinâmico e multifacetado de efeitos aditivos e interativos que se estabelecem entre crescimento somático, maturação biológica, desempenho motor, atividade física habitual e estatuto socioeconômico de crianças e adolescentes da região do Cariri Cearense. Em linhas gerais, e em termos empíricos, este trabalho disponibiliza um conjunto de valores de referência para o crescimento físico e o desempenho motor. Fornece ainda uma análise das trajetórias da produção de força estática e dinâmica em ambos os sexos, bem como uma descrição dos padrões de estabilidade e mudança da aptidão física relacionada à saúde e à *performance* de meninas. Estas informações constituem subsídios científicos importantes a utilizar na implementação de estratégias de saúde pública dedicadas a crianças e jovens. Uma importante fatia de toda a informação produzida dirige-se a gestores de políticas educativas e professores de Educação Física, bem como a treinadores de atletas em idades pediátricas.

O crescimento e o desenvolvimento não são simples processos aditivos. Os mais variados indicadores que os marcam de forma multivariada evidenciam uma enorme complexidade de estabilidade e mudança, perturbações e variabilidade inter-individual que reclamam um olhar integrador e hierárquico, por forma a interpretar, tanto quanto possível, os fatores que ajudam à explicação da mudança intra-individual e das diferenças entre os sujeitos. Com efeito, o processo de crescimento e desempenho motor refletem uma interação de um amplo e complexo espectro de indicadores dos territórios da atividade física habitual (sobretudo das rotinas diárias de vida), de condições socio-históricas e realidades ambientais.

Com base na informação recolhida ao longo dos 3 anos de pesquisa de campo, foi possível reunir um conjunto de informações e dados empíricos que possibilitaram a elaboração de 6 artigos científicos. Sumariamente, passamos a

apresentar os principais resultados e conclusões de cada um ligando-os às questões da pesquisa e aos respectivos objetivos.

O primeiro estudo foi desenvolvido com o intuito de responder à seguinte pergunta: *Qual é o estado da arte de estudos longitudinais sobre o crescimento e desempenho motor em crianças e adolescentes?*

Face à necessidade em organizar o nosso próprio pensamento e atitude de pesquisa, foi elaborado um sumário geral dos estudos longitudinais, enfatizando o seu valor e significado, bem como os desafios metodológicos e operacionais inerentes a este tipo de pesquisa. Do levantamento bibliográfico efetuado, destacamos aspectos importantes da “grande aventura” da pesquisa longitudinal ao longo de várias décadas.

---

**Estudos longitudinais sobre o crescimento somático e desempenho motor: *designs*, desafios, necessidades**

**Estudo 1**

- É consensualmente reconhecido a relevância dos estudos longitudinais sobre o crescimento somático e desempenho motor, embora nem sempre tenha sido reconhecido o modo mais adequado de interpretar a mudança intraindividual e a heterogeneidade interindividual.
  - Constata-se alguma escassez de estudos actuais com delineamento longitudinal ou longitudinal-misto.
  - Os principais problemas que dificultam e limitam a produção de pesquisas longitudinais são: financeiros; tempo; dimensão amostral; uso de procedimentos estatísticos complexos para responder às diferentes questões de pesquisa.
  - A maior parte da informação com delineamento longitudinal disponível é proveniente dos países Norte-Americanos (Estados Unidos e Canadá) e Europeus (Inglaterra, Suíça, Bélgica e Holanda);
  - Entre os países Lusófonos, apenas Portugal e Brasil conduziram pesquisas com delineamento longitudinal, mas em número ínfimo.
- 

A grande fatia da informação produzida teve origem nos EUA, Canadá e alguns países Europeus. Do conjunto de estudos longitudinais desenvolvidos tanto nos EUA, quanto na Europa, observa-se uma clara “evolução” no quadro das variáveis estudadas, resultantes da inovação instrumental, computacional e na extensão de problemas a abordar. Desde as primeiras pesquisas

desenvolvidas no início do século passado, por exemplo, o *Child Welfare Research Station* em 1914, com uma análise basicamente sobre o estatuto ponderal, passando pelo *Leuven Longitudinal Study on Lifestyle Fitness and Health* (1969) e o *Amsterdam Growth Study* (1977), até as mais recentes, como por exemplo, o 'Estudo de Crescimento da Madeira' (2002) e o 'Estudo de Muzambinho' (em curso), verifica-se gradativamente, uma tendência para *designs* multivariados com maior abrangência temática. Esta propensão é o reflexo da urgência na ampliação informacional, tendo em vista as modificações das sociedades modernas, sobretudo do ponto de vista dos níveis de atividade física diária, hábitos nutricionais, de lazer, atitudes, valores e comportamentos relativos ao corpo e à saúde. Daqui o salto lógico para integrar parâmetros nutricionais, fisiológicos, funcionais, genéticos, psicológicos e ambientais. Todo este emaranhado de dados, devidamente tratado, possibilita uma visão mais profunda e esclarecida do crescimento e desenvolvimento de crianças e jovens.

O segundo estudo surgiu da necessidade em desenvolver competências na estimação da idade óssea, e que se refletem nas perguntas: *Será possível descrever a história de um processo de aquisição de conhecimento no domínio da Maturação Biológica para quem não é técnico de radiologia ou médico radiologista? Será que esta história tem relevância em termos de retratar uma processologia que faça algum percurso em termos de rigor de aquisição de informação?*

Para tentar sanar o problema operacional, sempre complexo, da leitura de radiografias, foi desenvolvido um estudo com os seguintes propósitos: Identificar os métodos de avaliação da maturação biológica e destacar os procedimentos metodológicos utilizados na estimação da idade óssea, assim como, apresentar os resultados de um programa de treino para a aprendizagem e reprodutibilidade do método TW3.

**Maturação biológica: da sua relevância à aprendizagem do método TW3****Estudo 2**

- Dentre os métodos disponíveis na literatura, o Método TW3 é considerado dos mais utilizados na avaliação da maturação esquelética.
- Uma adequada preparação prévia para a aprendizagem e reprodutibilidade do Método TW3 torna-se fundamental para garantir a precisão das leituras.
- A importância da participação de um ou mais avaliadores experientes para balizar os procedimentos metodológicos adotados na processologia de treino.
- A segurança adquirida por meio de um treino preparatório adequado, possibilita a redução dos erros de avaliação de idade óssea permitindo um maior rigor na interpretação da variabilidade observada

De um modo geral, este estudo enfatizou aspectos conceituais e metodológicos da avaliação da maturação biológica, com destaque para o sistema da avaliação da maturação esquelética. O treinamento prático realizado com base no método TW3 mostrou a eficácia de um rigoroso processo para a aprendizagem e reprodutibilidade minimizando o erro nas leituras. O estudo constitui um exemplo rigoroso na estimação da maturação esquelética de crianças e jovens, além de se constituir com uma oferta de percurso a ser trilhado por outros pesquisadores interessados na utilização do método TW3.

