

O *tracking* da atividade física: um estudo em adolescentes do sexo masculino

Tracking of physical activity: a study with adolescent males

José António Ribeiro Maia¹,
Vitor Pires Lopes²,
Rui Garganta¹,
André Seabra¹,
Gaston Beunen³,
Johan Lefevre³,
Albrecht Claessens³,
Roland Renson³.

Resumo

Este estudo pretende investigar o *tracking* da atividade física de adolescentes do sexo masculino recorrendo a um modelo quasi-simplex formulado no seio da modelação de estruturas de covariância. Os dados provêm do estudo de crescimento de Leuven, em que foram seguidos longitudinalmente 588 sujeitos do sexo masculino durante 6 anos. No início do estudo, os sujeitos tinham 12,76 anos de idade média, e no final 17,73 anos. A avaliação da atividade física foi efetuada com recurso de um questionário estruturado e validado. Só consideramos, como indicador da atividade física, o número de horas de prática desportiva formal, independentemente das horas dedicadas à Educação Física. A análise dos dados constou de um modelo quasi-simplex de natureza auto-regressiva, permitindo pesquisar diferentes formulações do *tracking*. Recorreu-se a métodos robustos de estimação de máxima verossimilhança. Verificou-se uma elevada estabilidade da atividade física considerada ano-a-ano, *tracking* moderado na adolescência e resultados baixos a moderados na instabilidade intraindividual nas diferenças que ocorrem entre os sujeitos em cada ponto do tempo.

PALAVRAS-CHAVE: *tracking*, estabilidade, atividade física, adolescentes, modelação de estruturas de covariância.

Abstract

The purpose of this study is to analyze the tracking of physical activity in adolescent males with a quasi-simplex model formulated in the structural covariance modeling paradigm. Data was taken from the Leuven growth study in which 588 adolescent males – with ages varying from 12.76 to 17.73 – had been followed during 6 years. Physical activity was evaluated by a validated questionnaire. The physical activity indicator was the amount of time spent in formal sport activity regardless of the amount of hours spent in physical education. Data was analyzed through an autoregressive quasi-simplex model that allows analysis of different tracking formulation. Vigorous methods to estimate maximum likelihood were employed. The results were: high stability of physical activity year-by-year; moderate tracking in the adolescence; and low values of intra-individual instability in the differences that occurred among the studied individuals in each point in time.

KEYWORDS: tracking, stability, physical activity, adolescents, structural covariance modeling.

¹ Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física, Universidade do Porto, Porto, Portugal

² Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

³ Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, Universidade Católica de Lovaina, Lovaina, Bélgica.

Introdução

Estudos de natureza epidemiológica têm demonstrado uma associação forte e consistente entre atividade física, aptidão física e saúde (6). São já bem conhecidas as posições oficiais do Centro de Controle de Doenças dos USA, da Associação Americana de Cardiologia, do Colégio Americano de Medicina Desportiva e da Organização Mundial de Saúde relativamente à importância da atividade física na redução dos fatores de risco de doenças cardiovasculares, obesidade, hipertensão, osteoporose, níveis elevados de colesterol e depressão.

A atividade física regular e culturalmente referenciada, de forte caráter lúdico, psicologicamente significativa e socialmente relevante é considerada como uma espécie de “medicamento” de eficácia comprovada em diferentes tipos de morbilidade e, em algumas circunstâncias, encontra-se fortemente associada à longevidade (4,24).

A relevância da implementação de programas de promoção da saúde por meio da prática regular e sistemática da atividade física em crianças e jovens assenta, no entender de Kelder *et al.* (13), em quatro pressupostos que são, também, uma forte justificação para os estudos do *tracking* da atividade física, bem como de outros comportamentos de saúde:

- parece ser claro que um certo número de crianças e jovens tende a situar-se em zonas de elevado risco fisiológico e comportamental;
- estes riscos tendem a evidenciar estabilidade/consistência (i.e. *tracking*) da infância ao estado adulto;
- o desenvolvimento de fatores de risco de natureza fisiológica parece depender, largamente, do início de comportamentos comprometedores da saúde (ex: dietas com baixo valor nutritivo, hábitos tabagísticos, inatividade física);
- a prevenção primária pode e deve ser realizada por meio de modificações de comportamentos que se pensa estarem relacionados com os fatores de risco fisiológico, antes que tais padrões de comportamento estejam mais profundamente enraizados e sejam mais resistentes à sua alteração.

Ainda que não haja uma definição universal de *tracking*, bem como um único método de análise de tal fenómeno (14,16,36), é mais ou menos aceita a noção genérica que se refere à manutenção da posição relativa de valores de um dado grupo de sujeitos em função do tempo. O termo *tracking* identifica-se, claramente, com a idéia de estabilidade ou consistência de resultados de um grupo de indivíduos seguidos longitudinalmente, implicando as noções de previsão ou canalização (27,29). Esta última noção, a de canalização, reflete a essência do *tracking*, dada ser entendida como a tendência de um conjunto particular de indivíduos se manterem num canal ou curva de crescimento que reflete a estabilidade dos padrões de crescimento, num modo altamente preditivo (37). O estudo do *tracking* percorre espaços da epidemiologia (1,28,32,34), da composição corporal (2), da educação (19), e da atividade física em crianças (8,25,26), adolescentes e adultos (7,33).

