

AS TRAJETÓRIAS DE MUDANÇA NA INVESTIGAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO MOTOR DA CRIANÇA.

Luís Paulo Rodrigues^{1,3} e Vítor Lopes^{2,3}

¹ Escola Superior de Desporto e Lozer - Instituto Politécnico de Viana do Castelo

² Escola Superior de Educação - Instituto Politécnico de Bragança

³ Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)

Resumo

A investigação em desenvolvimento humano em geral, e em desenvolvimento motor em particular, procura focar a sua atenção para as características de mudança nas variáveis de interesse, obrigando necessariamente a delineamentos longitudinais. A dificuldade deste tipo de delineamento de investigação deriva sobretudo da complexidade de ações e interações que diferentes variáveis independentes podem originar ao longo do tempo sobre a mudança de uma ou mais variáveis dependentes. Trata-se assim de perceber efeitos complexos que não se limitam a um momento no tempo, mas antes lidam com características de mudança simultâneas nos preditores e nas variáveis a prever. Neste contexto não é indiferente a forma como entendemos olhar para o fenómeno, principalmente quando queremos torná-lo interpretável. A proposta que trazemos, pontuada por um exemplo da modelação morfológica longitudinal, é a de agruparmos indivíduos com trajetórias semelhantes de mudança numa dada característica, e procurarmos a partir desta unidade de comportamento encontrar a possível coerência das variáveis explicativas.

Palavras-chave

Investigação; desenvolvimento; modelação longitudinal.

Abstract

Research in human development in general, and motor development in particular, focuses on the change characteristics within the variables of interest, requiring longitudinal designs. With this type of research design difficulty derives mainly from the complexity of effects and interactions that independent variables have over time on the change of others, analyzed as dependents. The focus is then to understand complex effects that are not limited to one moment in time, but rather deal with simultaneous change in the characteristics of predictors and/or in the predicted variable(s). In this context it is not indifferent how we look at the phenomenon, especially when we want (and this is always the intention of the research) to make it interpretable. The proposal we bring, punctuated by an example of morphological longitudinal modeling, is to group together individuals with similar trajectories of change in a given characteristic, and using this behavioral cluster, to find the consistency within the explanatory variables.

Key-words

Research; development; longitudinal modeling

INTRODUÇÃO

Na tentativa de obter dados fiáveis para responder às perguntas mais características dos estudos em desenvolvimento motor (o que muda? como muda? o que provoca a mudança? como a podemos prever?), o estabelecimento de estudos longitudinais parece ser uma necessidade lógica. No entanto, a possibilidade de olharmos

diretamente a mudança através de dados repetidos no tempo está-nos vedada pela nossa própria capacidade de análise e generalização. Se assim não fosse a nossa simples observação "in vivo" tornar-nos-ia capazes de a perceber na totalidade. Precisamos por isso de nos munirmos de instrumentos metodológicos de observação e análise que nos permitam avaliar e interpretar as características da mudança.

Se é certo que as melhorias tecnológicas, técnicas e científicas nos têm permitido avançar imenso na objetividade, rigor e qualidade das medidas, no delineamento metodológico dos processos experimentais, e na capacidade de análise e indução dos resultados, também é certo que obrigam o investigador a um esforço redobrado de focagem na natureza simples do fenómeno de mudança, sob risco de perdermos de vista o que é essencial.

Neste exemplo ilustrativo vamos utilizar uma série longitudinal de dados de percentagem de massa gorda (%MG) e de aptidão física (ApF). Os dados pertencem ao Estudo Morfofuncional da Criança Vianense e referem-se a quatro momentos anuais de recolha relativos aos quatro primeiros anos de escolaridade obrigatória. Numa aproximação explicativa derivada do modelo de Stoden et al (2008), procura-se perceber as contingências das mudanças de percentagem de massa gorda (%MG) ao longo do crescimento, bem como explorar a possibilidade de elas poderem ser parcialmente explicadas pelas mudanças na ApF das crianças {abdominais em 60 seg (ABD); tempo de suspensão na barra (TSB); salto em comprimento a pés juntos (SC); corrida de 50 m (C50m); shuttle run (SHR); e corrida de resistência (PACER)}.

