

PROCEDIMENTOS E ANÁLISE DE DADOS APLICADOS AO ESTUDO DO *PUTTING*

Gonçalo Dias ¹, Rui Mendes ², Miguel Luz ³, Micael Couceiro ³, Carlos Figueiredo ³

¹ Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física – Universidade de Coimbra

² Escola Superior de Educação – Instituto Politécnico de Coimbra

³ Instituto Superior de Engenharia de Coimbra – Instituto Politécnico de Coimbra

goncalodias@fcdef.uc.pt

RESUMO

O presente estudo teve como objectivo principal apresentar o desenho de pesquisa experimental de um trabalho exploratório de doutoramento que investiga os efeitos da variabilidade na performance do putting do golfe em sujeitos peritos. A análise dos parâmetros de acção desta habilidade motora foi realizada através do software MatLab™, o qual permitiu determinar as amplitudes de posição, velocidade e aceleração nas fases de backswing, downswing, impacto na bola e follow-through. Foram utilizadas câmaras de filmar digitais para estudar o desempenho motor dos executantes. A análise da trajectória da bola e do movimento do putter recorreu ao tracking automático, i.e., comparando a frame actual com a frame anterior. Conclui-se que as variáveis de processo relacionadas com a execução motora do putting necessitam de ser mais investigadas em contexto laboratorial e de campo.



Palavras-chave: Análise de movimentos, variabilidade, desempenho motor, *putting*, golfe.

INTRODUÇÃO

O *putting* é uma habilidade motora que conjuga arte e ciência (cf. Pelz, 2000), representando cerca de 43% das pancadas realizadas durante um jogo de golfe (Alexander & Kern, 2005). A coordenação e o controlo deste movimento constituem um processo individual que é diferenciado de sujeito para sujeito em função dos seus perfis e características (cf. Jonassen & Grabowski, 1993).

Os estudos de Delay, Nougier, Orliaguet & Coelho (1997); Coello, Delay, Nougier e Orliaguet (2000); Hume, Keogh & Reid (2005); Karlsen, Smith & Nilsson (2008) analisaram o *putting* com base nas medidas de processo de execução motora, i.e., parâmetros de acção do movimento (e.g., amplitudes da posição, velocidade e aceleração). Os mesmos investigadores verificaram que os aspectos da estabilidade e variabilidade na execução deste movimento, avaliados em jogadores peritos e inexperientes, podem apresentar diferenças significativas no desempenho do *putting*.

À semelhança de outras habilidades motoras, a variabilidade intra e inter-individual que resulta deste movimento representa uma “impressão digital” que é exclusiva de cada indivíduo (cf. Araújo, 2006; Davids, Button & Bennett, 2008; Schöllhorn, Mayer-Kress, Newell & Michelbrink, 2008; Phillips, Davids, Renshaw & Portus, 2010).

Face ao exposto, o presente estudo tem como principal objectivo apresentar o desenho experimental e os aspectos metodológicos que sustentam um trabalho exploratório de doutoramento, que visa analisar os efeitos da variabilidade na *performance* do *putting* em jogadores peritos.

REVISÃO DA LITERATURA

Trabalhos recentes estudaram as variáveis que influenciam o desempenho do *putting*, incidindo preferencialmente sobre as medidas associadas ao produto e na medida estrita da *performance* (e.g., resultado quantitativo final do movimento e magnitude da resposta) (e.g., Maxwell, Masters & Eves, 2000; Guadagnoli, Holcomb & Davis, 2002; Porter & Magill, 2005; Horner, Fitzpatrick & Smyth, 2008; Chiviawsky, Pinho, Alves & Schild, 2008; Mendes, Martins & Dias, 2008). Em contraposição, as pesquisas de Delay, Nougier, Orliaguet & Coelho (1997); Coello, Delay, Nougier & Orliaguet (2000); Pelz, (2000); Hume, Keogh & Reid (2005); Alexander & Kern (2005); Karlsen, Smith & Nilsson (2008) analisaram o movimento *putting* com base nas variáveis de processo de execução motora. A tendência geral das conclusões destes estudos ostenta que estamos perante um gesto complexo e diferenciado de jogador para jogador em função das suas características morfológicas e funcionais, sendo que, a variabilidade subjacente à execução do *putting* parece depender também do contexto de realização. Neste contexto, Pelz (2000) considera ainda a possibilidade dos aspectos da estabilidade e variabilidade na execução deste movimento, avaliados em jogadores peritos e inexperientes, apresentarem diferenças significativas na amplitude, aceleração e velocidade de execução no decorrer do desempenho motor.