Apesar da relevância do assunto no domínio da epidemiologia da atividade física, o número de estudos é reduzido (17), por ser díspar o método de avaliação da atividade física, o número de anos de cada pesquisa, e bem distintos os procedimentos de análise utilizados. Inovações no plano metodológico (3), sobretudo no quadro da análise de estruturas de covariância, permitem uma abordagem mais detalhada, substantivamente mais rica, e desafiadora do ponto de vista da apresentação de diferentes hipóteses para o fenómeno do *tracking* (16). Daqui que o propósito desta pesquisa seja o de estudar o *tracking* da atividade física de adolescentes do sexo masculino, a partir de um modelo designado de quasi-simplex de natureza auto-regressiva.

1 – Método

A informação relativa a este estudo provém da famosa pesquisa (*Leuven Growth Study*) realizada na Universidade Católica de Lovaina em que 588 sujeitos do sexo masculino foram seguidos longitudinalmente durante 6 anos. No primeiro momento da observação, a idade média dos sujeitos foi de 12,7 anos, e no último momento de registo era 17,7 anos. À exceção de algumas medidas somáticas cujo registo era semestral, na maior parte dos outros indicadores as medições foram efetuadas anualmente. De um conjunto multifacetado de indicadores cobrindo aspectos do crescimento somático, maturação biológica, somatótipo, composição corporal, aptidão física e estatuto socioeconómico, há também informação relativa à atividade física (ver 23). Neste último domínio, a informação é muito detalhada. O indicador utilizado para representar o conceito de atividade física é o número de horas de prática desportiva em diferentes contextos, independentemente das horas relativas às aulas de Educação Física.

Análise de estruturas de covariância

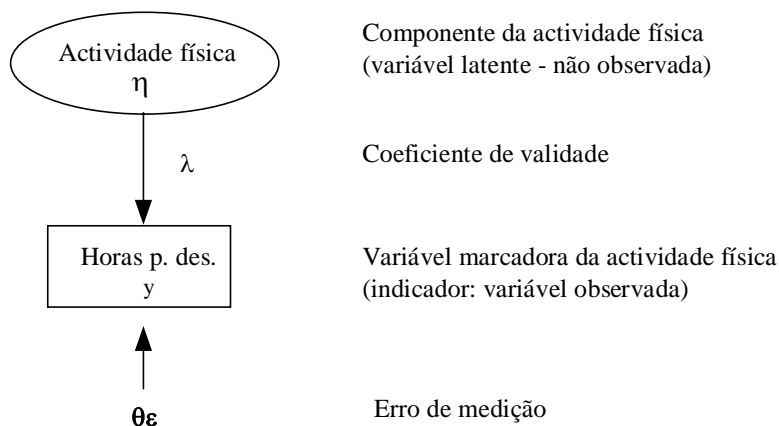
O modelo de estruturas de covariância (MEC) considera, numa formulação única, altamente flexível e suficientemente genérica, as propostas de biometristas, econometristas e psicometristas (15). Na sua essência, trata de conceber e realizar, numa abordagem única, a análise fatorial e a regressão múltipla multivariada, com inclusão de variáveis latentes e variáveis observadas, com diferentes escalas de medida e sob diferentes tipos de distribuições. As unidades de análise não necessitam ser medidas de forma contínua. A MEC está fortemente teorizada (5,9,11,12), não cessa de ser alargada a outros domínios de aplicação (18).

A MEC é composta por dois sub-modelos, o de medida e o estrutural. O sub-modelo de medida, numa das suas formalizações mais simples e que nos interessa para ilustrar a noção de *tracking* será apresentado de seguida, a partir da operacionalização simples da noção complexa de atividade física. O modelo estrutural será ilustrado mais adiante.

As preocupações dos peritos na avaliação das aptidões e/ou comportamentos refletem-se, do ponto de vista operacional, na apresentação de baterias de testes ou instrumentos de trabalho mais simples, como são os questionários, que expressam as noções de economia e

parcimônia. Daqui que cada um dos componentes das aptidões ou de uma característica do comportamento do sujeito possa ser marcado por um único indicador. No caso presente, e a título de exemplo, a atividade física será imperfeitamente representada e marcada pelo indicador número de horas de prática desportiva. O modelo de medida, de acordo com a Teoria Clássica dos Testes, é graficamente representado do seguinte modo:

Figura 1. Especificação gráfica para o modelo de medida da atividade física



No contexto da MEC, as variáveis latentes (η) são representadas em círculos ou elipses, e as variáveis observadas (y) em quadrados ou retângulos. O λ refere-se, neste caso, ao valor de validade convergente (em termos de Análise Fatorial é o *loading* estrutural) do indicador horas de prática desportiva para representar a noção de atividade física. O θ_ϵ representa o erro de medição, a extensão de variância erro que reflete o maior ou menor grau de fiabilidade dos resultados obtidos no questionamento das horas de prática desportiva.