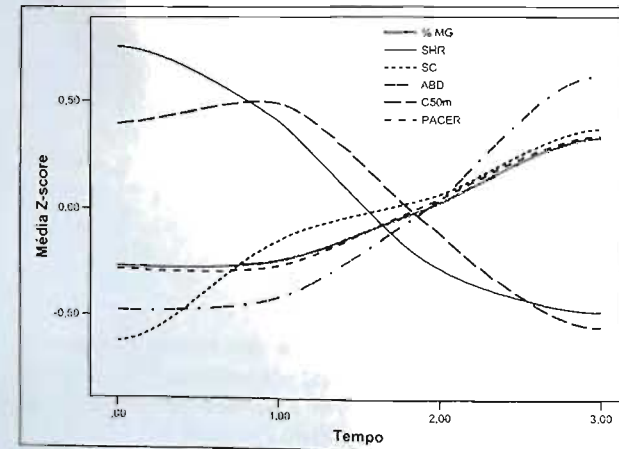


Figura 1: Trajetórias dos valores médios (em Z-score) dos teste de ApF e da %MG nos quatro momentos testados. (ABD: abdominais 60 seg; TSB: tempo de suspensão na barra; SC: salto em comprimento a pés juntos; C50m: corrida de 50 m; SHR: shuttle run; PACER: corrida de resistência)

ANÁLISE DAS MUDANÇAS MÉDIAS

Uma primeira forma de “olhar” para os resultados será certamente verificar o que “acontece” ao longo dos quatro momentos com as médias das variáveis analisadas. Depois de transformadas todas as variáveis em Z-scores, a imagem da figura 1 parece indicar claramente que ao longo dos quatro anos existe um aumento da %MG, acompanhada de uma melhoria na generalidade das provas de ApF. Esta configuração média parece sugerir que apesar de as crianças melhorarem a ApF ao longo deste período de crescimento, sofrem ao mesmo tempo uma diminuição da aptidão morfológica, por aumento da adiposidade.

ANÁLISE CORRELACIONAL

Vejamos então o que acontece quando passamos a analisar as correlações existentes entre a %MG e cada uma das provas de ApF em cada um dos quatro momentos (quadro 1). Na generalidade encontramos correlações significativas mas de grandeza baixa a moderada entre as provas de ApF e a %MG. Para além disso percebemos que parece existir uma tendência para a força desta relação crescer de ano para ano. A leitura destes resultados contrasta com os anteriores (das médias) já que indicam que a relação existente dentro da variabilidade inter-individual é sobretudo no sentido de as crianças com menor %MG terem melhores resultados nas provas de ApF, e vice-versa.

Quadro 1. Correlações entre a %MG e os testes de ApF nos quatro momentos testados.

Tempo	Shuttle Run	Salto Comprimento	ABD 60 s	Corrida 50 m	PACER
0	0,33 *	-0,38 *	-0,09	0,37 *	-0,39 *
1	0,21 *	-0,34 *	-0,24 *	0,29 *	-0,38 *
2	0,31 *	-0,42 *	-0,33 *	0,41 *	-0,47 *
3	0,41 *	-0,44 *	-0,36 *	0,44 *	-0,51 *

* Correlação significativa ao nível $p < .001$

ANÁLISE LONGITUDINAL DOS EFEITOS MÉDIOS

Na perspetiva longitudinal de análise dos dados podemos usar uma técnica de regressão linear hierárquica que nos permite encontrar características da mudança média (efeitos fixos -na origem e declive médios), mas também avaliar a variabilidade presente nas trajetórias individuais (efeitos aleatórios - variância na origem e no declive).

Neste caso poderemos modelar os efeitos das mudanças nas diferentes provas de ApF na mudança da nossa variável de interesse: a %MG. Para começar vamos olhar para as trajetórias individuais do crescimento da %MG ao longo dos quatro anos (exemplo na figura 2).

