



# Objetividade e fidedignidade do sistema de digitalização manual para o movimento de corrida

Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga<sup>\*</sup>, Gabriela Lovis Black<sup>\*\*</sup>, Marcus Peikriswili Tartaruga<sup>\*\*\*</sup>, Marcelo Coertjens<sup>\*\*\*\*</sup> e Luiz Fernando Martins Kruehl<sup>\*\*\*\*</sup>

## Resumo

É fundamental na análise técnica da pesquisa esportiva o conhecimento das diversas fontes de variabilidade, especialmente avaliando as diferenças intra e inter-avaliadores. A proposta deste estudo foi examinar a objetividade e fidedignidade do processo de digitalização manual em uma seqüência de imagens de corrida entre três avaliadores e entre três digitalizações de um avaliador, e analisar o efeito da filtragem dos dados sobre a variabilidade dos dados (desvio-padrão). Todos os testes de Correlação Intra-Classe apresentaram altos coeficientes de correlação. O processo de digitalização manual é objetivo e fidedigno no movimento de corrida.

Palavras-chave: Objetividade; Fidedignidade, Digitalização Manual, Corrida.

## Abstract

*Un understanding of the different variation sources in experimental sport research is fundamental to technical analysis, especially when comparing the intra- and inter-evaluator differences. The purpose of this study was to examine the objectivity and reliability of manual digitisation process in the analysed sequence of running among three evaluators and among three digitisations of the same evaluator, and analyse the effect of smoothing about the variability (standard deviation). All Intra-Class Correlations showed high correlation's coefficient. This demonstrate that the manual digitisation process is objective and reliable for running movement.*

## Introdução

O estudo do movimento humano muitas vezes requer a gravação e análise do movimento utilizando câmeras de vídeo e/ou câmeras de cinema de 8 e 16 mm (Kerwin & Twigg, 1998). Estudos anteriores têm apresentado dados obtidos de imagens de vídeo cujo acurabilidade foi menor do que aqueles derivados de câmeras de cinema (Shapiro, 1978 e Angulo & Dapena, 1992). Dois fatores têm sido sugeridos para explicar a limitação na acurabilidade do processo de digitalização, a qualidade de imagem e o tamanho do "pixel". Apesar disso, é largamente usada a técnica de filmagem de vídeo na biomecânica esportiva.

Estudos de validação do sistema de vídeo, apesar de extremamente importantes, já foram bastante relatados na literatura (Angulo & Dapena, 1992 e Kerwin & Twigg, 1998). Contudo, na análise dos movimentos esportivos, existe poucas investigações em relação à fidedignidade e a objetividade do processo de digitalização manual do movimento de corrida.

Hopkins (2000), afirma que as variações em medições são comumente chamadas de "erro", mas é importante notar que apenas parte da variação é devida ao erro no sentido de erro tecnológico proveniente do equipamento. De fato, a origem do erro é devido também á variação biológica, em nosso caso particular, o erro de uma digitalização manual em uma mesma seqüência de imagens gravadas de um evento esportivo deve-se bastante ao erro humano no processo de digitalização.



De acordo com Yeadon & Challis (1994) o conhecimento das diferentes fontes de erro na pesquisa esportiva experimental é fundamental na análise técnica, especialmente comparando as diferenças intra (fidedignidade) e inter avaliadores (objetividade). Para Fernandes Filho (1999), a fidedignidade conhecida também como confiança, refere-se à segurança, consistência ou repetibilidade de uma medida ou o grau de concordância dos resultados de um teste em diferentes testagens, utilizando-se para isso o mesmo examinador, os mesmos avaliados e as mesmas condições de aplicabilidade. Conforme Marins & Giannichi (1998), objetividade é o grau de concordância dos resultados de um teste entre diferentes avaliadores.

O objetivo do presente estudo é analisar a objetividade e fidedignidade do processo de digitalização manual em uma seqüência de imagens durante corrida de pista. Além disso, verificar a taxa de variabilidade dos dados e os efeitos da filtragem sobre a variação dos dados.

## Metodologia

Participaram deste estudo 3 avaliadores. Foram digitalizadas sete seqüências de imagens, pelos três operadores, sendo que o avaliador 1 já havia realizado em torno de cem horas de digitalização antes deste estudo, e os avaliadores 2 e 3, haviam feito apenas uma seqüência de digitalização (por volta de dez quadros) durante um curso de operação do sistema de análise do movimento Peak Performance. Cada operador digitalizou três vezes cada seqüência (3 avaliadores x 3 repetições x 7 atletas) usando o sistema Peak Performance vs 5.3. A digitalização iniciou-se sempre no mesmo quadro da imagem pré-determinada pelos avaliadores.