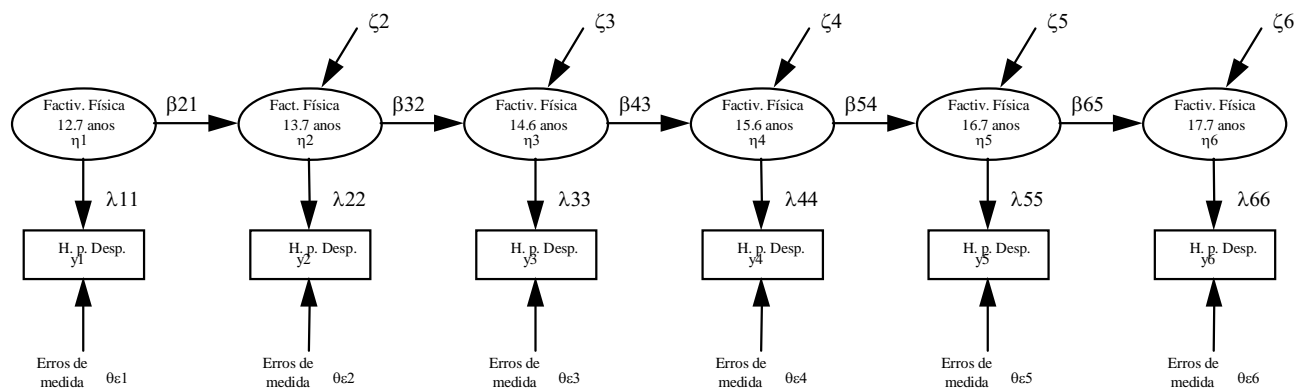
As estatísticas disponíveis nos resultados da aplicação destes programas para modelar estruturas de covariância são suficientemente esclarecedoras da sua vantagem, relativamente ao simples cálculo de estatísticas descritivas como o 'r' de Pearson ou de Spearman que a maior parte da pesquisa sobre o *tracking* disponibiliza. Destacamos: (1) medidas de ajustamento global para a totalidade do modelo, considerando um equilíbrio entre complexidade e parcimônia; (2) estimativas pontuais e intervalares para os parâmetros fundamentais de cada modelo; (3) medidas de variância explicada; (4) estimativas de variância verdadeira não

contaminada por erro de medição que se designam por coeficientes de *tracking*; (5) ajuda na localização de fontes de má especificação de cada um dos modelos.

O modelo que vamos descrever será apresentado de forma semântica, a que se seguirá a sua representação ou especificação gráfica. Os resultados numéricos serão interpretados no contexto de cada formulação (O modelo quasi-simplex auto-regressivo de Markov: idéias genéricas, representação gráfica) pretende descrever dois aspectos nucleares da dinâmica da mudança nos níveis de atividade física - sobretudo a noção de estabilidade de covariância (ou *tracking*) e a de mudança. A mudança é expressa pela magnitude da variação no componente aleatório (ζ_t) e a estabilidade pelo componente determinístico (β_{jt}).

Assume-se que a continuidade ocorre, quase que exclusivamente, pelo efeito dos valores das variáveis em pontos diferidos do tempo, produzindo aquilo a que se designa por modelo auto-regressivo de 1ª ordem (Figura 2), dado que os valores em t_t são dependentes exclusivamente dos valores obtidos em t_{t-1} . Não há pois, lugar para efeitos não-adjacentes no tempo.

Figura 2. Especificação gráfica para o modelo quasi-simplex de Markov relativo à atividade física



Nesta formulação, o valor da expressão da atividade física, por exemplo, em cada ponto do tempo é transferida para o ponto seguinte, fazendo do valor em t_i formalmente dependente do valor em t_{i-1} . Isto significa que o valor da atividade física aos 12.7 anos influencia diretamente, é o preditor único, do valor aos 13.7 anos, o dos 13.7 anos é preditor único do valor aos 14.6 anos e assim sucessivamente. Trata-se de um modelo auto-regressivo ordenado no tempo face à estrutura espacial mais ou menos fixa das ocasiões de avaliação. Este modelo é também designado de Markov (nome do eminente estatístico russo que formulou a estacionaridade em sistemas desta natureza), sendo possível separar a estabilidade (β_{ji} = coeficiente de regressão) da distribuição dos valores dos sujeitos, da instabilidade da sua posição relativa no tempo (ζ_i = instabilidade na variância, também designada por perturbação na estacionaridade do sistema). A magnitude do valor de ζ_i reflete, assim, os efeitos aleatórios de mudança ocorrida em t_i por outros fatores que não os implicados por t_{i-1} .

Por questões de identificação de modelos desta natureza, a variância da variável latente (i.e. a atividade física) está expressa nas unidades de medida do indicador considerado – horas de prática desportiva (para tal fixam-se os valores de λ_{ii} em 1). Tal como foi anteriormente referido, os valores de θ_{ei} representam erros de medição, e os λ_{ii} são indicadores de validade convergente.

A Tabela 1 apresenta a matriz de auto-correlação relativa às horas de prática desportiva nos seis pontos do tempo. Estes valores de auto-correlação de Pearson são normalmente designados por valores de *tracking* da atividade física. Na sua generalidade, a magnitude dos resultados é baixa, sugerindo que o *tracking* é reduzido.