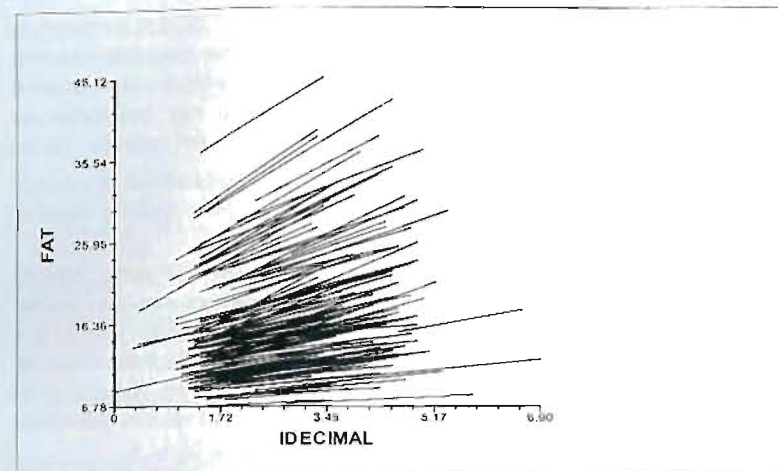


Figura 2: Exemplo das trajetórias individuais de mudança da %MG.

Perante a existência de trajetórias individuais tão variadas (variância declives=1.47; $\chi^2(506)=1178.4$; $p=0.000$) trata-se de verificar como a inclusão dos preditores (provas ApF) poderá ajudar a explicar estas diferenças, minimizando o erro associado. De facto, os resultados expostos no quadro 2 são já um enorme avanço explicativo relativamente às análises anteriores.

Quadro 2. Coeficientes relativos à testagem das variáveis de ApF como predictoras da mudança na %MG.

Efeitos Fixos	Coefficiente	Valor aprox. p
Baseline	9.695659	< 0.001
IDADE	2.742845	< 0.001
TSB	-0.037036	< 0.001
SCP	-0.041591	< 0.001
SHR	0.253771	< 0.039
C50M	0.454744	< 0.001
CVV	-0.042388	< 0.001

Os coeficientes representam para cada preditor a mudança esperada na %MG por cada unidade de mudança no respetivo preditor ao longo dos quatro anos. Percebe-se agora, de forma muito clara, que mudanças positivas nos resultados das provas de ApF predizem mudanças positivas (diminuição) na acumulação de percentagem de gordura corporal. No entanto, esta forma de analisar os dados longitudinais evidencia ainda a existência de uma grande e significativa quantidade de variância inexplicada ao nível das

trajetórias (declives) dos sujeitos (variância declives=1.17; χ^2 (505) = 1014.7; $p=0.000$), o que quer dizer que esta aproximação aos efeitos médios da ApF sobre a %MG é ainda insuficiente. A valorização dos efeitos médios, embora importante não permite compreender o fenômeno na sua totalidade. A diferenciação das trajetórias de crescimento da %MG observadas nestas crianças continua, em grande parte, inexplicada.

ANÁLISE DOS PADRÕES DE MUDANÇA

Propomos uma nova abordagem ao problema. Uma abordagem que parta, não da análise média que interpreta todos as mudanças no desenvolvimento e os seus efeitos como iguais para todas as crianças, mas que olhe para grupos (clusters) de crianças que apresentem os mesmos padrões nos seus comportamentos de mudança. Para tal, utilizando a variável que queremos estudar (%MG) começaremos por encontrar as equações individuais da mudança média para cada criança, ou seja os valores individuais de declive. A representação da sua distribuição na amostra é feita na figura 3.

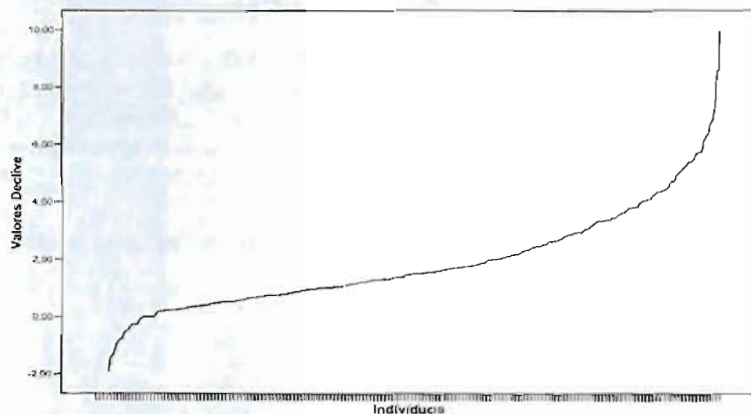


Figura 3: Distribuição dos valores de declives das trajetórias individuais de mudança da %MG.