A cinemática do movimento de corrida foi registrada por vídeo. A filmagem em duas dimensões (2-D), foi realizada com uma câmera fixa (marca Punix F-4), distante 6,5 metros do atleta, ligada a um sistema de vídeo (Peak Performance vs 5.3) com fita de vídeo super VHS, com uma velocidade de aquisição de 60 quadros por segundo. Para um melhor contraste dos pontos a serem digitalizados, utilizou-se fitas reflexivas nas articulações do quinto metatarso, tornozelo, joelho, quadril, ombro e ponto anatômico da cabeça, utilizando o modelo criado para este fim (figura 1). Todas as coordenadas foram filtradas através de um filtro de passa-baixa, rápida de Fourier com freqüência de corte de 4 Hz.

## Análise estatística

Do total de sete seqüências de imagens digitalizadas três vezes pelos três avaliadores, uma seqüência foi sorteada com suas três digitalizações feitas por avaliador. Para verificar a fidedignidade (capacidade do sistema de avaliação ser utilizado, na mesma seqüência de imagens, em momentos diferentes e apresentar o mesmo resultado) utilizou-se o coeficiente de correlação intra-classe ( $p < 0,05$ ). O mesmo teste estatístico foi utilizado para determinar a objetividade (capacidade do sistema de avaliação ser utilizado por indivíduos dife-

rentes e apresentar as mesmas respostas) do processo de digitalização manual (Hopkins, 2000). Para determinar a objetividade foi escolhido por sorteio, um trabalho de digitalização de cada avaliador. Organizou-se todos os dados de posição linear e angular, ordenados pela seqüência dos pontos anatômicos do modelo espacial (figura 1). O pacote estatístico utilizado foi o SPSS versão 8.0.

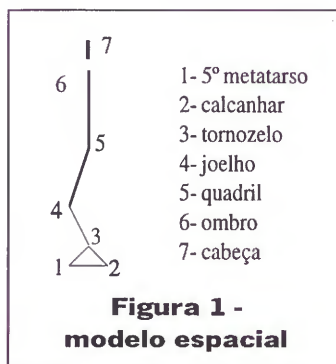


Figura 1 - modelo espacial





## Resultados

Os resultados de fidedignidade e objetividade estão nas tabelas 1 e 2. Todos os coeficientes de correlação ( $R$ ) foram bastante altos, tanto para a objetividade quanto para a fidedignidade.

Também pode-se observar que os coeficientes de correlação não sofreram efeito da maior experiência do avaliador 1 em relação aos avaliadores 2 e 3, o que nos leva a considerar que a experiência não determina o comportamento da objetividade e fidedignidade do processo de digitalização manual. Entretanto Janura & Vaverka (1994), demonstraram que a experiência é um fator importante para a objetividade do processo de digitalização manual.

Não obstante, há de se salientar que, assim como o avaliador 1, os avaliadores 2 e 3 realizaram um curso. Provavelmente os altos índices de correlação encontrados neste estudo seja devido ao fato, que os três avaliadores antes da coleta de dados tenham realizado um curso teórico e prático do sistema de vídeo Peak Performance com carga horária de 45 horas. Janura & Vaverka (1994) apontam para a importância do conhecimento do sistema de digitalização e um bom treinamento do avaliador.

Figura 2 - Desvio padrão dos quadros de posição linear (resultante), do ponto anatômico do tornozelo e quadril, com os dados brutos e filtrados.

Em relação a variação dos dados de posição linear dos pontos anatômicos do tornozelo e

Figura 2

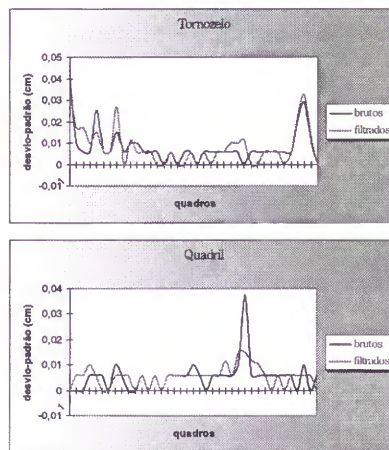
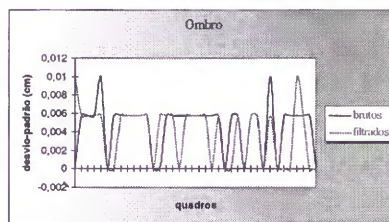


Figura 3



quadril (figura 2), e ombro (figura 3), observa-se que o filtro nem sempre auxilia na remoção do erro proveniente do fator humano, apesar da utilização de um filtro baixo no presente estudo, este comportamento também foi encontrado em um estudo do movimento de corrida com barreiras desenvolvido por Salo *et al.*, (1996).