Tabela 1. Matriz de auto-correlação para os valores relativos às horas de prática desportiva

Idade	12.7	13.6	14.6	15.6	16.7	17.7
12.7	1.00					
13.7	0.45	1.00				
14.6	0.39	0.52	1.00			
15.6	0.31	0.35	0.52	1.00		
16.7	0.28	0.33	0.42	0.54	1.00	
17.7	0.25	0.28	0.37	0.45	0.58	1.00

Uma leitura mais atenta desta matriz revela dois aspectos importantes: (1) os valores de correlação vão diminuindo à medida que nos afastamos da diagonal principal, i. e, em cada coluna, e (2) aumentam ao longo de cada linha. Tal estrutura tem propriedades matemáticas muito importantes, sendo um caso particular do *simplex* de Guttman, e que foram solucionadas por Jöreskog (9). Dado que os valores de correlação se referem aos resultados obtidos das respostas relativamente ao número de horas de prática desportiva, e que possuem uma quantidade de erro de medição, esta matriz é designada de quasi-simplex.

Dado que no modelo quasi-simplex se analisa exclusivamente a estrutura da matriz de covariância dos valores obtidos, as hipóteses que aqui vão ser colocadas são as seguintes:

- o primeiro modelo propõe a inexistência de *tracking* da atividade física, ou seja, no tempo não há qualquer padrão estável dos sujeitos;

- o segundo modelo sugere a presença de *tracking* moderado a elevado. Em estruturas quasi-simplex da natureza da auto-correlação do presente estudo, e para que haja convergência do algoritmo, Jöreskog & Sörbom (12) sugerem que as variâncias erro do primeiro e segundo momento de registo sejam iguais, e que o mesmo ocorra para o quinto e sexto momentos, i.e., $\theta_{e1}=\theta_{e2}$ e $\theta_{e5}=\theta_{e6}$;
- o terceiro modelo, para além das sugestões do primeiro, impõe que a fiabilidade das respostas seja igual nos 6 pontos do tempo, i.e., que haja a mesma variância erro, $\theta_{e1}=\theta_{e2} \dots =\theta_{e6}$;
- o quarto modelo impõe aos dados um *tracking* perfeito, i.e, $\beta_{ji}=1.0$, bem como a presença da mesma fiabilidade nas respostas ao questionário nos seis pontos do tempo;
- o quinto modelo é igual ao anterior, mas não constrange a estrutura da variância erro ao mesmo valor nos seis pontos do tempo, mas sim a uma estrutura igual à do segundo modelo;
- o sexto modelo impõe, não só uma estrutura de variância erro igual à do primeiro modelo, mas também que a estabilidade é perfeita ($\beta_{ji}=1.0$), e que a variância não explicada pelos efeitos anteriores da atividade física é zero. Trata-se de um modelo diametralmente oposto ao primeiro.

A análise destes modelos foi realizada no *software* Mplus 2.05 (22) com recurso a um procedimento iterativo de estimação robusta de parâmetros pelo método da máxima verossimilhança, face à circunstância de, em cada ponto do tempo, a distribuição de valores ser marcadamente assimétrica. A qualidade dos modelos é apreciada em função do menor valor de χ^2 e do respectivo valor de p (que deve ser superior a 5% para que o modelo considerado como o mais adequado reproduza com a maior precisão a estrutura de covariância). Os modelos comparam-se, entre si, também em função dos maiores valores do *Comparative Fit Index* (CFI), da menor magnitude (inferior a 0.05) dos resíduos entre a matriz ajustada pelo modelo e a estrutura original dos dados (*Standardized Root Mean Square Residual* - SRMR), e do modo como o melhor modelo é um reprodutor “fiel” do verdadeiro modelo na população (*Root Mean Square Error of Approximation* - RMSEA, que deve ser inferior a 0.05). Um explicação detalhada destes índices pode ser encontrada em Mueller (21).

2 – Resultados e Discussão

Os resultados das estatísticas descritivas nos 6 pontos de observação estão referenciados na Tabela 2, em que é bem evidente a violação do pressuposto da normalidade das distribuições em cada ponto do tempo. Acrescenta-se, também, que os valores medianos aumentam até aos 16.7 anos, para depois decrescerem.

Tabela 2. Mediana (Me), média (M), desvio padrão (Dp), assimetria (G1) e achatamento (G2) das horas de prática desportiva nos seis momentos de observação.