O terceiro e quarto estudos partilharam basicamente um mesmo conjunto de preocupações: *Será que as crianças e adolescentes Caririenses apresentam valores de crescimento somático distintos dos de outras regiões do país? Será possível traçar os seus cursos em termos populacionais? Quais são os níveis de aptidão física de crianças e jovens Caririenses? Haverá diferenças significativas quando comparadas com amostras de outras regiões do País e do exterior?*

***Growth references for Brazilian children and adolescents – Healthy Growth in Cariri Study*****Estudo 3**

- Em relação à altura, as crianças do Cariri apresentam os menores valores, em todas as idades, em comparação com estudos oriundos das regiões Sul e Sudeste do país.
- As maiores discrepâncias foram verificadas entre as crianças Caririenses oriundas de escolas públicas e a referência do CDC-2000.
- O peso corporal das crianças do Cariri também apresentou valores inferiores em quase todas as idades.
- As maiores diferenças foram observadas entre o Cariri e a referência do CDC relativamente às crianças e adolescentes de escolas públicas.



- 
- No IMC, o comportamento da amostra do Cariri evidencia uma ligeira mudança nos resultados. Em algumas idades foi verificada a presença de valores superiores em comparação com os estudos de outras regiões do país.

---

**Valores normativos do desempenho motor de crianças e adolescentes. O estudo longitudinal-misto do Cariri**

- As cartas de referência produzidas para o Cariri apresentam um padrão genérico semelhante ao verificado nos estudos usados em termos de comparação.
- Estudo 4**
- Em todos os testes, os meninos apresentam valores superiores em relação às meninas.
  - A comparação dos valores do P50 de crianças e jovens do Cariri relativamente às de Londrina (Brasil) e de Portugal mostraram *performances* consistentemente inferiores em todos os testes.
- 

Estes dois estudos pretenderam construir e disponibilizar valores de referência do crescimento físico e desempenho motor de crianças e adolescentes Caririenses, bem como comparar os resultados obtidos com amostras de outras regiões do país e do exterior. Em síntese, estes trabalhos refletem um conjunto de preocupações relacionadas com a construção de valores de referência para variáveis antropométricas e motoras, de acordo com idade e sexo. Daqui que assumam uma importância elevada, na medida em que permitem traçar um perfil somato-motor da população possibilitando a monitorização e a comparação da marcha acontecimental do crescimento e desempenho motor para melhor intervir ao nível dos programas de Saúde Pública, Educação Física e desporto infanto-juvenil da região.

Na estatura e no peso foram constatadas discrepâncias substanciais entre a amostra do Cariri e de estudos oriundos de diferentes regiões do Brasil, bem como a referência do CDC. É visível um atraso no crescimento linear das crianças e adolescentes Caririenses, mais acentuado nas crianças provenientes de escolas públicas de ambos os sexos e em todas as idades. Contudo, as maiores diferenças em relação aos estudos nacionais e internacionais foram verificadas nos meninos. Este fato parece indicar uma maior sensibilidade do sexo masculino em resposta às alterações induzidas por condições socioeconômicas menos favoráveis. Um claro gradiente social foi

encontrado favorecendo as crianças e adolescentes provenientes de famílias de estatuto econômico mais elevado.

Um quadro semelhante é verificado no desempenho motor relativamente aos pares da Região Sul do Brasil e de Portugal – os seus valores médios são inferiores em quase todas as idades e em todos os testes. Com efeito, nalguns testes (corridas e saltos) cujo desempenho é condicionado pelo fator dimensional, as crianças e adolescentes Caririenses apresentam nítida desvantagem.

Os níveis de aptidão física entre os sexos são bem distintos. Observa-se que enquanto os meninos, ao longo da idade, tendem a aumentar os seus valores de força, resistência cardiorrespiratória, velocidade/agilidade, as meninas, por sua vez, por volta dos 14 anos, tendem a estabilizar a sua *performance* motora e em algumas provas o desempenho declina, como no teste de resistência cardiorrespiratória, agilidade/velocidade e força.

Verifica-se a presença de forte dimorfismo sexual no desempenho motor favorecendo os meninos em todos os testes. Diversos fatores biológicos podem contribuir para a magnitude destas diferenças, de que destacamos: um maior ganho de força, sobretudo a partir do período pubertário; menor quantidade de gordura corporal, bem como alguma vantagem na dimensão corporal traduzida pelas diferenças estaturais. Contudo, aspectos de natureza sociocultural podem exercer uma influência considerável. É bem comum, sobretudo em regiões menos desenvolvidas, observar comportamentos historicamente bem distintos entre os sexos, como por exemplo a valorização diferenciada em função do gênero nas atividades lúdicas, as limitações de oportunidades de acesso às práticas desportivas impostas às meninas e a diferenciação nas tarefas domésticas.

O quinto estudo dirigiu o seu olhar para uma leitura mais vasta e integrada sobre a produção de força muscular ao longo da idade. O estudo partiu da seguinte questão: *Quais são os efeitos de níveis diferenciados de atividade*

*física, maturação biológica, gordura corporal e estatuto socioeconômico no desempenho da força muscular da infância à adolescência?*

---

***Longitudinal changes in strength performance of children from the Cariri Region, Brazil. A multilevel modeling approach***

**Estudo 5**

- A produção de força estática e explosiva aumenta, nos meninos, de forma não linear, enquanto as meninas apresentam um incremento linear. Aos 12 anos, são observadas diferenças interindividuais marcantes nos dois sexos, com nítida vantagem dos meninos.
  - O estado maturacional parece não exercer influência significativa na produção de força estática em ambos os sexos, embora os avançados maturacionalmente apresentem um melhor desempenho. Na força explosiva, não se verifica qualquer efeito da maturação no desempenho.
  - A atividade física é um preditor significativo apenas no desenvolvimento da força explosiva.
  - A gordura corporal está associada ao desenvolvimento da força estática, embora seja negativamente correlacionada com a força explosiva.
  - O nível socioeconômico parece não ser determinante para o desempenho da força em meninos e meninas.
- 

A força muscular é uma importante componente da aptidão física relacionada com a saúde, além de exercer papel indispensável para o desempenho físico em inúmeras modalidades esportivas. Daqui que seja relevante uma análise da sua dinâmica e interações ao longo da idade em ambos os sexos. Com base na modelação hierárquica foi possível interpretar o sentido das mudanças ocorridas corrigindo para os efeitos da maturação biológica, gordura corporal e atividade física habitual, bem como do nível socioeconômico. Há trajetórias distintas de mudança entre meninos e meninas. Os maiores incrementos ocorrem a partir dos 12 anos de idade, ao mesmo tempo que vincam as diferenças entre os sexos. Há um efeito diferenciador da maturação biológica. Esta condição enfatiza alguma vantagem que os jovens em estágios maturacionais mais adiantados apresentam em testes que envolvem as capacidades condicionais. A atividade física é um preditor significativo para a força explosiva. Com efeito, é expectável que maiores níveis de atividade física estejam associados a um menor acúmulo de gordura corporal, favorecendo o deslocamento do peso na prova de impulsão horizontal (força explosiva). Daqui

que a gordura corporal se apresente como preditor positivo na força estática e negativo na potência muscular. Não obstante as diferenças encontradas nos aspectos somáticos entre os grupos provenientes de níveis socioeconômicos distintos (escola pública – escola privada), esta condição não parece exercer qualquer influência na produção de força muscular entre crianças e adolescentes Caririenses.

