

Sistema para anotação de ações de jogadores de futebol

Annotation system for the movement of soccer players in the field

Ricardo Machado Leite de Barros¹,
Felipe Guazzibe Bergo², Ricardo
Anido², Sergio Augusto Cunha³,
Euclides C. Lima Filho¹, René
Brenzikofer^{1, 4} e João Batista Freire¹

Resumo

[1] Barros, R.M.L., Bergo, F.G., Anido, R., Cunha, S.A., Lima Filho, E.C., Brenzikofer, R. e Freire, J.B. Sistema para anotação de ações de jogadores de futebol, Rev. Bras. Ciên. e Mov. 10 (2): 07-14, 2002.

O presente trabalho propõe um sistema para anotação e análise de ações no futebol, como forma de ampliar as possibilidades de síntese e interpretação da grande quantidade de informações disponíveis, nas competições esportivas. Os objetivos da pesquisa foram: a) desenvolver um software que permitisse a coleta, visualização e tratamento dos dados do jogo em um ambiente integrado, b) exemplificar a forma de descrição e análise proposta, aplicando-a em jogos da copa do mundo de futebol, realizada na França, em 1998. A coleta de dados é feita em uma interface gráfica do software desenvolvido que contém uma representação do campo de jogo. O operador observa a partida, ao vivo ou gravada em um monitor, colocado ao lado do computador e registra os eventos na tela. O sistema caracteriza-se pela possibilidade de anotação e análise das frequências, evolução temporal e a localização no campo das ações dos atletas, individual ou coletivamente, numérica e graficamente. A metodologia proposta foi intensivamente testada na análise dos jogos da copa do mundo da França, e os resultados obtidos foram disponibilizados para consulta, através da Internet no endereço: <http://www.unicamp.br/unicampnacopa>.

PALAVRAS-CHAVE: futebol, sistema para anotação, copa do mundo.

Abstract

[2] Barros, R.M.L., Bergo, F.G., Anido, R., Cunha, S.A., Lima Filho, E.C., Brenzikofer, R. and Freire, J.B. Annotation system for the movement of soccer players in the field, Rev. Bras.Ciê e Mov. 10 (2): 07-14, 2002.

The present paper proposes a system for annotation of actions in soccer. This research aimed to: a) develop a software allowing the collection, visualisation and processing of Match data in an integrated environment; b) exemplify its use analysing some of the 1998 World Soccer Cup matches. The data collection takes place in a graphic interface-showing the representation of a field. The operator watches the match on a monitor placed by the computer and records the events on the screen. This system features the possibility of annotating and analysing the actions of athletes with respect to frequency, time evolution, and location in the field, either individually or collectively, both quantitatively and graphically. The program underwent extensive testing by the analysis of some of the 1998 World Soccer Cup matches and the results obtained are available on Internet: <http://www.unicamp.br/unicampnacopa>.

KEYWORDS: soccer, anotation system, world cup.

1 Laboratório de Instrumentação para Biomecânica, Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, CX 6134, CEP 13083-970, Campinas, SP, Brasil

2 Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas - Brasil

3 Departamento de Educação Física, Universidade Estadual Paulista - Brasil

4 Instituto de Física "Gleb Wataghin", Universidade Estadual de Campinas - Brasil

Endereço para Correspondência

Prof. Dr. Ricardo Machado Leite de Barros

Rua Dr. Olímpio da Silva Miranda, 612

Cidade Universitária - Campinas - SP

CEP 13083-010

Tel: ++55 19 32876211 fax: ++55 19 32894338

E-Mail: ricardo@fef.unicamp.br

Introdução

Uma tendência irreversível no esporte moderno é a utilização crescente de informações objetivas para a análise da competição. Em particular, dados quantitativos sobre o desempenho técnico e tático dos atletas ou da equipe são subsídios essenciais para as decisões tomadas por uma comissão técnica, durante a partida, nas fases de planejamento e treinamento ou mesmo em pesquisas científicas ligadas ao esporte.