Face ao resultado das constatações empíricas e das considerações anteriormente referidas, torna-se imperativo que o *putting* seja analisado não só do ponto de vista quantitativo, ou seja, da perspectiva da quantificação do erro que decorre do desempenho motor dos executantes, mas também numa óptica qualitativa que incida sobre as medidas de processo, mais próxima da abordagem dinâmica do movimento.

DESENHO EXPERIMENTAL

Apresentamos o desenho de pesquisa experimental e os aspectos metodológicos que sustentam a nossa investigação principal, a qual analisa os efeitos da variabilidade na *performance* do *putting* em sujeitos peritos.

Tarefa

A tarefa adoptada foi o *putt* do Golfe, o que implicou o batimento de uma bola (*Titleist*; modelo *Pro V1/392*) com um taco (*Putter Jumbo Black Beauty*; tamanho 35; *standard*), numa superfície horizontal e imóvel que se encontrava colocada no solo sobre uma rampa.

Dispositivo experimental

O dispositivo experimental contempla uma carpete artificial plana, utilizada por profissionais de Minigolfe, rectangular, de cor verde, sem emendas, que se assemelhava à textura da superfície do *green* natural, com 10 metros de comprimento, 2 metros de largura e 4 milímetros de espessura. A velocidade de rolamento da bola na carpete foi aferida com um *stimmer*, correspondendo a 10 metros – coeficiente de fricção de 0.67. Este valor está em consonância com os critérios de validação dos *greens* da *Professional Golf Association (PGA Tour)*. Um *hole* (“buraco”) real de Golfe foi colocado a 3.5 metros do limite da carpete a 1 metro de cada extremidade lateral. Foram desenhados 3 círculos do tamanho de bolas de Golfe que assinalavam os locais donde se batia a bola (i.e., 2, 3 e 4 metros).

Os círculos estavam colocados de frente para o buraco a 1 metro de cada extremidade lateral da carpete. Por baixo da carpete foi colocada uma rampa com 1 metro de comprimento que elevava a superfície da carpete a 10 centímetros de altura. Unida à rampa estava uma plataforma com 4 metros de comprimento (Figura 1).

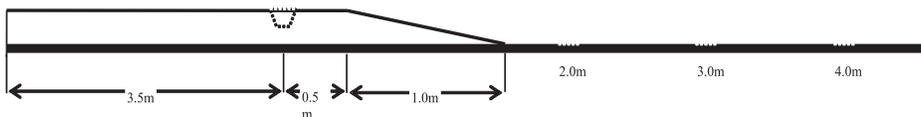


Figura 1. Vista lateral do dispositivo experimental.

A rampa permitiu que a bola subisse até ao nível de entrada do buraco.

Recolha de coordenadas

Para recolher as coordenadas virtuais (i.e., *pixels*) do dispositivo experimental contemplaram-se 13 pontos de referência. Tendo em conta as dimensões de comprimento e largura do dispositivo experimental, os respectivos pontos foram distribuídos de forma abrangente e homogênea pelo mesmo. A determinação destes pontos teve como base o trabalho de Fernandes, Caixinha e Malta (2007), caracterizado de forma clara os 3 planos do dispositivo experimental.