O sexto estudo centrou o seu foco de análise do *tracking* dos níveis de aptidão física relacionados com a *performance* e a saúde em meninas, procurando responder à seguinte pergunta: *Haverá estabilidade ou instabilidade nas mudanças de desempenho motor de meninas Caririenses ao longo da idade?*

---

***Tracking of performance and health-related physical fitness in girls. The Healthy Growth Study in Cariri, Brazil.***

**Estudo 6**

- Na análise das auto-correlações as componentes da aptidão física relacionadas com a performance, força estática e explosiva apresentaram valores de *tracking* moderado a elevado nas 4 coortes. A agilidade/velocidade apresentou os mais baixos valores de *tracking*. Dentre as componentes da aptidão física relacionadas com a saúde, a flexibilidade e a resistência de força apresentaram valores baixos a moderados. A resistência cardiorrespiratória evidenciou os mais baixos valores de *tracking*. A gordura corporal apresentou os valores mais elevados nas 4 coortes.
  - Na análise da mudança intraindividual todas as componentes da aptidão física relacionada com a performance e a saúde, nas 4 coortes, apresentaram uma enorme variação nos valores médios dos ganhos anuais.
  - Cerca de 25% das meninas não apresentaram estabilidade no seu desempenho intraindividual, enquanto 75% das meninas apresentaram valores moderados.
  - Em termos populacionais o *tracking* do desempenho motor é baixo a moderado.
- 

A investigação do *tracking* analisa estabilidade-instabilidade da mudança do desempenho motor, bem como permite efetuar previsões do seu comportamento futuro. O estudo estatístico do *tracking* da aptidão física das meninas Caririenses foi conduzido com base em duas abordagens distintas. Em primeiro lugar foi utilizada a análise “clássica” das auto-correlações. Os resultados desta técnica evidenciaram valores moderados a elevados na maioria das provas de aptidão física associada à *performance*, embora a

componente de agilidade/velocidade tenha apresentado os valores mais baixos em todas as coortes. Nas componentes da aptidão física relacionada com a saúde, a gordura corporal é a que apresenta maior estabilidade ao longo do tempo. A flexibilidade e a resistência de força evidenciaram valores reduzidos a moderados. A resistência cardiorrespiratória é a que apresenta os valores mais baixos. A segunda abordagem procurou descrever a mudança intraindividual. Uma enorme variação nos incrementos (mudança) anuais foi verificada em todos os testes e em todas as coortes. Os resultados mostraram uma grande variação em torno da média para cada teste, com incrementos relevantes observados no desempenho motor de algumas meninas e declínio em outras da mesma coorte. Os valores individuais de *tracking* representados na distribuição (P5, Q1, Me, Q3 e P95) salientaram que cerca de ¼ das meninas Carienses tinham alguma instabilidade no seu desempenho motor, enquanto as demais apresentam valores moderados de estabilidade. Por último, as estimativas de *tracking*, em termos populacionais, dadas pelos valores de  $\gamma$  (Foulkes-Davis) foram baixas a moderadas em todos as provas motoras. Os resultados deste estudo corroboram com as evidências da literatura, embora não abundantes, de níveis baixos a moderados de *tracking* da aptidão física de meninas. Contudo, enfatiza a ideia de forte variabilidade inter e intraindividual no processo de desenvolvimento de diferentes facetas do desempenho motor ao longo da idade em crianças e adolescentes.

### **Limitações do estudo**

Não obstante os pontos fortes da presente pesquisa, do seu valor educativo e social no espaço do Cariri Cearense, é importante que se apresentem algumas das suas limitações. Listemos algumas: (1) o tempo de recolha da informação ser relativamente curto em cada coorte, não obstante a frequência de amostragem das variáveis ser semestral. É provável que a adição de mais um a dois anos permitisse uma compreensão mais vasta da verdadeira mudança intraindividual e da heterogeneidade interindividual; (2) seria relevante identificar com maior precisão o fenômeno de mudança de curta duração que

não representa uma verdadeira mudança no sistema do desempenho motor; (3) a presença de informação omissa em vários momentos das avaliações coloca problemas bem conhecidos, sobretudo a estrutura do *drop out* amostral, o que exigiria um outro tratamento mais sofisticado a partir do algoritmo EM (*expectation maximization*) ou de imputação múltipla; (4) a circunstância da amostra considerar apenas três cidades da região, o que limita, de algum modo, o poder de generalização dos resultados; (5) a necessidade de recorrer a instrumentos mais sofisticados em termos de monitorização da atividade física a que se associam o recurso às histórias de vida de crianças e jovens para melhor se entender a sua influência noutras variáveis; (6) a urgência em estudar hábitos nutricionais cujo poder interpretativo seria importante para se esclarecer melhor o fenómeno do gradiente social; (7) seria relevante recorrer a informação sobre os progenitores, bem como dos eventos associados ao processo gestacional de cada elemento da amostra. Estes desafios serão brevemente retomados numa outra escala que terá parcerias de outras Universidades do Nordeste Brasileiro.