Uma grande percentagem de crianças apresenta mudanças muito semelhantes no crescimento anual da sua massa gorda (porção central), enquanto nas extremidades encontramos aqueles que aumentam muito pouco ou mesmo diminuem (porção do lado esquerdo do gráfico), e aqueles que depositam anualmente maior quantidade de adiposidade (extremidade do lado direito do gráfico). Procedemos de seguida à divisão destes valores em intervalos quartílicos e agrupamos os dois quartis centrais para formarmos três grupos diferenciados: os que aumentam pouco de %MG (Mudança Lenta); os que demonstraram um aumento mediano (Mudança Média); e os que foram mais pródigos em acrescentar MG (Mudança Rápida). Testamos formalmente o modelo

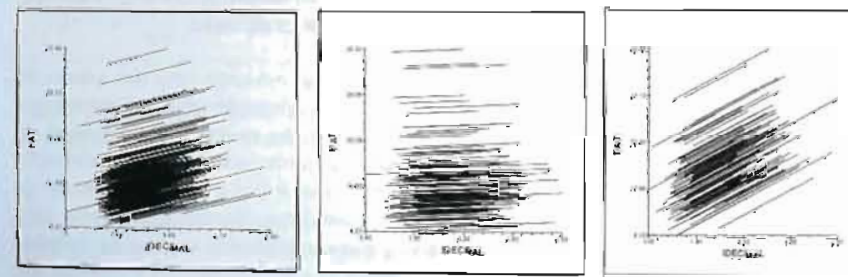
de crescimento da %MG, agora introduzindo a particularidade destes três grupos se diferenciarem entre eles relativamente aos valores de declive. Os resultados (Quadro 3) mostram os efeitos robustos médios de cada ano (Idade) de acordo com os grupos testados.

Quadro 3. Coeficientes relativos aos valores médios de mudança por ano e por grupo testado (mudança lenta, média, e rápida).

Efeitos Fixos	Coefficiente	Valor aprox. p
Baseline	12.111090	< 0.001
IDADE x Mudança Lenta	0.278979	< 0.001
IDADE x Mudança Média	1,541434	< 0.001
IDADE x Mudança Rápida	4,173345	< 0.001

Estes valores revelaram-se significativamente diferentes para cada grupo testado, e o mais relevante é que a variância erro relativa aos declives das trajetórias revelou-se desprezível (variância declives=0.04; χ^2 (504)= 332.8; $p>.500$) e não significativa. Na prática isto quer dizer que a variabilidade das trajetórias de mudança na %MG dentro de cada grupo se revelou praticamente nula. Todas as crianças dentro de cada um destes três grupos seguiram trajetórias idênticas de mudança nos seus valores de %MG ao longo destes quatro anos; e são por sua vez distintas das crianças dos outros grupos. Isto mesmo é visível na figura 4 onde são traçadas as trajetórias reais de cada criança em cada grupo.

Figura 4. Trajetórias individuais (declives) para o conjunto de crianças que mostraram mudanças lentas, medianas e rápidas de %MG.