INSTRUMENTOS

Câmaras de filmar digitais

A filmagem do movimento do *putter* e o erro obtido no decorrer do desempenho pelos executantes foi recolhida através de duas câmaras de filmar digitais (Cásio Exilim/High Speed). Cada câmara tinha capacidade para processar a 400 Hz (400 imagens por segundo) utilizava pilhas recarregáveis de 2700 miliamperes e cartões de 16 gigabytes, possibilitando a gravação contínua de todo o ensaio.

Recolha de imagens

A partir das imagens recolhidas pelas câmaras de filmar digitais foi possível retirar a seguinte informação:

1. Trajectória da bola e movimento do *putter*;
2. Parâmetros de acção do *putt* nas fases *backswing*, *downswing*, impacto na bola e *follow-through*, de acordo com as amplitudes (*i.e.*, valores pico a pico, ou seja, do valor mínimo ao valor máximo) da posição, velocidade e aceleração;
3. Erro em comprimento, erro lateral e erro radial resultante dos ensaios de prática.

Análise do erro em comprimento, lateral e radial

Os dados quantitativos foram recolhidos, medindo a distâncias do erro em comprimento, erro lateral e erro radial face centro do buraco (Figura 2.).

A fórmula utilizada foi a seguinte: Erro Radial = $\sqrt{(\text{comprimento} \times \text{comprimento} + \text{lateral} \times \text{lateral})}$.

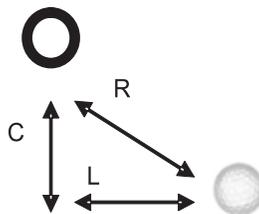


Figura 2. Esquema representativo dos 3 erros de medida.

Legenda: C – Erro em Comprimento; L – Erro Lateral; R – Erro Radial; \longleftrightarrow Distância da bola em relação ao centro do buraco; – Bola.

Quando o sujeito acertava no buraco, o seu erro era zero (0), nas componentes de erros em comprimento, lateral e radial.

ANÁLISE DO MOVIMENTO DO PUTTER

Acelerómetro

A monitorização do movimento do *putter* foi realizada através do acelerómetro *Biovision 2003*, sensor de movimento biaxial, que possuía dois eixos ortogonais (x e y). O acelerómetro apresentava como dimensões: 9.0 mm x 11.5 mm e pesava 50g, sendo sensível a variações de aceleração de 2g (i.e., conseguia medir até duas vezes a aceleração gravítica), correspondente a 19.6 metros por segundo. Este foi instalado na parte superior da cabeça do *putter*. Adicionalmente, foram colocados LEDs (*light-emitting diode*) de cor vermelha que permitiram filmar em pormenor o movimento do *putter*, os quais estavam situados lateralmente na cabeça do *putter* (captados frontalmente na imagem), tal como demonstra a Figura 3.



Figura 3. Instalação do acelerómetro e de LEDs na cabeça do putter – imagem adaptada de <http://www.wholesalegolf.co.uk>.

Os cabos dos sensores do acelerómetro foram conectados a uma caixa de entrada (*Inputbox Biovision*) através de dois canais independentes. Para armazenamento da informação recorremos ao *Advantech Device Manager*. O programa *DASYLab v9.0* permitiu recolher os dados fornecidos pelo acelerómetro.

Sincronização da informação

A sincronização da informação das câmaras de filmar com o acelerómetro foi realizada através de um *trigger* (Figura 4)