### **Questões que o tempo ajudará a responder**

Todo o processo doutoral está balizado num tempo bem finito e em histórias de vida de pessoas e instituições. O projeto Crescer com Saúde no Cariri gerou uma elevada massa de dados que dificilmente seria divulgada numa única tese de doutorado. Daqui que seja permitido listar algumas das perguntas que temos em mente resolver num tempo relativamente curto. Em primeiro lugar algumas de cariz fisiológico:

1. *Quais são os valores do consumo máximo de O<sub>2</sub> das crianças e jovens do Cariri? Haverá diferenças entre sexos, mesmo depois de ajustamentos de natureza dimensional? Qual a sua relação com os níveis de atividade física?*

2. *Qual o padrão de mudança no consumo máximo de O<sub>2</sub>? A mudança é heterogênea e dependente das mudanças nos valores de atividade física?*

Em segundo lugar outras localizadas no espaço da Biologia Humana:

1. *Qual é o padrão de adiposidade das crianças e jovens? Será que este padrão da tela adiposa se altera ao longo do tempo? É mais notória em função do estatuto maturacional?*
2. *Que efeitos produzem níveis diferenciados de atividade física e taxas globais de sucesso nas provas de aptidão física nos padrões de adiposidade?*
3. *Qual a relação destes padrões com o desempenho motor?*
4. *Que espaço explicativo possui o estatuto socioeconômico no desenvolvimento destes padrões?*
5. *Qual a distribuição do somatótipo em meninos e meninas de cada coorte? Como migram no tempo? Qual é a magnitude do dimorfismo sexual nesta migração?*
6. *Que relações se estabelecem entre forma do corpo e desempenho motor? Como se alteram e influenciam ao longo da idade?*

Finalmente, algumas no espaço formal do desempenho motor e sua ligação com a noção de prontidão motora:

1. *Será possível traçar perfis multidimensionais da noção de prontidão motora? Como se alteram ao longo da idade a partir de uma visão desenvolvimentista?*

2. *Haverá algum efeito diferenciador do gênero e dos níveis de maturação biológica?*
3. *Haverá algum espaço de construção tipificada de perfis morfo-funcionais de crianças e jovens “de risco” que reclamam uma atitude distinta por parte de professores e treinadores?*

### **Novos desafios de pesquisa em locais socioeconomicamente desfavorecidos**

As últimas décadas têm sido férteis em alterações socioeconômicas, culturais e ambientais cujos impactos têm sido reportados consistentemente pela Organização Mundial da Saúde. O aumento da população mundial, o rápido processo de industrialização de alguns países em contraste com a enorme desigualdade social em tantos outros, sobretudo em termos de distribuição e aplicação da riqueza, criam fortes assimetrias. Daqui a emergência de diversos problemas sociais, como a imigração, o desemprego, a urbanização inadequada e ocupação desordenada das grandes cidades com grave impacto ambiental. Nenhuma das mudanças é alheia ao processo de crescimento físico e desempenho motor de crianças e jovens de diferentes populações. As modificações estruturais e comportamentais das sociedades atuais têm originado novos problemas, configurando-se como territórios férteis de pesquisa, verdadeiros laboratórios a céu aberto, sobretudo, aqueles que ocorrem em locais fortemente condicionados por aspectos socioeconômicos bem díspares. Doenças crônico-degenerativas ilustradas pela obesidade, diabetes, hipertensão arterial a que se associam baixos níveis de atividade física, desregulação nutricional entre outros aspectos, são problemas não só de países desenvolvidos, mas também de países em desenvolvimento ou em transição. Por outro lado, em populações socioeconomicamente desfavorecidas, marcadas historicamente por fatos que ainda não se extinguiram, como a desnutrição, baixo peso ao nascer, doenças infecto-contagiosas, deficiência imunológica, condicionam o estado e a dinâmica do crescimento físico e



desempenho motor em crianças e jovens com repercussões claras na vida adulta e no envelhecimento, permanecem ainda por ser estudados com maior extensão e profundidade. São desafios inquestionavelmente atuais.

Antigos e novos problemas de pesquisas reclamam, necessariamente, distintas abordagens, novos olhares. Daqui que o imperativo dos delineamentos de pesquisa seja o da multidisciplinaridade de cariz multicentro por um lado, e por outro, o da flecha do tempo que cubra todoo período da vida, desde a infância passando pela adolescência, fase adulta e 3ª idade, ou seja, numa perspectiva de *life span*. Reclama-se uma “explicação” mais adequada do impacto das alterações estruturais das sociedades modernas no processo de desenvolvimento de crianças e jovens que vivem em locais socioeconomicamente desfavorecidos de modo a responder-se adequadamente à questão: *why does socio economic status gets under the skin to affect health growth and motor development?* (Adler & Stewart, 2010).

### **Referência**

Adler, N. E., Stewart, J. (2010). Preface to The Biology of Disadvantage: Socioeconomic Status and Health. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1186(1), 1-4.



## **Anexos**

---

<b>Anexo 1</b>	<b>Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa</b>
<b>Anexo 2</b>	<b>Ficha de Avaliação Antropométrica e Testes Motores – Estudo Longitudinal</b>
<b>Anexo 3</b>	<b>Fichas de Avaliação Antropométrica (Reteste)</b>
<b>Anexo 4</b>	<b>Ficha de Avaliação Antropométrica e Testes Motores – Estudo Transversal</b>
<b>Anexo 5</b>	<b>Ficha de Registro Para Avaliação da Idade Óssea</b>
<b>Anexo 6</b>	<b>Ficha de Controle e Qualidade dos Resultados – Idade Óssea</b>
<b>Anexo 7</b>	<b>Ficha de Dados da Atividade Física Habitual – Pedometria</b>
<b>Anexo 8</b>	<b>Ficha de Avaliação Teste de VO<sub>2</sub>max</b>
<b>Anexo 9</b>	<b>Questionário de Atividade Física Habitual – Baecke</b>
<b>Anexo 10</b>	<b>Questionário para caracterização das escolas e aulas Educação Física</b>
<b>Anexo 11</b>	<b>Crescer com Saúde é um Direito da Criança e um Dever do Estado</b>

---





FACULDADE DE MEDICINA DE JUAZEIRO DO NORTE

Juazeiro do Norte, 26 de janeiro de 2007.

**PARECER DO CEP / FMJ: 01/07**

**Para:** Simonete Pereira Silva  
**Pesquisadora Responsável**

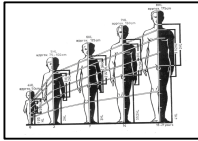
O Comitê de Ética em Pesquisa da FMJ avaliou na sessão ordinária de 23.01.2007 através do **PROCESSO 01/07** o projeto, de sua autoria, "Crescer com Saúde na Região do Cariri Cearense: Um Estudo de Dinâmica do Crescimento Somático, Maturação Biológica e Desempenho Desportivo Motor de Crianças e Jovens". O mesmo foi considerado **APROVADO** e como de relevância e pertinente ao contexto local.