Obtivemos assim três grupos de crianças cujos padrões de mudança na acumulação de %MG ao longo de quatro anos são semelhantes. Note-se que o que identifica cada grupo de crianças não é o seu valor de %MG em qualquer um dos momentos. Quanto a isso eles serão seguramente bem diferentes dentro de cada grupo, como se pode facilmente constatar pela dispersão de valores ao longo do eixo das ordenadas (%MG). O que identifica, agrupa, estas crianças é que elas tiveram exatamente o mesmo padrão de

mudança relativamente à %MG. Podemos por isso passar a usar como unidade de tratamento, e de análise, estes três padrões de trajetórias de mudança e debruçar sobre eles o nosso enfoque explicativo. Para justeza do argumento vamos tentar esclarecer se realmente o tipo de mudança (lenta, média, ou rápida) da %MG se relaciona com o estado morfológico no final dos quatro anos estudados. Como é visível pela figura 4 essa relação é óbvia, principalmente quando verificamos que 71% das crianças que apresentaram uma trajetória de mudança rápida são classificadas com excesso de peso ou obesidade no final do 4º ano, enquanto 85% do grupo de mudança lenta, e 81% do de mudança média, possuem um peso normal. De facto, as crianças que tiveram uma trajetória de mudança de %MG rápida demonstraram um risco médio catorze vezes mais elevado de terem excesso de peso ou obesidade no final dos quatro anos do 1º ciclo do ensino básico (OR= 14.1; IC95%= 6.0 a 32.7)

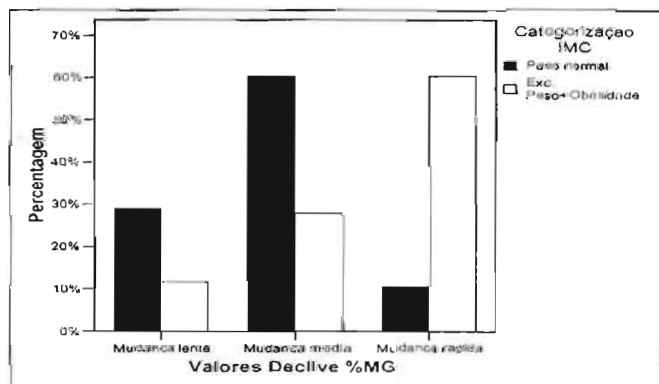


Figura 5: Percentagem de crianças classificadas como normoponderais e com excesso de peso ou obesidade, por padrão de trajetória de mudança de %MG.

O mesmo procedimento foi aplicado às mudanças obtidas em cada uma das provas de aptidão física, constituindo assim três grupos de padrões homogêneos de mudança que classificamos como mudança negativa; de manutenção, ou de melhoria no nível de prestação (figura 5). A nossa próxima sugestão será portanto utilizar esta aproximação para abordar o nosso problema, agora reformulado: como é que o padrão de mudança na ApF pode influenciar o padrão de mudança na %MG? Para tentar responder a esta pergunta utilizamos uma técnica de regressão logística multinomial em que os padrões de mudança da %MG constituem variável dependente, e os padrões de mudança nos testes de ApF, variáveis predictoras. Obtivemos assim as razões de probabilidade (*odds ratio*) que nos explicam qual a probabilidade acrescida de pertencer a cada grupo de mudança na ApF comporta para o padrão de desenvolvimento da MG apresentada pelas crianças.