Esse crescente interesse em quantificar parâmetros e variáveis capazes de fornecer elementos úteis para o treinamento e avaliação de resultados tem incentivado o desenvolvimento de sistemas para coleta e análise de dados técnicos. Esses sistemas têm sido desenvolvidos por técnicos, clubes, federações, empresas privadas, com diferentes graus de sofisticação e eficácia, para diversos esportes.

As características diferenciadoras dos sistemas existentes estão associadas, principalmente, à natureza dos dados que cada um permite coletar e as formas de análise disponíveis. Os sistemas mais rudimentares baseiam-se na anotação, em papel, das frequências de acerto ou erro em fundamentos selecionados de cada atleta, durante a partida. Mais recentemente, o registro em papel foi substituído por meios eletrônicos como o computador e, em alguns casos, associados a leitores ópticos que utilizam código de barras para identificação dos atletas e das ações realizadas.

Dentre as principais pesquisas realizadas no tema, podemos citar os trabalhos pioneiros descritos em (10), em que uma detalhada análise de padrões de movimentação dos jogadores foi realizada.

Objetivando-se obter informações relacionadas aos aspectos fisiológicos biomecânicos ou táticos da atuação dos atletas ou da equipe, pesquisas foram realizadas onde a posição e ação de jogadores eram registradas e posteriormente analisadas, como nos trabalhos (6,7). O ponto de partida para muitas dessas pesquisas foi a quantificação dos deslocamentos realizados por cada jogador, em função do tempo, durante a partida. Segundo (4), o jogo de futebol pode ser analisado de maneira qualitativa e quantitativa, sendo que a primeira forma é mais imprecisa e subjetiva.

Conforme descrito em (9), diversas metodologias foram utilizadas para anotar informações importantes em futebol. Em (5), destacam-se trabalhos que utilizavam a anotação manual de informações e descrevem-se alguns sistemas de anotação computadorizada, que permitiam a entrada de dados pelo teclado, em alguns casos especialmente desenhados para esta finalidade. No início da década de noventa, o autor já assinalava as potencialidades de desenvolvimento de sistemas que, utilizando o computador, pudessem controlar unidades de vídeo, objetivando o rastreamento dos jogadores.

Uma característica diferenciadora importante dos sistemas mencionados é a capacidade de registrar, além das frequências de sucesso e fracasso das ações, a sua posição no campo de jogo. Cometer um erro de passe, no início do jogo, próximo ao centro do campo, pode ter uma gravidade muito diferente de cometer o mesmo erro na própria área, em um momento decisivo do jogo.

Um objetivo intensamente buscado, nos últimos anos, na área de sistemas para análise de ações em esportes tem sido a de automatização dos procedimentos de registro. Recentemente, esforços têm sido desenvolvidos visando à identificação automática das posições, deslocamentos, velocidades e acelerações dos jogadores de futebol, durante a partida. Em (3) é apresentado o desenvolvimento de um sistema para esta finalidade, baseado em processamento digital de seqüências de imagens de vídeo.

Outro trabalho que mostra resultados na direção da análise automática dos deslocamentos dos jogadores está descrito em (8). Apesar dos avanços relatados, o rastreamento de todos os jogadores, durante uma partida de futebol, sem a intervenção de um operador, isto é, completamente automatizada ainda não está relatada na literatura. A interpretação automática das ações realizadas, embora também desejada, não é ainda possível, devido à complexidade do problema computacional envolvido.

Assim, o desenvolvimento de sistemas que integrem e otimizem o registro, análise, interpretação e apresentação dos resultados é de grande importância para as pesquisas e estudos do futebol. Em particular, o trabalho proposto associa as informações sobre as posições em que as ações ocorreram às descrições de frequências de sucessos e fracassos individuais e coletivos, em função do tempo.