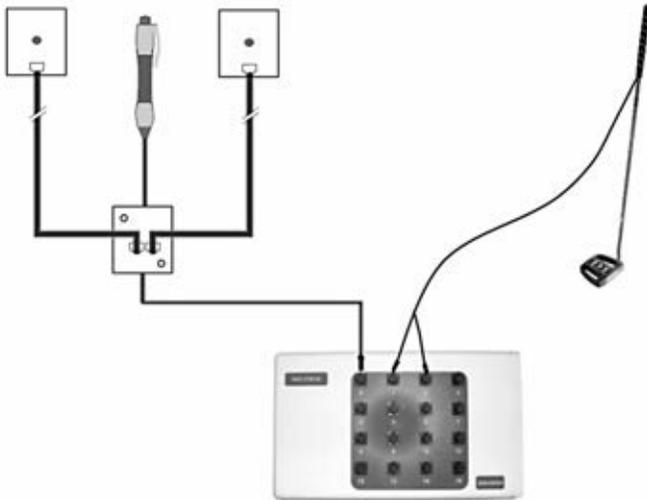


Figura 4. Sincronização das câmaras de filmar com o acelerómetro.

52 Este instrumento era constituído por um “detonador” que continha um botão de pressão interligado a uma caixa de telefone e à *inputbox* da *Biovision*. A *box* estava colocada em cima de uma mesa com rodas que acompanhava os sujeitos nas respectivas distâncias de batimento. A caixa de telefone estava munida por uma saída dupla, interligando um cabo telefónico com 6 metros de comprimento cada e, nas suas extremidades, existia uma caixa com um *LED* de alto brilho azul, estrategicamente situado para a captura de cada câmara. Em termos práticos, sempre que o botão do detonador era accionado manualmente, o *LED* acendia por cima das caixas e simultaneamente era recebido o sinal na *inputbox* da *Biovision*.

Registo, armazenamento e processamento de dados

O acelerómetro registou em simultâneo com as câmaras de filmar os parâmetros de acção do *putt* nas fases de *backswing*, *downswing*, impacto na bola e *follow-through*, aferindo as amplitudes da posição, velocidade e aceleração (Figura 5).

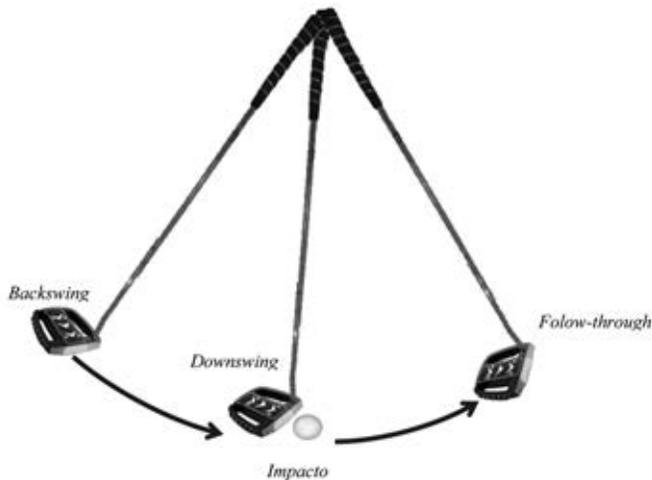


Figura 5. Análise dos parâmetros de acção do movimento do putter – imagem adaptada de <http://www.wholesalegolf.co.uk>.

Embora o acelerómetro tenha recolhido os parâmetros de acção do *putting* em simultâneo com as câmaras de filmar digitais, o seu principal objectivo consistiu em analisar o momento exacto em que o *putter* batia na bola (i.e., funcionou como 2.º *trigger*). Este procedimento mostrou-se mais fiável e preciso do que a filmagem, salvaguardando uma possível *décalage* por parte das câmaras de filmar na avaliação deste parâmetro em específico. Os ficheiros obtidos através do acelerómetro e dos filmes foram codificados, permitindo-nos uma fácil organização da informação recolhida. A análise das imagens foi realizada através do programa *MatLab*™, recorrendo a um algoritmo desenvolvido para o efeito, detectando a cabeça de *putter* e o seu movimento ao longo da sequência de imagens registada.