Atenciosamente,

**Dra. Paola Colares de Borba**  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP

Av. Tenente Raimundo Rocha, s/n – Planalto – Juazeiro do Norte – Ceará – CEP: 63.040-360  
Fax: (0xx98) 2101-9000 / E-mail: atendimento@fmj-ce.edu.br  
CNPJ: 01.200.996/0002-36





**PROJETO CRESCER COM SAÚDE NO CARIRI**

Nome \_\_\_\_\_  
 Escola \_\_\_\_\_ Ano \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_  
 Data Nascimento \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Data avaliação \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Estudo Longitudinal**

**FICHA DE AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA**

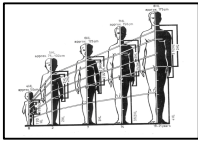
Peso.....   
 Altura.....   
 Altura sentado.....  (-40cm banco)  
 Tricipital SKF..... 1ª  2ª  M   
 Bíceps SKF..... 1ª  2ª  M   
 Supraespinal ..... 1ª  2ª  M   
 Subescapular SKF..... 1ª  2ª  M   
 Geminal SKF..... 1ª  2ª  M   
 Perímetro do Braço Relaxado.....   
 Perímetro do Braço Tenso .....   
 Perímetro Geminal.....   
 Perímetro da Cintura .....   
 Perímetro do Quadril .....   
 Diâmetro Biacromial.....   
 Diâmetro Bicristal.....   
 Diâmetro Bicondilohumeral.....   
 Diâmetro Bicondilofemural.....

**FICHA DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICA RELACIONADA À SAÚDE**

1. Abdominais  Reteste \_\_\_\_\_
2. Flexão de braços  Reteste \_\_\_\_\_
3. Corrida de vai e vem 10X5m  seg. Reteste \_\_\_\_\_
4. Impulsão horizontal s/corrida prep. T1  T2  RF  Reteste: \_\_\_\_\_
5. Extensão do tronco T1  T2  RF  Reteste \_\_\_\_\_
6. Flexibilidade: Direita  Esquerda  Reteste D \_\_\_\_ Reteste E \_\_\_\_
7. Preensão manual Direita  Esquerda  Reteste D \_\_\_\_ Reteste E \_\_\_\_
8. Corrida de 12 minutos = N° de voltas \_\_\_\_ + \_\_\_\_ m =  ( \_\_\_\_ X \_\_\_\_ )  
Tam. da quadra







**PROJETO CRESCER COM SAÚDE NO CARIRI**

Nome \_\_\_\_\_ Escola \_\_\_\_\_

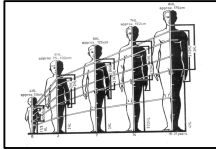
**FICHA DE AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA**

**RETESTE**

**(Longitudinal)**

Peso.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>						
Altura.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>					
Altura sentado.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	(-40cm)				
Tricipital SKF.....	1ª	<input type="text"/>	<input type="text"/>	2ª	<input type="text"/>	<input type="text"/>	M	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Bíceps SKF.....	1ª	<input type="text"/>	<input type="text"/>	2ª	<input type="text"/>	<input type="text"/>	M	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Supraespinal ,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	1ª	<input type="text"/>	<input type="text"/>	2ª	<input type="text"/>	<input type="text"/>	M	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Subescapular SKF.....	1ª	<input type="text"/>	<input type="text"/>	2ª	<input type="text"/>	<input type="text"/>	M	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Geminal SKF.....	1ª	<input type="text"/>	<input type="text"/>	2ª	<input type="text"/>	<input type="text"/>	M	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Perímetro do Braço Relaxado.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>						
Perímetro do Braço Tenso .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>						
Perímetro Geminal.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>						
Perímetro da Cintura .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>						
Perímetro do Quadril .....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>						
Diâmetro Biacromial.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>						
Diâmetro Bicristal.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>						
Diâmetro Bicondilohumeral.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>						
Diâmetro Bicondilofemural.....	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>						





### PROJETO CRESCER COM SAÚDE NO CARIRI

Nome \_\_\_\_\_  
 Escola \_\_\_\_\_ Ano/Série \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_ idade \_\_\_\_\_  
 Data Nascimento \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Data avaliação \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### Estudo Transversal

#### FICHA DE AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

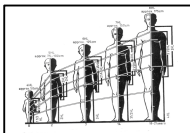
Peso.....   
 Altura.....   
 Altura sentado.....  (-40cm)  
 Tricipital SKF..... 1ª  2ª  M   
 Subescapular SKF ..... 1ª  2ª  M   
 Perímetro da Cintura ..... 1ª  2ª  M

#### FICHA DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICA RELACIONADA À SAÚDE

1. Abdominais  RETESTE \_\_\_\_\_
2. Flexão de braços  RETESTE \_\_\_\_\_
3. Corrida de vai e vem 10X5m  seg. RETESTE \_\_\_\_\_
4. Impulsão horizontal s/corrida prep. T1  T2  RF  RETESTE \_\_\_\_\_
5. Extensão do tronco T1  T2  RF  RETESTE \_\_\_\_\_
6. Flexibilidade: Direita  Esquerda  RETESTE D \_\_\_\_\_ RETESTE E \_\_\_\_\_
7. Prensão Manual: Direita  Esquerda  RETESTE D \_\_\_\_\_ RETESTE E \_\_\_\_\_
8. Corrida de 12 minutos: N<sup>o</sup> de voltas \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ =  m (\_\_\_\_ x \_\_\_\_ = \_\_\_\_)  
 Tam da quadra

Obs.: \_\_\_\_\_





**PROJETO CRESCER COM SAÚDE NA REGIÃO DO CARIRI CEARENSE**

**MATURAÇÃO ESQUELÉTICA – TW3**  
**Ficha de Registro para Avaliação da Idade Óssea**

**1. Identificação**

Nº de identificação – IDNR

Nome Completo \_\_\_\_\_ Endereço \_\_\_\_\_

Escola \_\_\_\_\_ Série \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

**Data de nascimento e avaliação**

Data	Dia	Mês	Ano	IC
Nasc				
Aval				

Sexo Masculino  Feminino

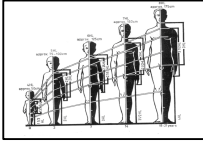
**2. Avaliador** \_\_\_\_\_

**3. Avaliação dos estágios de maturação**

*RUS (radio, ulna and short bones)*

Ossos	Estágio	score
Radio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Ulna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Metacarpo I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Metacarpo III	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
MetacarpoV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Proximal falange I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Proximal falange III	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Proximal falange V	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Falange média III	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Falange média V	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Falange distal I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Falange distal III	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Falange distal V	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>Total score</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>Idade óssea</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>




**PROJETO CRESCER COM SAÚDE NO CARIRI**
**MATURAÇÃO ESQUELÉTICA – TW3**
**Controle e qualidade dos resultados**
**Escola** \_\_\_\_\_ **Reteste n =** \_\_\_\_\_

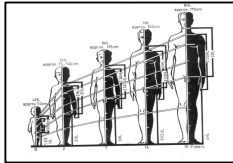
**Avaliadora: Simonete Silva**
**Data** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_

<b>Ossos</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
Rádio			
Ulna			
Metacarpo I			
Metacarpo III			
Metacarpo V			
Falange Prox. I			
Falange Prox. III			
Falange Prox. V			
Falange Medial III			
Falange Medial V			
Falange Distal I			
Falange Distal III			
Falange Distal V			
<b>Média</b>			