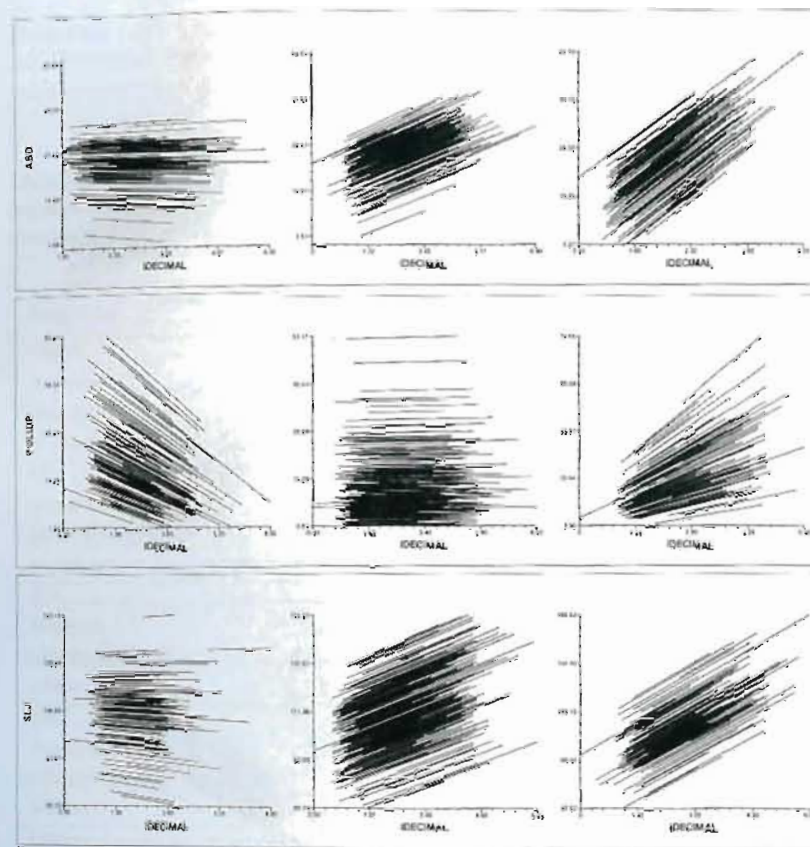


Figura 6. Trajetórias individuais para as crianças que mostraram mudanças negativas, de manutenção e de melhoria nas provas de ABD, TSB e SLJ.

Dos resultados expostos no quadro 4 percebemos que as crianças que mostram um perfil de mudanças negativas (menos aptas) na generalidade das características de ApF, possuem sempre um risco muito mais elevado de possuírem no seu desenvolvimento trajetórias de mudanças obesogénicas (rápidas na sua %MG).

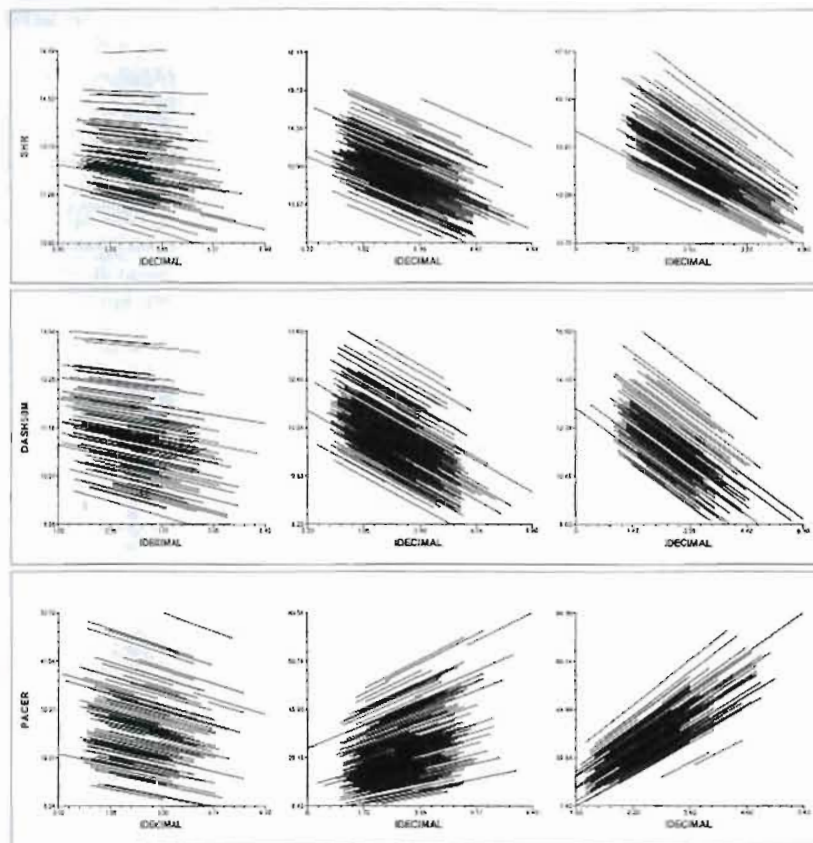


Figura 7. Trajetórias individuais para as crianças que mostraram mudanças negativas, de manutenção e de melhoria nas provas de SHR, C50m e PACER.