O objetivo da pesquisa foi o desenvolvimento de um software que permitisse a coleta, visualização e tratamento dos dados do jogo em um ambiente integrado. Exemplos da forma de descrição e análise proposta são mostrados, aplicando-a em jogos da copa do mundo de futebol, realizada na França, em 1998.

As características do sistema proposto são a possibilidade de anotação e análise informatizada das frequências, evolução temporal e espacial das ações, individual ou coletiva dos atletas, numérica e graficamente. Especial atenção também foi dada ao ambiente (software) de coleta e análise das informações, procurando fazê-lo de modo bastante amigável e flexível.

O sistema foi denominado Skout e aplicado durante os jogos do Brasil na última Copa do Mundo, na França. Uma página na Internet foi criada a partir dos registros e análises obtidas e estão disponíveis para consulta, no endereço: <http://www.unicamp.br/unicampnacopa>.

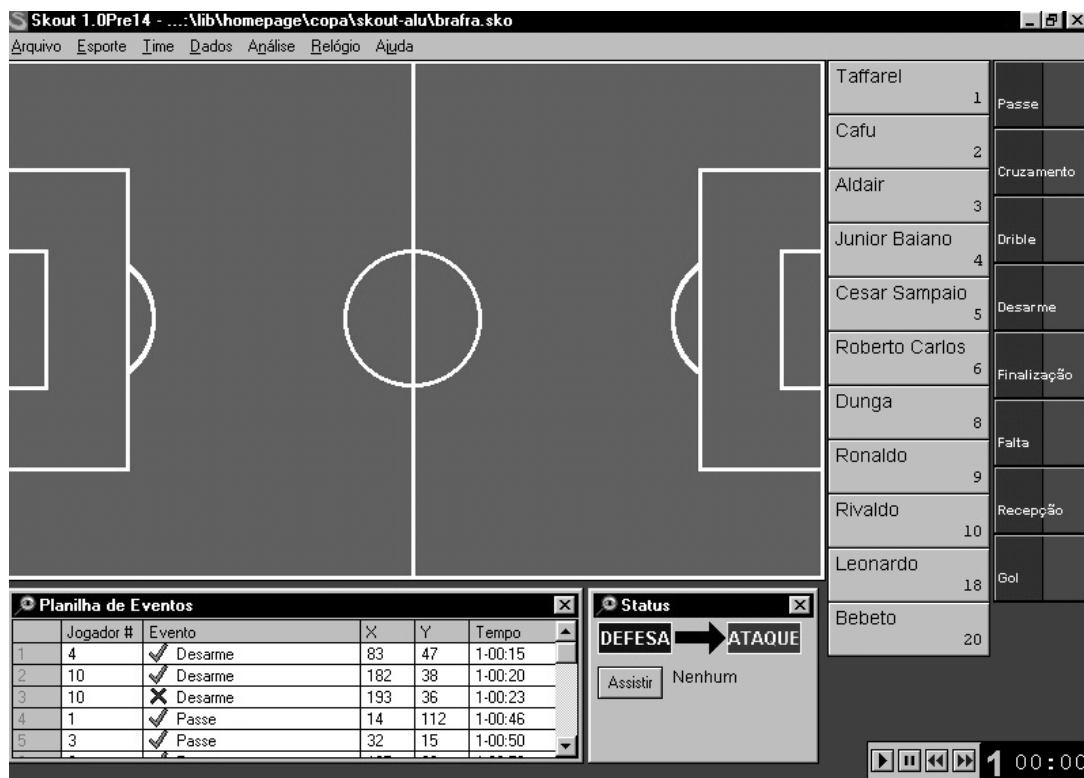
Métodos

Caracterização do software

Entrada de Dados: O elemento principal do sistema de anotação é o programa dedicado, que foi desenvolvido em linguagem C++, para windows. A coleta de dados é feita em uma interface gráfica do programa que contém uma representação do campo de jogo. O operador observa a partida, ao vivo ou gravada em um monitor, colocado ao lado do computador e registra os eventos na tela.