A análise do movimento do *putter*, a deslocação e trajectória da bola contemplaram o *tracking* automático, comparando a *frame* actual com a *frame* anterior. A partir dos ficheiros de coordenadas o *software MatLab*™ procedeu-se à reconstrução do filme a 2D (i.e., sucessão de fotogramas com coordenadas reais). Programou-se o *MatLab*™ de forma a definir as dimensões do dispositivo experimental, permitindo que o filme final fosse processado sobre este fundo. Deste modo, foi possível determinar parâmetros de acção do movimento *putting* e, por consequência, centrar a nossa análise simultaneamente nos aspectos quantitativos (medidas de produto – erro dos executantes) e qualitativos resultantes do desempenho motor (variáveis de processo de execução motora).

Controlo da qualidade de dados

Todas as recolhas foram feitas pelo mesmo investigador. Os procedimentos adoptados foram os mesmos para todos os participantes. Para determinar a mestria do examinador e da sua equipa de trabalho, realizou-se um estudo prévio de modo a consolidar todos os procedimentos.

VALIDAÇÃO DOS DADOS

Os parâmetros de acção foram validados através de 3 executantes inexperientes (Gráficos 1 a 5). Os resultados obtidos demonstram que a trajectória efectuada pelo *putter* aproxima-se a uma função sinusoidal (movimento pendular) (Gráfico 1). A posição da bola encontra-se referenciada a zero independentemente do ensaio a 200 cm, 300 cm ou 400 cm.

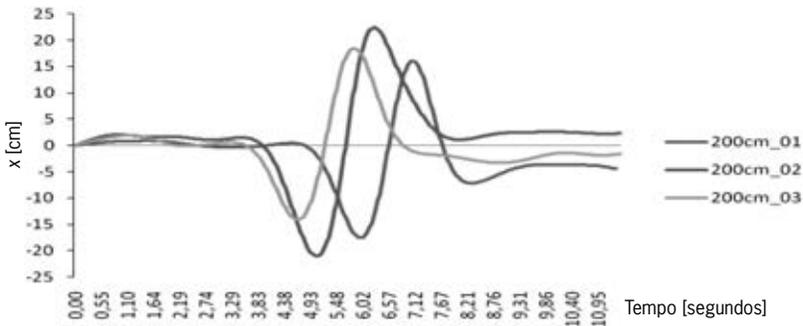


Gráfico 1. Posição do *putter* no eixo-x para o primeiro executante a 2 metros do buraco nos 3 ensaios de prática.

Constata-se de igual forma que após o impacto na bola, *i.e.*, quando a função sinusoidal passa pela origem (fim do semi-ciclo negativo composto pelo *backswing* e pelo *downswing*), o participante tem tendência a realizar um semi-ciclo positivo com uma amplitude próxima do módulo da amplitude no semi-ciclo negativo (*follow-through*) voltando posteriormente à posição de origem.

Os Gráficos 2 a 5 apresentam o processo de execução motora intra e inter-individual com base nas amplitudes de posição, velocidade e aceleração em cada ensaio.

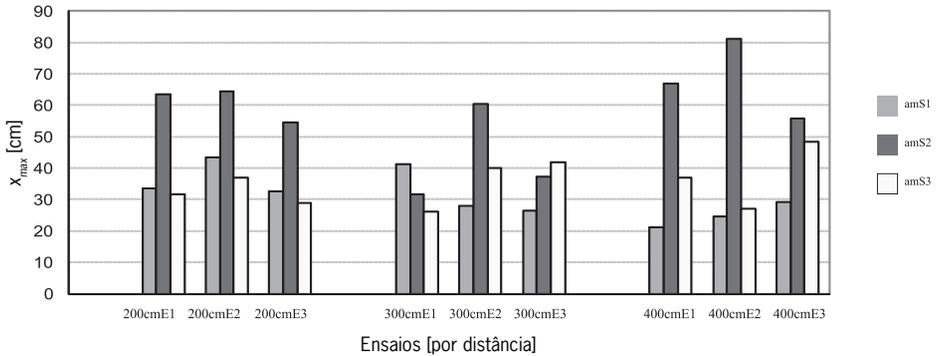


Gráfico 2. Análise de desempenho intra e inter-individual da amplitude máxima da posição do putter a 2, 3 e 4 metros do buraco.