CONCLUSÃO

O exemplo que procuramos usar neste artigo tinha como objetivo ilustrar uma forma diferente de olhar para um conjunto de dados longitudinais, espelhando-os em termos das suas tendências ou configurações de mudança. Independentemente do poder explicativo deste procedimento e sendo o desenvolvimento um processo continuado no tempo, utilizar como unidade de análise os padrões de mudanças registados longitudinalmente pode trazer-nos vantagens, sobretudo porque a disposição dos dados torna mais acessível a sua leitura interpretativa.

No entanto não é esse o objetivo último deste texto. Distinguir um conjunto de dados que espelham comportamentos ou resultados diferenciados e uniformes para fazer incidir sobre eles a nossa investigação não constitui certamente inovação de destaque.

Quadro 4. Valores da regressão logística multinomial (odds ratio) dos grupos de mudança na ApF, relativamente à probabilidade de predizerem a pertença ao grupo de mudança rápida %MG (obsogénica)

Trajetórias	Odds Ratio		
	Mudança Rápida (obsogénica)	Mudança Média	Mudança Lenta
PACER			
Negativa	9.4	3.1	
Manutenção	3.1	2.2	1.0 (ref)
Melhoria	1.0 (ref)	1.0 (ref)	
TSB			
Negativa	5.2	2.9	
Manutenção	5.0	1.9	1.0 (ref)
Melhoria	1.0 (ref)	1.0 (ref)	
SCP			
Negativa	3.5	2.1	
Manutenção	----	----	1.0 (ref)
Melhoria	1.0 (ref)	1.0 (ref)	
ABD			
Negativa	2.6	----	
Manutenção	----	----	1.0 (ref)
Melhoria	1.0 (ref)	1.0 (ref)	
C50m			
Negativa	2.9	----	
Manutenção	----	----	1.0 (ref)
Melhoria	1.0 (ref)	1.0 (ref)	
SHR			
Negativa	2.3	----	
Manutenção	----	----	1.0 (ref)
Melhoria	1.0 (ref)	1.0 (ref)	

Estudos retrospectivos com grupos de indivíduos que apresentam prestações de sucesso ou insucesso são até comuns em desenvolvimento motor. No entanto, defendemos que esta nossa sugestão metodológica diverge das habituais, permitindo algumas vantagens na análise interpretativa mas sobretudo na melhoria da perspetiva teórica de abordagem ao fenómeno do desenvolvimento motor.

Do ponto de vista metodológico, desde logo porque sugerimos olhar para a velocidade de mudança como variável marcadora do desenvolvimento, e recorrer às regularidades dessa velocidade de mudança para estabelecer a nossa unidade de análise. Deste modo os diversos preditores não precisam ser interpretados como tendo obrigatoriamente influência unívoca ao longo de todo o espectro de resultados possíveis. Não se trata apenas de podermos aceitar combinações não lineares desses preditores, mas da possibilidade de a velocidade de mudança poder ser influenciada de forma distinta por cada um deles segundo agrupamentos, *clusters* comportamentais relevantes.

Ao mesmo tempo, a possibilidade da existência destes *clusters* significantes poderá traduzir-se numa alteração ou melhoria de paradigma teórico. Será que a velocidade da mudança das variáveis de interesse no desenvolvimento motor poderá assumir características de estabilidade equiparáveis aos pontos de atração descritos na teoria dos sistemas dinâmicos? Numa criança em desenvolvimento o equilíbrio do sistema é o desenvolvimento, é a mudança; logo a expectativa de manutenção desse estado deverá ser colocada na manutenção da velocidade de mudança. Se assim for, a metodologia que apresentamos poderá permitir identificar prováveis candidatos a elementos desestabilizadores do equilíbrio do sistema, acelerando-o ou retardando-o.

Claro que a necessidade de pressupor como verdadeira mudança individual aquilo que são apenas equações de retas médias dos valores individuais constitui uma limitação a esta interpretação. Assim como a necessidade de obtermos valores longitudinais com várias medidas repetidas no tempo. O tempo, e a frequência de amostragem necessária para uma leitura robusta das verdadeiras trajectórias de mudança é por isso um assunto que necessita ser equacionado e que pretendemos retomar no futuro próximo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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