Anos	Me	M	Dp	G1	G2
12.7	2.33	3.33	3.34	1.64	3.63
13.6	2.83	3.64	3.37	1.41	2.15
14.6	3.33	4.08	3.33	1.50	2.86
15.7	4.00	4.88	4.01	1.49	2.73
16.7	4.33	5.10	3.97	1.30	1.88
17.7	3.88	4.86	4.07	1.19	1.23

As principais estatísticas referentes ao ajustamento dos diferentes modelos estão na Tabela 3

Tabela 3. Valores das estatísticas de ajustamento global dos 6 modelos quasi-simplex para o *tracking*

Modelos	χ^2	G1*	p	CFI	RMSEA
Modelo 1	461.81	15	0.000	-	-
Modelo 2	4.72	6	0.581	1.00	0.00
Modelo 3	5.66	9	0.774	1.00	0.00
Modelo 4	20.43	14	0.117	0.99	0.04
Modelo 5	18.49	11	0.071	0.98	0.04
Modelo 6	444.25	17	0.000	0.04	0.26

* graus de liberdade

O modelo 1, tal como o modelo 6 são, formalmente, rejeitados face ao elevado valor de χ^2 e de p. Dos 4 restantes, os modelos mais plausíveis, face ao baixo valor de χ^2 e elevado valor de p, são o modelo 2 e o 3. Contudo, optamos pelo modelo 2 que é bem mais interessante que o modelo 3 pelo fato de ser bem menos constrangedor no que se refere à circunstância de assumir a mesma variância erro no tempo, ou seja, que a fiabilidade das respostas é a mesma nos 6 pontos do tempo.

Com base no modelo retido (o modelo 2), vamos apresentar os valores dos seus parâmetros fundamentais.

Tabela 4. Estimativas pontuais dos parâmetros mais importantes do modelo 2

Atividade Física	
Coefficiente de estabilidade (β_{ji})	
12.7-13.7	0.78
13.7-14.6	0.91
14.6-15.6	0.90
15.6-16.7	0.80
16.7-17.7	0.86
Variância explicada (R^2)	
12.7-13.7	0.59
13.7-14.6	0.65
14.6-15.6	0.67
15.6-16.7	0.63
16.7-17.7	0.67
Instabilidade na variância (ζ_i)	
12.7-13.7	0.41
13.7-14.6	0.35
14.6-15.6	0.43
15.6-16.7	0.37
16.7-17.7	0.31

A dependência estrutural de estabilidade dos valores da atividade física de qualquer momento para o momento imediatamente anterior é bastante elevada, superior a 0.78 (relembramos que o valor máximo é de 1.0). A variância residual referente à instabilidade nas trajetórias intraindividuais nas diferenças que ocorrem entre sujeitos é baixa a moderada, evidenciando que o sistema não é estacionário, ou seja, há sujeitos cujos valores de atividade física não são, exclusivamente, condicionados pelos valores anteriores, isso reflete a variação na estrutura da estabilidade na ordenação ou posição relativa dos sujeitos entre si. Só assim poderemos entender que os valores de variância explicada sejam entre 59% e 67%.

Do modelo considerado como mais plausível, é também possível construir uma matriz de auto-correlação (entendida aqui como matriz de coeficientes de *tracking*) corrigida para a presença de variância-erro.

Tabela 5. Valores de *tracking* (auto-correlações) não atenuados por erros de medição

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
F1	1.00					
F2	0.77	1.00				
F3	0.62	0.80	1.00			
F4	0.46	0.61	0.75	1.00		
F5	0.37	0.48	0.60	0.79	1.00	
F6	0.31	0.40	0.49	0.66	0.83	1.00

É evidente que a magnitude destes coeficientes de *tracking* é bem mais elevada do que os reportados na Tabela 1, uma vez que estes últimos não estão corrigidos pelas estimativas de fiabilidade, sendo sempre sub-estimativas dos reais valores do *tracking*.

Este trabalho pretendia estudar o *tracking* da atividade física durante a adolescência, bem como apresentar um procedimento distinto para analisar dados de estrutura longitudinal balanceados no tempo. Ainda que as pesquisas anteriores sobre o *tracking* tenham abordado a matéria de um modo substantivo no domínio da atividade física, e das suas implicações no domínio da saúde pública e da implementação de políticas de intervenção comunitária, o fato é que a sua abordagem analítica “enferma” de algumas insuficiências. A circunstância de lidarem com amostras de baixa dimensão ($n < 150$ sujeitos) que limita a precisão das estimativas dos parâmetros, bem como a generalização dos resultados. As estatísticas descritivas usadas para o *tracking* estão contaminadas por erros de medição que podem, ou não, estar correlacionados no tempo. Daqui que os valores reportados sejam sempre subestimados.

As estatísticas mais comumente referidas são os coeficientes de correlação de Pearson ou Spearman, que nada mais são do que estatísticas descritivas que não implicam qualquer noção de dependência estrutural, como é o caso genérico de qualquer modelo de regressão. Em contrapartida, o recurso à MEC nos modelos quasi-simplex é bem mais relevante do que o simples cálculo de r dado implicarem: a possibilidade de se formularem diferentes modelos para a mesma estrutura dos dados e verificar a sua plausibilidade; a estimação dos parâmetros do modelo ser simultânea, porque utiliza algoritmos interativos; a vantagem

de recorrer a métodos robustos de estimação face à circunstância da maior parte das distribuições de valores de atividade física evidenciar assimetria; providenciarem coeficientes estruturais de estabilidade, bem como os seus erros padrão; apresentarem valores de variância explicada de cada equação estrutural em cada ponto do tempo; estimar a instabilidade nas trajetórias individuais e providenciar auto-correlações (*tracking*) corrigidos para erros de medição.