-1 = estágio anterior; 0 = acordo; 1 = estágio à frente







**PROJETO CRESCER COM SAÚDE NA REGIÃO DO CARIRI CEARENSE**

Nome \_\_\_\_\_

Endereço \_\_\_\_\_ Tel \_\_\_\_\_

Escola \_\_\_\_\_ Data Nascimento \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nº Identificação \_\_\_\_\_ Gênero \_\_\_\_\_ Data avaliação \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

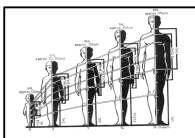
**FICHA DE DADOS ATIVIDADE FÍSICA  
HABITUAL – PEDOMETRIA**

NOME	DIA 1				DIA 2				DIA 3				DIA 4			
	STEP	KM	KCAL	AER	STEP	KM	CAL	AER	STEP	KM	CAL	AER	STEP	KM	CAL	AER
1.																
2.																
3.																
4.																
5.																
6.																
7.																
8.																
9.																
10.																

\_\_\_\_\_

Responsável





## PROJETO CRESCER COM SAÚDE NA REGIÃO DO CARIRI

### TESTE DE VO<sub>2</sub>máximo

Nº identificação	Escola
Data do teste ___/___/___	Sexo
Nome	
Sobrenome	
Data nasc. ___/___/___	Idade (anos)
Altura (cm)	
Peso (kg)	
Frequência Cardíaca	Pressão Arterial
Temperatura	Humidade
Protocolo – <i>CARIRI III</i>	Ergômetro – <i>Esteira Rolante</i>
Instrumento – <i>K4 COSMED</i>	

OBS.:

---



---



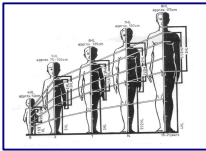
---



---

Avaliador responsável





## PROJETO CRESCER COM SAÚDE NO CARIRI

Nome \_\_\_\_\_  
 Escola \_\_\_\_\_ Ano \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

### Questionário de Atividade Física Habitual

(Baecke *et al.*, 1982)

1. Pratica algum esporte? Sim  Não

**SE VOCÊ RESPONDEU NÃO, PASSE PARA A PERGUNTA Nº 2.**

Se você respondeu **SIM**:

1.1 Qual o esporte que pratica com mais frequência? \_\_\_\_\_

1.2 Quantas horas por semana? < 1  1-2  3-4  > 4

1.3 Quantos meses por ano? < 1  1-3  4-6  7-9  > 9

Se pratica um segundo esporte:

1.4 Qual é o segundo esporte? \_\_\_\_\_

1.5 Quantas horas por semana? < 1  1-2  3-4  > 4

1.6 Quantos meses por ano? < 1  1-3  4-6  7-9  > 9

**2. Em comparação com os meus colegas da minha idade acho que a minha atividade física durante o tempo de lazer é:**

Muito maior  Maior  A mesma  Menor  Muito menor

**3. Durante o tempo de lazer transpiro:**

Muito frequentemente  Frequentemente  Algumas vezes  Raramente  Nunca

**4. Durante o tempo de lazer pratico esporte?**

Nunca  Raramente  Algumas vezes  Frequentemente  Muito frequentemente

**5. Durante o tempo de lazer vejo televisão.**

Nunca  Raramente  Algumas vezes  Frequentemente  Muito frequentemente

**6. Durante o tempo de lazer ando a pé:**

Nunca  Raramente  Algumas vezes  Frequentemente  Muito frequentemente

**7. Durante o tempo de lazer ando de bicicleta:**

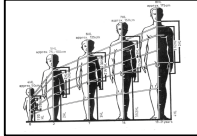
Nunca  Raramente  Algumas vezes  Frequentemente  Muito frequentemente

**8. Quantos minutos anda a pé por dia e/ou de bicicleta para ir à escola, local de treino, às compras, etc.?**

< 5  5-15  30-45  acima de 45 minutos por dia

**9. Qual é a ocupação (profissão) dos pais? Informe sobre a renda mensal familiar (salários mínimos).**





## PROJETO CRESCER COM SAÚDE NA REGIÃO DO CARIRI

ESTUDO DA DINÂMICA DO CRESCIMENTO SOMÁTICO, MATURAÇÃO  
BIOLÓGICA E DESEMPENHO DESPORTIVO-MOTOR DE CRIANÇAS E JOVENS

### Questionário para caracterização das escolas e aulas Educação Física

#### I - CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA

1. Escola \_\_\_\_\_

Diretor (a) \_\_\_\_\_

#### 2. Administração

Municipal  Estadual  Privada

3. Bairro \_\_\_\_\_

#### 4. Séries Lecionadas / número de alunos / género

Ens. Fundamental I	Total
1º ano	
2º ano	
3º ano	
4º ano	
5ª ano	
Total	

Ens. Fundamental II	Total
6º ano	
7º ano	
8º ano	
9º ano	
Total	

Ensino Médio	Total
1º ano	
2º ano	
3º ano	
Total	

**5. Caracterização sócio-económica do meio envolvente à escola.**

- 1 - Rural.....
- 2 - Misto.....
- 3 - Urbano...

**II – INFRA-ESTRUTURAS FÍSICAS**

**6. Recreio**

- 1 - Sim..
- 2 - Não.. → Avance por favor para a pergunta nº 10

**7. Área do recreio**

- 1 – Com obstáculos (árvores, canteiros, pilares, ...) ...
- 2 – Sem obstáculos (árvores, canteiros, pilares, ...) ...

**8. Dimensão do recreio**

- 1 – 10m<sup>2</sup> a 39m<sup>2</sup>.
- 2 – 40m<sup>2</sup> a 69m<sup>2</sup>.
- 3 - > 70m<sup>2</sup>.....

**9. Piso do recreio**

- 1 – Terra.....
- 2 – Cimento..
- 3 – Outro. \_\_\_\_\_

**10. Sala polivalente.**

- 1 – Sim ..
- 2 – Não .. → Avance por favor para a pergunta nº 13

**11. Dimensão da sala polivalente**

- 1 – 10m<sup>2</sup> a 29m<sup>2</sup>...
- 2 – 30m<sup>2</sup> a 49m<sup>2</sup>...
- 3 - > 50m<sup>2</sup>.....

**12. Piso da sala polivalente**

- 1 – Madeira.....
- 2 - Cerâmico....
- 3 – Cimento
- 4 – Outro \_\_\_\_\_



**13. Quadra esportiva coberta**

- 1 - Sim...  
 2 - Não...

**14. Quadra esportiva sem cobertura**

- 1 - Sim...  
 2 - Não...