A interface para entrada de dados requer três acionamentos do botão do mouse (ou três toques na tela, se for utilizado um dispositivo de *touch screen*) para adicionar um evento. As posições fixas e de bordas bem definidas na tela para os acionamentos permitem que o operador do software mantenha sua atenção no jogo que está sendo observado.

FIGURA 1: Interface de entrada de dados do programa



Para adicionar um evento, o operador clica na posição do campo (estimada), clica no botão referente ao jogador que fez a jogada e, então, clica no botão referente ao fundamento executado. Os botões de fundamento têm uma área verde e uma área vermelha. Acionando o mouse sobre a área verde (clara), o evento é adicionado como correto; sobre a vermelha (escura), é adicionado como errado. A posição do campo (x, y) e o instante em que ocorreu o evento são registrados automaticamente pelo software. Um cronômetro interativo, posicionado no canto da tela, informa o instante do registro. A condução da bola pelo jogador também pode ser registrada, bastando para isso acionar o botão do mouse e arrastá-lo na tela gráfica, no trecho desejado.

Os dados do programa podem também ser editados diretamente em uma planilha de eventos, mostrada na parte inferior da Figura 1. Esta planilha é útil principalmente na correção de erros na entrada de dados.

Embora seja evidente que a estimativa da posição absoluta do jogador no campo, feita pelo operador, não é acurada, a relevância deste fato deve ser minimizada, uma vez que esses dados serão usados apenas em análises sobre as regiões de maior incidência das ações.

Uma característica importante do programa, desenvolvida para garantir a flexibilidade do ambiente, é a possibilidade de edição dos fundamentos disponíveis para análise pelo operador. De acordo com o interesse do usuário, pode-se adicionar, excluir ou alterar os fundamentos disponíveis, de maneira a observar aspectos específicos da equipe. Esse mesmo recurso é utilizado para a definição dos nomes dos jogadores. Cabe, no entanto, ao pesquisador a definição precisa do que será entendido por fundamento correto ou não, de maneira que os registros sejam feitos de maneira padronizada.

Nos testes realizados, verificou-se que um operador é capaz de capturar dados de um time inteiro e, se tiver familiaridade com os jogadores do time (para identificá-los), em tempo real. A coleta de dados é realizada para um time de cada vez. Caso seja de interesse, pode-se utilizar dois operadores e dois computadores executando o programa, para registrar e analisar as duas equipes simultaneamente.

Caracterização da análise

Seleção de Dados: A primeira forma de análise dos dados coletados consiste em selecioná-los segundo determinadas características, possibilitando diferentes formas de visualização e análise. Através de uma interface semelhante aos assistentes (Wizards) do Windows, o pesquisador pode gerar uma tela de visualização ou análise, selecionando e combinando os dados segundo as seguintes características:

- Seleção por tempo, em que o usuário define o intervalo do jogo que deseja analisar.
- Seleção por jogadores, em que o usuário define os jogadores que deseja analisar.
- Seleção por fundamentos, em que o usuário define os fundamentos que deseja analisar.
- Seleção pelo resultado da ação, em que o usuário define se deseja visualizar acertos, erros ou ambos, conjuntamente.

Após ter sido feita a seleção das características de interesse, os resultados podem ser apresentados na forma de tabelas de dados numéricos ou telas gráficas. Os dados gerados podem ser exportados como arquivos-texto (ASCII) ou HTML, da mesma forma que as imagens podem ser exportadas no formato GIF, largamente utilizado para utilização com outros softwares.

Exemplo de aplicação do sistema

O sistema desenvolvido foi aplicado aos sete jogos da seleção brasileira de futebol, durante a Copa do Mundo da França, em 1998. Para isso, alunos da Faculdade de Educação Física foram treinados na operação do sistema de anotação, além de terem recebido instruções sobre as ações de interesse e os critérios para identificação de cada um deles. As ações registradas foram: a) passe, b) cruzamento, c) drible, d) desarme, e) finalização, f) falta, g) recepção de bola, h) gol e condução da bola. Cada uma das ações poderia ser considerada certa ou errada.