É difícil comparar a totalidade dos resultados obtidos no modelo quasi-simplex de natureza auto-regressiva (modelo 2) com a informação disponível na literatura sobre o *tracking* da atividade física, face não só à sua diversidade metodológica, como à operacionalização da atividade física, normalmente questionários distintos que usam quer estimativas de Kcal dispendidas, METS, contagens, ou uma quantidade numa escala contínua sem qualquer referência a uma medida de dispêndio energético. Contudo, parece-nos da maior importância salientar o seguinte conjunto de pontos:

- os dados desta pesquisa estão datados no tempo, 1980. É evidente que as estruturas sociais e comportamentais de diferentes estratos da população belga flamenga podem evidenciar um dinamismo, que desconhecemos, relativamente aos hábitos de prática desportiva. Contudo, importa salientar que a informação proveniente das estatísticas oficiais não registra qualquer alteração substancial na prática desportiva dos adolescentes de 1980 a 2000. Acrescentamos, ainda, que não é do nosso conhecimento qualquer publicação sobre tendência secular nos hábitos de atividade física que tenha investigado informação longitudinal verdadeiramente defasada no tempo (i.e. com 30, 50 ou 100 anos).
- em segundo lugar, destacamos a informação disponível na pesquisa presente – número de horas de prática desportiva independentemente do tempo e prática de atividades físicas realizadas no contexto da Educação Física escolar. É inequívoco que a noção de atividade física é bem mais ampla e multifacetada do que o indicador considerado (20), no entanto, não deixa de ser importante referir que a prática desportiva formal corresponde a um comportamento socialmente relevante e de universalidade cultural. Daqui que a maior parte da população adolescente se reveja nesta prática, ainda que não esgote a totalidade do espectro de possibilidades de manifestação da atividade física.
- a adolescência é um período marcado por fortes alterações de natureza somática e motora, bem como de valores e atitudes relativamente ao corpo e à saúde. O desporto assume um papel agregador muito relevante e, psicologicamente gratificante, pela possibilidade de um forte ludismo, socialização inigualável e de aprendizagem de papéis culturalmente importantes – cooperação, liderança, espírito de sacrifício, etc, daqui que tenha sido importante a operacionalização da noção de atividade física neste indicador no intervalo de idade considerado. É também

provável que os valores do *tracking* obtidos estejam condicionados pelo critério utilizado para operacionalizar os hábitos desportivos que tendem a evidenciar maior estabilidade que operacionalizações mais abrangentes e subjectivas da atividade física.

- tal como referimos anteriormente, a maior parte da pesquisa disponível sobre o *tracking* apresenta coeficientes de correlação de Pearson (17) ou de Spearman (35), Kappa de Cohen (25), ou valores obtidos no procedimento do *generalised estimation equations*, GEE, (32). Daqui que se torne algo difícil a comparação dos resultados face à disparidade de estatísticas utilizadas. Por exemplo, Twisk *et al.* (33) estudaram a estabilidade/*tracking* da atividade física de 181 sujeitos do sexo masculino dos 13 aos 27 anos de idade, embora só tenham registos de 6 pontos do tempo. O recurso ao GEE produziu um coeficiente de estabilidade de 0.34 (intervalo de confiança =0.19;0.49). Apesar da relevância e elegância do estudo, e da sugestão da baixa estabilidade da atividade física, há que referir: (1) a ausência de clarificação das noções de estabilidade e *tracking*, bem como da sua diferenciação numérica, o que é possível no modelo quasi-simplex; (2) a ausência de informação sobre a qualidade do modelo considerado pelos autores em termos de R² ou outro qualquer indicador; (3) a impossibilidade em testar, para os mesmos dados, modelos alternativos do fenómeno quer da estabilidade quer do *tracking*.
- Pate *et al.* (26) estudaram o *tracking* em crianças dos dois sexos (idade=10.7±0.7) durante 3 anos, i.e., no período do 5º para o 7º ano de escolaridade. O recurso ao coeficiente de correlação intraclasse providenciou um R entre 0.63 e 0.68 para a totalidade das Kcal dispendidas, atividade física vigorosa ou moderada. Estes valores moderados estão em nítido contraste com os de Twisk *et al.* (33), embora este último possua um intervalo mais dilatado no tempo, contendo o período da adolescência e o início de estado adulto. Talvez seja por este motivo que o valor de $\beta=0.34$, e que seja explicado por alterações substanciais no estilo de vida, motivações para a atividade física e relações com o corpo que não são evidentes em crianças de 10 anos. Resultados semelhantes aos de Pate *et al.* (26) foram referidos por Janz *et al.* (8) ao investigarem o *tracking* de adolescentes dos dois sexos durante 5 anos. Ainda que a atividade física tenha sido estimada a partir da frequência de eventos produtores de forte transpiração, o valor de r de Spearman foi de 0.52 do 5º para o 4º ano de estudo, de 0.52 relativamente ao 3º ano, 0.36 para o 2º ano e 0.32 para o 1º ano de estudo. O resultado de 0.32 corrobora a sugestão de Twisk *et al.* (33) que o *tracking* é baixo.