Face aos resultados obtidos, podemos realizar duas análises distintas: *i)* intra-individual – analisando o comportamento do mesmo sujeito face aos ensaios de prática à mesma distância e a distâncias distintas; *ii)* inter-individual – analisando o comportamento entre os diferentes sujeitos relativamente aos ensaios de prática à mesma distância e a distâncias distintas.

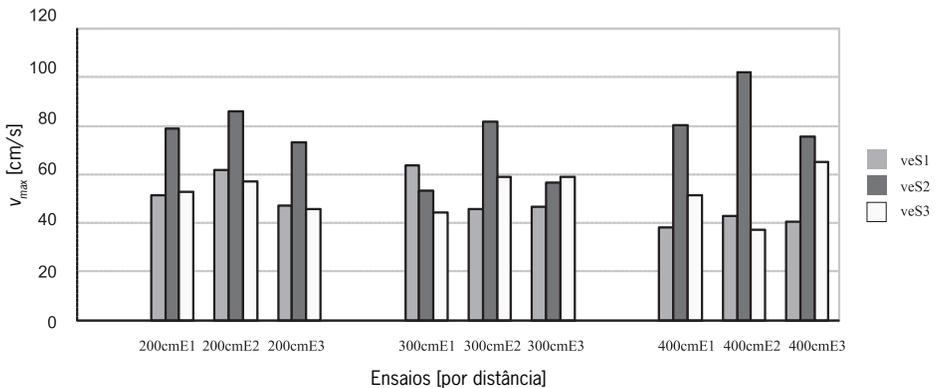


Gráfico 3. Análise de desempenho intra e inter-individual da amplitude máxima da velocidade do putter a 2, 3 e 4 metros do buraco.

As características mais relevantes intra e inter-individuais referem-se ao comportamento dos executantes face ao conjunto de três ensaios à mesma distância.

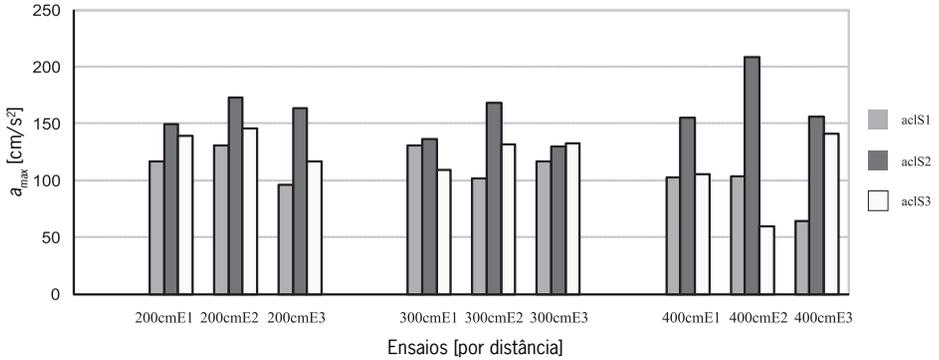


Gráfico 4. Análise de desempenho intra e inter-individual da amplitude máxima da aceleração do *putter* a 2, 3 e 4 metros do buraco.

Verifica-se, maioritariamente, um movimento com uma amplitude da posição, velocidade e aceleração do *putter* mais reduzida no primeiro ensaio de prática.

Os dados demonstram que quando o jogador obtém um erro radial diferente de zero (Figura 10), a tendência é aumentar a amplitude da posição, velocidade e aceleração do *putter* no segundo ensaio de forma a corrigir esse erro. Já no terceiro e último ensaio, o executante corrige e volta a diminuir a amplitude da posição, velocidade e aceleração do *putter*. Constatamos no entanto que existem exceções a essa situação. Assim, quando o jogador diminui o erro radial com o segundo ensaio, este tem tendência a manter ou aumentar a amplitude da posição, velocidade e aceleração do *putter*.