Figura 3 - Desvio padrão dos quadros de posição linear (resultante), do ponto anatômico do tornozelo e quadril, com os dados brutos e filtrados.

## Conclusão

A fidedignidade e objetividade do processo de digitalização manual neste estudo foram

bastante satisfatórias, isto é, na aplicação prática, este processo vem a ser objetivo e fidedigno. Contudo a análise subjetiva da variabilidade da posição de alguns pontos anatômicos

Tabela 1 – Coeficientes de correlação intra-classe e probabilidades

Fidedignidade	Posição Linear		Posição Angular	
	R	P	R	P
Avaliador 1	0,999954	0,00001	0,999666	0,00001
Avaliador 2	0,999944	0,00001	0,9869567	0,00001
Avaliador 3	0,992100	0,00001	0,9986800	0,00001

Tabela 2 – Coeficiente de correlação intra-classe e probabilidade

	Posição Linear		Posição Angular	
	R	P	R	P
Objetividade	0,996402	0,00001	0,9991354	0,00001



nos dá subsídios para afirmar que é necessária uma maior atenção a escolha do filtro para diminuir o erro proveniente das altas frequências

A fidedignidade e objetividade do processo de digitalização manual neste estudo foram bastante satisfatórias, isto é, na aplicação prática, este processo vem a ser objetivo e fidedigno.



confiáveis para atletas e técnicos, no qual este é o principal objetivo da pesquisa aplicada relacionada ao esporte de rendimento.

que não fazem parte do movimento humano estudado.

Baseado neste estudo, pode-se afirmar que este tipo de digitalização é um método aplicável na análise da técnica de atletas corredores, e que os pesquisadores com este método, estão habilitados para dar respostas

confiáveis para atletas e técnicos, no qual este é o principal objetivo da pesquisa aplicada relacionada ao esporte de rendimento.

## Referências Bibliográficas

1. ANGULO, R.M. & DAPENA, J. Comparison of film and video techniques for estimating three-dimensional coordinates within a large field. *International Journal of Sports Biomechanics*, 8, 145-151, 1992.
2. FERNANDES FILHO, J. *A prática da avaliação física*. Rio de Janeiro : Shape, 1999.
3. HOPKINS W.G. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*, 30, 1-15, 2000.
4. JANURA, M. & VAVERKA, F. On the objectivity of kinematic data obtained from kinematic analysis of the movement. *Biomechanics in Sports XII*, ISBS : Budapest, 292-295, 1994.
5. KERWIN, D.G. & TWIGG, D.R. Precision and accuracy of video and cinefilm digitising

systems. *Anais do NACOB/98*, ISB, pp. 98-100, 1998.

6. MARINS, J.C.B & GIANNICHI, R.S. *Avaliação & Prescrição de Atividade Física*. Segunda edição. Rio de Janeiro : Shape, 1998.
7. SALO, A, GRIMSHAW, P.N., MONONEN, H.V. & VIITASALO, J.T. Variation in motion analysis of sprint hurdles: Part II – the influence of co-ordinate variation on performance variables. *Proceedings of XIV Symposium on biomechanics in sports*. FMH : Funchal, 266-269, 1996.
8. SHAPIRO, R. Direct linear transformation method for three-dimensional cinematography. *Research Quarterly*, 49, 197-205, 1978.
9. YEADON, M.R. & CHALLIS, J.H. The future of performance-related sports biomechanics research. *Journal of Sports Sciences*, 12, 3-32, 1994.

\* **Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga** é Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano (PPGCMH-ESEF/UFRGS).

\*\* **Gabriela Lovis Black** é Fisioterapeuta. Aluna do Curso de Graduação da ESEF/UFRGS.

\*\*\* **Marcus Peikriswili Tartaruga** é aluno do Curso de Graduação da ESEF/UFRGS. Bolsista PIBIC-CNPq/UFRGS.

\*\*\*\* **Marcelo Coertjens** é aluno do Curso de Graduação da ESEF/UFRGS. Bolsista Propesq/UFRGS.

\*\*\*\*\* **Luiz Fernando Martins Krueel** é Doutor em Ciência do Movimento Humano pela UFSM e Professor Adjunto do Departamento de Desportos e do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da ESEF/UFRGS.

Contato: Rua Felizardo, 750. CEP - 90690-200.  
E-mail: peyre@zipmail.com.br