- a revisão mais atualizada da literatura do *tracking* da atividade física foi realizada por Malina (17), em que do ponto de vista operativo considera *tracking* baixo valores de auto-correlação <0.30, e moderadas entre 0.31 e 0.60. Contudo, o autor não apresentou qualquer justificativa para estes valores de corte. A maior conclusão da revisão é que o *tracking* é baixo a moderado. Salienta, também, que os valores obtidos são influenciados por alguns fatores quase nunca considerados pelos autores como sejam a idade do primeiro registro, a variabilidade biológica de curta duração, a variabilidade e erros de medição, bem como atitudes e alterações nos valores relativos à atividade física em geral, e à prática desportiva formal em particular.
- a única pesquisa que localizamos sobre o *tracking* e que tenha recorrido a um modelo semelhante ao apresentado nesta pesquisa é o de Telama et al. (30), ao seguir de forma longitudinal-mista 3 *cohortes* de sujeitos dos 9 aos 18 anos de idade, cada uma das quais com 3 anos de registro. Os valores de *tracking* encontrados nos 3 anos de cada *cohortes* variavam entre 0.50 e 0.80, enquanto que os valores da estabilidade se situavam em torno de 0.70. Este valor é inferior ao nosso, dado que os resultados de β estão entre 0.70 e 0.91, enquanto que o *tracking* variou entre 0.31 e 0.83, mas a nossa pesquisa considera 6 anos de registro e a de Telama et al. (30) apenas 3 anos.

Um dos pressupostos da importância da implementação de programas de promoção da atividade física e de outros comportamentos associados à saúde (por ex. hábitos tabagísticos e alimentares) nas crianças e jovens é de que estes comportamentos de risco exibem estabilidade ao longo do tempo.

Os resultados da presente investigação realçam a necessidade e a oportunidade da implementação de programas de promoção de hábitos de atividade física nas crianças e jovens, já que indicam que estes hábitos se mantêm relativamente estáveis durante ao longo da adolescência. Também durante a infância parece haver *tracking* na atividade física. De fato, Pate et al. (25) demonstraram que a atividade física apresenta *tracking* durante a infância. Fica, no entanto, por esclarecer se haverá *tracking* da infância à idade adulta.

Na realidade, o período entre a infância e idade adulta, é um período de tempo bastante longo, no qual, sobretudo durante a fase pubertária, ocorrem alterações importantes e marcantes nas crianças e jovens, tanto em nível somático como comportamental, sendo esta apontada como o período em que se dá início do declínio da atividade física (31), o que torna plausível que ocorram alterações de comportamentos e atitudes para com a atividade física, podendo, portanto, o *tracking* ser afetado com estas alterações. O fato de existirem diferenças interindividuais no momento de início da puberdade pode também condicionar a existência de *tracking* da infância à adolescência.

Conclusões

Em conclusão, há salientar dois aspectos fundamentais – um de natureza metodológica e outro mais substantivo. O primeiro reside na vantagem do uso de modelos quasi-simplex auto-regressivos para pesquisar o fenômeno do *tracking* da atividade física, não só pela sua flexibilidade, riqueza de informação numérica e testagem de hipóteses alternativas para descrever e interpretar o fenômeno. O segundo mostra a elevada estabilidade da atividade física considerada ano-a-ano, o *tracking* moderado dos seus valores na adolescência e os baixos a moderados resultados da instabilidade intraindividual nas diferenças que ocorrem entre os sujeitos em cada ponto do tempo. Estes últimos aspectos, devem ser objeto de forte consideração pelos responsáveis pela implementação de programas de atividade físico-desportiva na adolescência, por forma a proporcionar não só maior adesão, fruto de um forte ludismo e experiências gratificantes de sucesso na prática, mas também a necessidade de envolvimento conjunto da família e outros significantes dos jovens.

Referências Bibliográficas

- 1) ANDERSEN, L. B. Tracking of risk factors for coronary heart disease from adolescence to young adulthood with special emphasis on physical activity and fitness. *Dissertação de doutoramento, Danish State Institute of Physical Education of University of Copenhagen*, 1996
- 2) BAUMGARTNER, R. N. e ROCHE, A. F. Tracking of fat pattern indices in childhood: the Melbourne Growth Study. *Human Biology*. 1988; 4:549-567.
- 3) BIJLEVELD, C. C. J. H. et al. Longitudinal Data Analysis. Designs, Models and Method. *Thousand Oaks: Sage Publications*, 1998.
- 4) BLAIR, S. N, KAMPERT, J. B, KOHL, III H. E. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*. 1996; 276: 205-210.
- 5) BOLLEN, K. A. Structural Equation with Latent Variables. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1989.
- 6) BOUCHARD, C.; SHEPHARD, R. J.; STEPHENS, T (eds.). Physical Activity, Fitness, and Health: International Proceedings and Consensus Statements. *Champaign: Human Kinetics*, 1994.
- 7) GLENMARK, B, HEDBERG, G, JANSSON, E. Prediction of physical activity level in adulthood by physical characteristics, physical performance and physical activity in adolescence: an 11-year follow-up study. *European Journal of Applied Physiology*. 1994; 69:530-538.
- 8) JANZ, K. F, DAWSON, J. D, MAHONEY, L. T. Tracking physical fitness and physical activity from childhood to adolescence: the Muscatine study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000; 7: 1250-1257.
- 9) JÖRESKOG, K. G. A general approach to confirmatory maximum likelihood factor analysis. *Psychometrika*. 1969; 34:183-202.