56

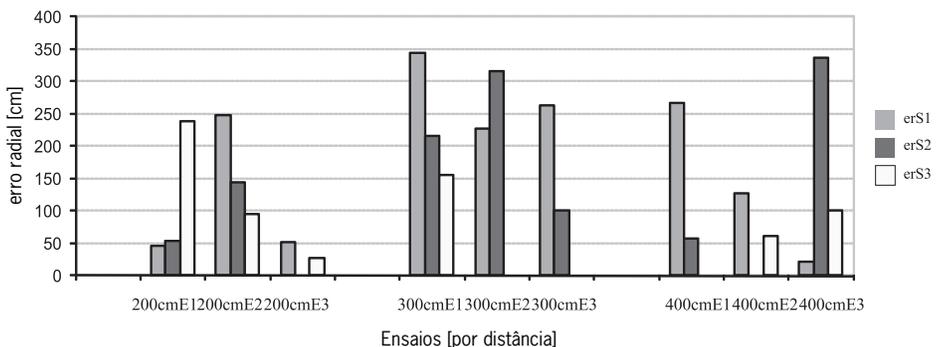


Gráfico 5. Erro radial dos jogadores em cada ensaio por distância de batimento.

Por último, no que se refere especificamente à análise inter-individual, reconhecemos essencialmente uma característica que está relacionada com o valor máximo da amplitude da posição,

velocidade e aceleração do *putter*. Desta forma, constata-se que, por exemplo, o jogador 2 tem tendência em obter os valores mais elevados em qualquer um dos ensaios à mesma distância e em distâncias distintas (cf. Delay *et al.*, 1997).

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O desenho experimental e aos aspectos metodológicos anteriormente apresentados demonstram que o *putting* é uma habilidade motora que é diferenciada de sujeito para sujeito em função dos seus perfis e características. Ainda que não tenha sido aplicada nenhuma técnica estatística consistente (e.g., programa SPSS – Statistical Package for Social Sciences), verificamos que existem diferenças intra e inter-individuais ao nível do desempenho motor. Neste sentido, à semelhança de outros movimentos, a variabilidade intra e inter-individual que resulta do *putting*, pode representar uma “impressão digital” que é exclusiva de cada indivíduo (cf. Araújo, 2006; Davids, Button & Bennett, 2008; Schöllhorn, Mayer-Kress, Newell & Michelbrink, 2008; Phillips, Davids, Renshaw & Portus, 2010).

Constata-se que é necessário analisar o movimento *putting* não só da perspectiva da quantificação do erro, mas também numa abordagem qualitativa que incida sobre as medidas de processo, mais próxima da abordagem dinâmica do movimento (e.g., Delay, Nougier, Orliaguet & Coelho, 1997; Alexander & Kern, 2005; Karlsen, Smith & Nilsson, 2008).

Concluimos que existem vantagens em analisar a trajectória da bola e o movimento do *putter* através do software *MatLab*[™], principalmente quando se recorre ao *tracking* automático, comparando a *frame* actual com a *frame* anterior. Este processo é substancialmente mais rápido que a acção manual do experimentador, i.e., com o auxílio do cursor do rato do computador, tornando a análise mais demorada e potencialmente falível (cf. Barros, Misuta, Menezes, Figueroa, Moura, Cunha, Anido & Leite, 2007). Por último, salientamos que os parâmetros de acção do *putting* foram aferidos através desta aplicação informática, o que permitiu determinar e validar as amplitudes de posição, velocidade e aceleração nas fases de *backswing*, *downswing*, impacto na bola e *follow-through*.



BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER DL & KERN W** (2005). Drive for show and putt for dough? *Journal of Sports Economics*, 6, 1, 46-60.
- ARAÚJO D** (2006). *Tomada de decisão no desporto*. Lisboa: Edições FMH.
- BARROS RML, MISUTA MS, MENEZES RP, FIGUEROA PJ, MOURA FA, CUNHA SA, ANIDO R & LEITE NJ** (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 1, 233-242.
- CHIVACOWSKY S, PINHO TS, ALVES D & SCHILD JFS** (2008). "Feedback" autocontrolado: efeitos na aprendizagem de uma habilidade motora específica do golfe. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 22, 4, 265-271.
- COELLO Y, DELAY D, NOUGIER V & ORLIAGUET JP** (2000). Temporal control of impact movement: The "time from departure" control hypothesis in golf putting. *International Journal of Sport Psychology*, 31, 1, 24-46.
- DAVIDS K, BUTTON C & BENNETT S** (2008). *Dynamics of skill acquisition – a constraints-led approach*. Champaign. Illinois: Human Kinetics Publishers.
- DELAY D, NOUGIER V, ORLIAGUET JP & COELHO Y** (1997). Movement control in golf putting. *Human Movement Science*, 16, 5, 597-619.
- FERNANDES O, CAIXINHA P & MALTA P** (2007). Techno-tactics and running distance analysis using one camera. *Journal of Sports Sciences and Medicine* 6, 10, 204-205.
- GUADAGNOLI MA, HOLCOMB W & DAVIS M** (2002). The efficacy of video feedback for learning the golf swing. *Journal of Sports Sciences*, 20, 8, 615-622.
- HORNER K, FITZPATRICK K & SMYTH P** (2008). The effect of increasing contextual interference on the practising of a motor skill. In J. Cabri, F. Alves, D. Araújo, J. Barreiros, J. Diniz & A. Veloso (eds.). *Book of Abstracts do XIII th Annual Congress of the European College of Sport Science* (71). Portugal. Faculdade de Motricidade Humana de Lisboa.
- HUME PA, KEOGH J & REID D** (2005). The role of biomechanics in maximising distance and accuracy of golf shots. *Sports Medicine*, 35, 5, 429-49.
- JONASSEN DH & GRABOWSKI BL** (1993). *Handbook of individual differences, learning and instruction*. NJ. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- KARLSEN J, SMITH G & NILSSON J** (2008). The stroke has only a minor influence on direction consistency in golf putting among elite players. *Journal of Sports Sciences*, 26, 3, 243-250.
- MAXWELL JP, MASTERS RSW & EVES FF** (2000). From novice to no know-how: A longitudinal study of implicit motor learning. *Journal of Sports Sciences*, 18, 2, 111-120.
- MENDES R, MARTINS R & DIAS G** (2008). Effects of a contextual interference continuum on golf putting task. In J. Cabri, F. Alves, D. Araújo, J. Barreiros, J. Diniz & A. Veloso (eds.). *Book of Abstracts do XIII th Annual Congress of the European College of Sport Science* (490). Portugal. Faculdade de Motricidade Humana de Lisboa.
- PELZ D** (2000). *Putting Bible: The complete guide to mastering the green*. New York: Publication Doubleday.
- PHILLIPS E, DAVIDS K, RENSHAW I & PORTUS M** (2010). *Expert performance in sport and the dynamics of talent development*. *Sports Medicine*, 40, 4, 271-283.
- PORTER JM & MAGILL RA** (2005). Practicing along the contextual interference continuum increases performance of a golf putting task. *Journal of Exercise & Psychology*, 27, Supplement, 124.
- SCHÖLLHORN W, MAYER-KRESS G, NEWELL KM & MICHELBRINK M** (2008). Time scales of adaptive behavior and motor learning in the presence of stochastic perturbations. *Human Movement Science*, 28, 3, 319-333.
- WHOLESALEGOLF** (2009). *Golf Putters. Jumbo Black Beauty*. <http://www.wholesalegolf.co.uk.htm> [pesquisa efectuada em 21/12/2009].