**15. Vestiários**

- 1 - Sim ..  
 2 - Não ..

**16. Outras infra-estruturas utilizadas**

- 1 - Sim ..  
 2 - Não .. → Avance por favor para a pergunta nº 17

**17. Que outras infra-estruturas são utilizadas? (pode assinalar várias opções):**

- 1 - Espaço exterior não pavimentado..  
 2 - Piscina .....  
 3 - Ginásio esportivo.....  
 4 - Outro. \_\_\_\_\_

**18. Material para a prática de Educação Física**

- 1 - Sim .  
 2 - Não . → Avance para a pergunta nº 19

**19. Que material existe?**

Material	Ginástica	Desp. coletivos	Desp. individuais	Jogos tradicionais
1 Fixo				
2 Móvel				

**3 Outro.** \_\_\_\_\_

**III – AULAS DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**20. São dadas aulas de Educação Física nesta escola?**

- 1 - Sim ....  
 2 - Não ... → Termina aqui o questionário

**21. Frequência semanal das aulas de Educação Física.**

- 1 – Uma aula semanal .....
- 2 – Duas aulas semanais .....
- 3 – Três ou mais aulas semanais ..

**22. Duração das aulas de Educação Física.**

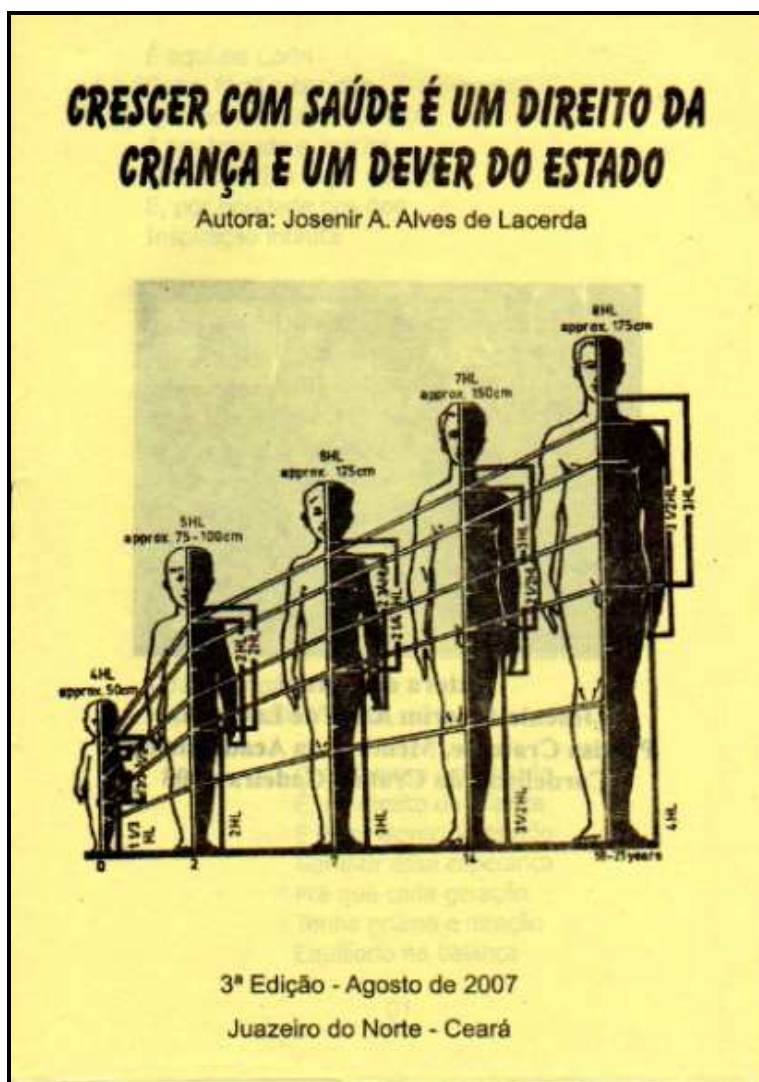
- 1 - < = 45m ...
- 2 - < = 90m ...
- 3 - > 90m ...

**23. Responsável pelas aulas de Educação Física (indicar nº de professores por área).**

<b>Classificação do prof ou responsável</b>	<b>Fundamental I</b>	<b>Fundamental II</b>	<b>Ensino Médio</b>
1. Professor de sala			
2. Monitor qualificado (estagiário)			
3. Professor de Educação Física			

**24. Modalidades praticadas nas aulas de Educação Física. (pode assinalar várias opções):**

- 1 – Corrida .....
- 2 – Saltos .....
- 3 – Lançamentos .....
- 4 – Ginástica de solo .....
- 5 – Ginástica de aparelhos.....
- 6 – Futebol .....
- 7 – Handebol .....
- 8 – Basquetebol .....
- 9 – Jogos tradicionais.....
- 10 – Natação .....
- 11 – Voleibol.....
- 12 – Outras .....



É aqui no Cariri  
Seara fértil e bendita  
Que nova história começa  
A ser traçada e escrita  
Que o “Padim Ciço” abençoe  
E, por bondade nos doe  
Inspiração infinita

Foi escolhido o cordel  
Pra essa história contar  
Por ser grande menestrel  
Da cultura popular  
Cumprindo a nobre missão  
De ser comunicação  
Instruir e informar

É a história de um projeto  
Muito bem elaborado  
Onde a criança e o jovem  
Será bem avaliado  
O seu desenvolvimento  
Terá acompanhamento  
Num processo ritmado

Crescimento com saúde  
É um direito da criança  
E é um dever do estado  
Garantir essa esperança  
Pra que cada geração  
Tenha prumo e direção  
Equilíbrio na balança

Crescer não significa  
Também o desenvolver  
Para cada estágio implica  
A forma de se viver  
Onde diversos fatores  
E agentes interventores  
Fazem tudo acontecer

Esse estudo bem merece  
Profunda reflexão  
Cada aspecto carece  
Ser feita a dissecação  
Do nascer ao habitar  
A fim de detectar  
Cada estágio e evolução

O estudo atualmente  
Do crescimento em geral  
É realizado somente  
Em foco internacional  
Que registra a importância  
E coloca em relevância  
No patamar mundial

*Cito a organização  
Que é mundial da saúde (WHO)  
E nos Estados Unidos  
Um centro tem atitude (CDC)  
O de controle de doenças  
Que marca sua presença  
Atuando em amplitude*

*Estudo feitos por Blair  
Focado em epidemia  
Nos últimos quarenta anos  
Mostra resultado e guia  
Diz que a vida sedentária  
Sem a ação necessária  
Baixa a defesa e atrofia*

*Beunen pesquisa na Bélgica  
José Maia em Portugal  
Ambos geram nesta ação  
Um conteúdo ideal  
Num estudo elaborado  
Com empenho coordenado  
Cria um projeto real*