- 10) JÖRESKOG, K. G. Estimating and testing of simplex models. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*. 1970; 23:121-145.
- 11) JÖRESKOG, K. G, SÖRBOM, D. Lisrel 7. User's Reference Guide. Chicago; *Scientific Software International*, 1989.
- 12) JÖRESKOG KG, SÖRBOM D. Lisrel 8: User's Reference Guide. Chicago: *Scientific Software International*, 1996.
- 13) KELDER, S. H.; BERRY, C. L.; KLEPP, K-I, LYTLE, L.L. Longitudinal Tracking of Adolescent Smoking, Physical Activity, and Food Choice Behaviours. *American Journal of Public Health*. 1994; 84:1121-1126.
- 14) KOWALSKI, C. J.; SCHNEIDERMAN, E. D. Tracking: concepts, methods and tools. *International Journal of Anthropology*. 1992; 7:33-50.
- 15) MAIA, J. A. R. et al. A estabilidade da aptidão física. O problema, essência analítica, insuficiências e apresentação de uma proposta metodológica baseada em estudos de painel com variáveis latentes. *Revista Movimento*. 1998; 9:58-79.
- 16) MAIA, J. A. R. et al. Tracking of physical fitness during adolescence: a panel study in boys. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001; 33:765-771.
- 17) MALINA, R. M. Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1996; 3: 48-57.
- 18) MARCOULIDES, G. A. E SCHUMACKER, R. E. Advanced structural equation modeling. issues and techniques. *Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates*, 1996
- 19) MARSH, H. W. E GRAYSON, D. Longitudinal stability of latent means and individual differences: a unified approach. *Structural Equation Modeling*. 1994; 1:116-145.
- 20) MONTOYE H. J. et al. Measuring physical activity and energy expenditure. *Human Kinetics: Champaign*, 1986.
- 21) MUELLER, R. O. Basic principles of structural equation modeling. An introduction to LISREL and EQS. *Springer Texts in Statistics*. Nova Iorque: Springer-Verlag, 1986
- 22) MUTHÉN. L. K. E MUTHÉN, B. O. Mplus statistical analysis with latent variables. user's guide. *Los Angeles: Muthén & Muthén*, 2001
- 23) OSTYN, M. et al. Somatic and motor development of Belgian secondary schoolboys. norms and standards. *Leuven: Leuven University Press*, 1980.
- 24) PAFFENBARGER, R. S. et al. Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *New England Journal of Medicine*. 1986; 314: 605-613.
- 25) PATE, R. R. et al. Tracking of physical activity in young children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1996; 1:92-96.
- 26) PATE, R. R. et al. Tracking of physical activity, physical inactivity, and health-related physical fitness in rural youth. *Pediatric Exercise Science*. 1999; 11:364-376.
- 27) ROCHE, A. F. E GUO. S. Tracking: its analysis and significance. *Humanbiologia Budapestinensis*. 1994; 25: 465-469.
- 28) ROSNER, B. et al. Age-specific correlation analysis of longitudinal blood pressure data. *American Journal of Epidemiology*. 1977; 4: 306-313.
- 29) SCHNEIDERMAN, E. D. E KOWALSKI, C. J. Longitudinal Data Analysis. *Release Notes, Version 3.2*. Dallas, 1993.
- 30) TELAMA, R.; LESKINEN, E.; YANG X. Stability of habitual physical activity and sports participation: a longitudinal tracking study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 1996; 6:371-378.
- 31) TELAMA, R. E YANG, X. Decline of physical activity from youth to young adulthood in Finland. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000; 32: 1617-1622.
- 32) TWISK, J. W. R. et al. Factors influencing tracking of cholesterol and high-density lipoprotein: the Amsterdam Growth and Health Study. *Preventive Medicine*. 1996; 25: 355-364.
- 33) TWISK, J. W. R.; KEMPER, H. C. G.; VAN MECHELEN, W. Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease risk factors. *Medicine and Science in Sport & Exercise*. 2000; 8: 1455-1461.
- 34) VAN LENTHE, F. J.; KEMPER, H. C. G.; TWISK, J. W. R. Tracking of blood pressure in children and youth. *American journal of Human Biology*. 1994; 6:389-399.
- 35) VANREUSEL. B. et al. Involvement in physical activity from youth to adulthood: a longitudinal analysis. In: CLAESSENS A, LEFEVRE J, VANDEN EYNDE B (eds.). World-wide variation in physical fitness. *Leuven: Institute of Physical Education, Katholieke Universiteit Leuven*, 1993, p.187-195.
- 36) WARE, J. H. Tracking. In Kotz S, Johnson NL (eds.). *Encyclopedia of Statistical Sciences*. New York: John Wiley & Sons, 1988, 302-305.
- 37) WARE, J. H. e WU, M. C. Tracking: prediction of future values from serial measurements. *Biometrics*. 1981; 37:427-437.