Os jogos analisados são aqueles transmitidos por redes de televisão aberta. Utilizando-se de um videocassete e dois computadores, dois operadores, um para cada equipe, registravam as ações dos jogadores e transmitiam os resultados das análises feitas pelo programa para uma página na internet, para consulta.

Resultados e discussão

Avaliação do sistema

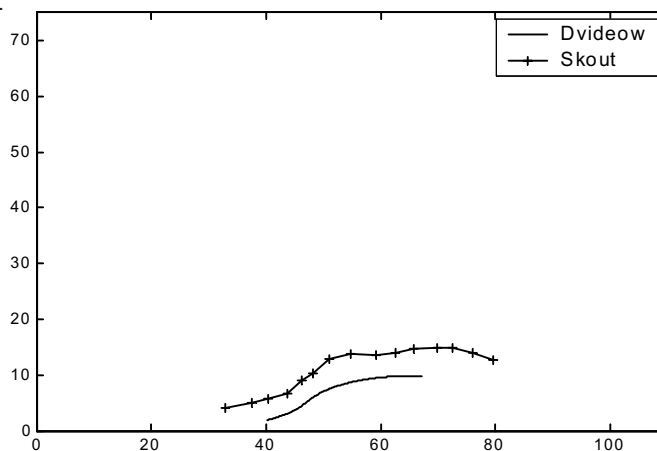
Com o objetivo de se obter uma estimativa dos erros associados às medições das posições dos jogadores, nos momentos das ações no software Skout comparou os resultados obtidos com os fornecidos por um sistema de maior precisão. O sistema para análise cinemática de movimentos humanos usado é denominado Dvideow (1). Este sistema permite a calibração de câmeras, medição automática e a reconstrução 2D e 3D de coordenadas, a partir de seqüências de imagens de vídeo.

O experimento comparativo consistiu na determinação de posições de um jogador com os dois sistemas e a comparação dos resultados. Para isso, um sujeito uniformizado deslocou-se no gramado de um estádio de futebol, e seu movimento foi registrado por uma câmera de vídeo digital, posicionada na arquibancada. As dimensões do campo (110 x 75 metros) foram medidas para que a câmera pudesse ser calibrada, estabelecendo assim a matriz de transformação necessária para a conversão das medidas realizadas nas imagens e as posições no campo.

Para a realização dos registros no software Skout, as imagens do deslocamento do jogador foram reproduzidas em uma tela, e suas posições estimadas na interface do programa. Para realizar esta tarefa, cinco experimentadores foram instruídos sobre o seu funcionamento e registraram quinze posições sucessivas assumidas pelo jogador no campo. O mesmo procedimento foi repetido três vezes, por cada um dos experimentadores.

As mesmas imagens registradas no estádio foram transferidas a um computador e carregadas no sistema Dvideow. Após a calibração da câmera, efetuou-se a medição automática e a reconstrução da trajetória. A figura 2 mostra a trajetória reconstruída no sistema Dvideow comparada com a trajetória média obtida das 15 medições, três repetições de cada um dos cinco experimentadores, no programa Skout.

FIGURA 2: Trajetória de um mesmo jogador em um campo de futebol, reconstruída no sistema Dvideow e comparada à trajetória média (15 repetições) obtida no programa Skout. Valores em metros