*Um projeto dessa monta  
Requer participação  
Assim sendo ele já conta  
Com forte cooperação  
Prefeitura de Juazeiro  
Município companheiro  
Que já entrou em ação*

*O SESC, a Leão Sampaio  
Juntamente com CEFET  
Apoiam a grande equipe  
Guiada por Simonete  
Tornam a ideia mais viva  
Pois essa iniciativa  
Merece aplauso e confete*

*A URCA fez-se parceira  
E a professora cedeu  
Numa atitude altaneira  
Pois o plano ela entendeu  
Doutorado em Portugal  
Gerou a base ideal  
Que o projeto concebeu*

*São 25 pessoas  
Agindo em cooperativa  
Quem comanda é Simonete  
Uma líder que cativa  
Alunos e professores  
Formam um time de valores  
Equipe forte e ativa*

*Esta equipe se destaca  
Numa missão atuante  
Vai visitar as escolas  
Faz roteiro itinerante  
Aplica avaliação  
Injetando nesta ação  
O teor modificante*

*Conta com a Escola Pelúcio  
Leão Sampaio, António Ferreira  
SESC e AABB  
João Alencar e também o EDWARD  
Cada membro é um monitor  
Provido de muito amor  
Com a intenção de atuar*

*Colégio SALESIANO  
Também o OBJETIVO  
Pequeno Príncipe e N. Sra. de Fátima  
Formando assim grande crivo  
Com o intuito de fazer  
O projeto acontecer  
Com apoio e incentivo*

*Da infância na região  
Foi feita a radiografia  
Crianças despreparadas  
Sem garra, sem alegria  
Desequilíbrio latente  
Seja no corpo ou na mente  
Carente de sintonia*

*A avaliação contempla  
O somático crescimento  
Maturação biológica  
Do físico, o acompanhamento  
Triagem da atividade  
A sócio-realidade  
E o étnico originamento*

*O crescimento adequado  
Maturidade vital  
Dependem desses valores  
Num desenvolver normal  
Porque cada atividade  
Dá saúde e liberdade  
É um resultado ideal*

*No crescimento somático  
São vistos peso e altura  
A gordura corporal  
Tipo físico e estrutura  
Analisam-se os perímetros  
As medidas, os diâmetros  
A formação e a postura*

*Análise meticulosa  
Avalia a evolução  
Esquelética e sexual  
Cada uma com atenção  
Maturação biológica  
Transformação morfológica  
Raio x de punho e mão*

*É também verificada  
Do físico a aptidão  
Flexibilidade e força  
A resistência e a ação  
Além da velocidade  
O teor de agilidade  
Completa a informação*

*O que faz cada criança  
Nas horas do dia-a-dia  
Se brinca, estuda e descansa  
Se tem disciplina e guia  
Pois deste acompanhamento  
Resulta o fornecimento  
Dos dados que se avalia*

*O aspecto socioeconômico  
Também é analisado  
A renda familiar  
É um importante dado  
Como a criança é nutrida  
E o estilo de vida  
Que a ela é ofertado*

*Vai também analisar  
A origem, a etnia  
Pois aqui esse teor  
Mui fortemente varia  
A antropológica visão  
Num estudo que terá  
Três anos de duração*

*A região do Cariri  
Em tese, foi premiada  
O projeto mostrará  
Como ser modificada  
Da atual realidade  
Surgirá nova verdade  
Juventude melhorada*

*Pois cuidando da saúde  
De forma plena, total  
O crescimento acontece  
Num passo a passo ideal  
Cada etapa acontecendo  
E o indivíduo obtendo  
Saúde física e mental*

*O direito da criança  
Deve pois ser respeitado  
Esse projeto então mostra  
O que é dever do Estado  
Ao governo federal  
Cabe a ação principal  
Que promove o resultado*

*Para crescer com saúde  
A criança deve ter  
Dia-a-dia equilibrado  
Na forma dela viver  
Esporte e alimentação  
Respeito e educação  
Habitação e lazer*

*O projeto vem suprir  
Uma lacuna latente  
Pois aluno e professor  
Na região é carente  
Do tipo de informação  
Que aborda a condição  
Da criança e adolescente*

*A Região do Cariri  
No projeto confiante  
Na certa cria alma nova  
Com o estudo interessante  
Pois reside na criança  
A semente da esperança  
E o progresso resultante*

*Crescimento com saúde  
Na região caririense  
Será fruto de atitude  
Garra e fé que a tudo vence  
Também de um cotidiano  
Direito a apoio e plano  
Que à criança pertence*

*Então crescer com saúde  
É direito da criança  
E é dever do estado  
Confirmar essa aliança  
Porque criança sadia  
Tem mais ânimo e garantia  
Age com mais confiança.*



**FICHA TÉCNICA DA EQUIPE DO PROJETO CRESCER COM SAÚDE NO CARIRI**

**Simonete Pereira da Silva – Dept. Educação Física – URCA**

Coordenadora

**José António Ribeiro Maia – Portugal**

Orientador

**Gaston Prudence Beunen – Bélgica**

Co-orientador

**Albrecht Claessens – Bélgica**

Colaborador

**António Prista – Moçambique**

Colaborador

**EQUIPE DE AVALIADORES**

**Miguel Matos Neto – URCA**

**Hudday Mendes da Silva – CEFET**

**Kamyla de Lellis Costa – CEFET**

**Leonildo dos Santos – UVA**

**Gabriela Matos Monteiro – CEFET**

**Débora Azevedo Cabral – CEFET**

**Adriana Leite Tavares – URCA**

**Anny Catarina da Silva – CEFET**

**Cícero Luciano Alves Costa – CEFET**

**André Luís Feitosa – CEFET**

**Glauber Carvalho Nobre – CEFET**

**M<sup>a</sup> Cleide Pereira da Costa – UVA**

**Glauber Sobreira da Cruz Domingos – UVA**

**Nilene Matos Trigueiro – URCA**

**Mayara Rodrigues de Sousa – CEFET**

**Luciana de Souza Santos – URCA**

**M<sup>a</sup> Andreia da Silva Nonato – URCA**

**Francisca Dasminele – URCA**

**Valéria de Sousa Marques – CEFET**

**Francisco José de Oliveira – CEFET**

**Alexandre Viana Figueiredo – LEÃO SAMPAIO**

**Adelina Sâmia Soares – LEÃO SAMPAIO**

**Glauce Alencar Albuquerque – SESC**

**Alana Sara Dantas – SESC**

Cordel de autoria da cordelista JOSENIR ALVES DE LACERDA, da Academia dos Cordelistas do Crato (nº 03), foi produzido para fins de divulgação do projeto de pesquisa junto à comunidade estudantil com uma tiragem final de 5000 exemplares.