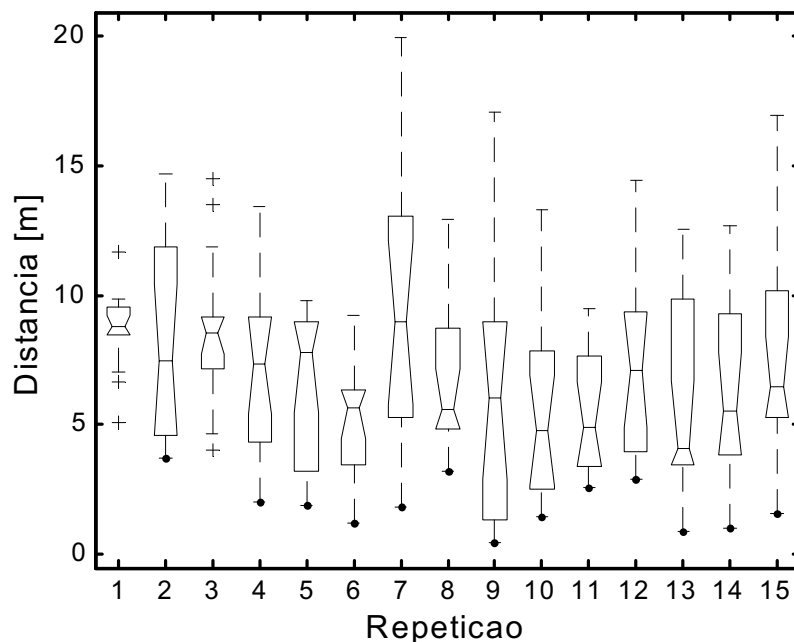


Considerando-se o sistema Dvideow como referência e admitindo-se que o desvio em relação à medida feita nesse sistema corresponde ao erro do programa Skout, verificou-se que o valor médio das distâncias entre as posições medidas nos dois sistemas foi de 6.7 metros (*bias*).

Calcularam-se também as distâncias entre as posições obtidas em cada sistema por cada experimentador, nas

três tentativas. Assim, na figura 3, cada boxplot consiste na representação da variabilidade das 15 medidas realizadas por cada um dos cinco examinadores, nas suas três repetições. As repetições identificadas pelos números 1, 2 e 3 correspondem àquelas medições realizadas pelo experimentador 1; as de número 4, 5 e 6 àquelas feitas pelo experimentador 2 e assim sucessivamente. O desvio-padrão médio encontrado foi de 3.5 metros (*precisão*).

FIGURA 3: Variabilidade das medidas de distância entre as posições na trajetória de um jogador obtidas no sistema Dvideow e no programa Skout. O número de observações em cada boxplot é 15

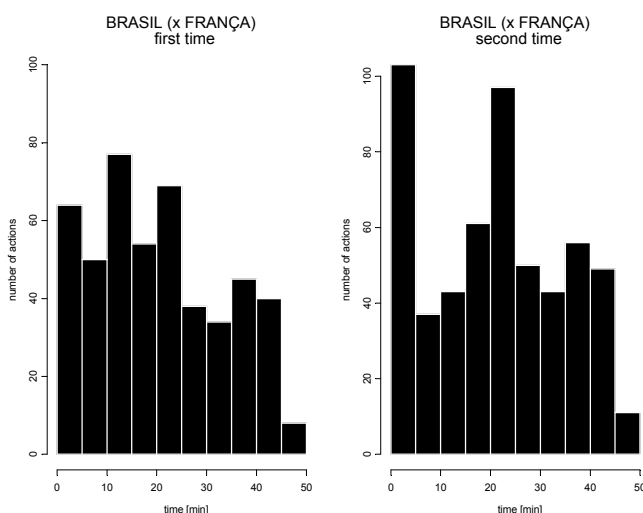


Os resultados de *precisão* e *bias* encontrados são aceitáveis diante do objetivo de se obter uma estimativa da região do campo em que ocorreu a ação, contudo deve-se destacar que o mesmo não deve ser usado para a identificação precisa de posições no campo.

Formas de análise dos resultados

Como exemplo de uma das formas de análise, seleção dos dados por tempo, apresentamos na figura 4 a evolução temporal da frequência de ações da equipe brasileira, no primeiro e segundo tempo da partida com a equipe francesa. Essa informação está associada ao volume de jogo da equipe em intervalos de tempo escolhidos.

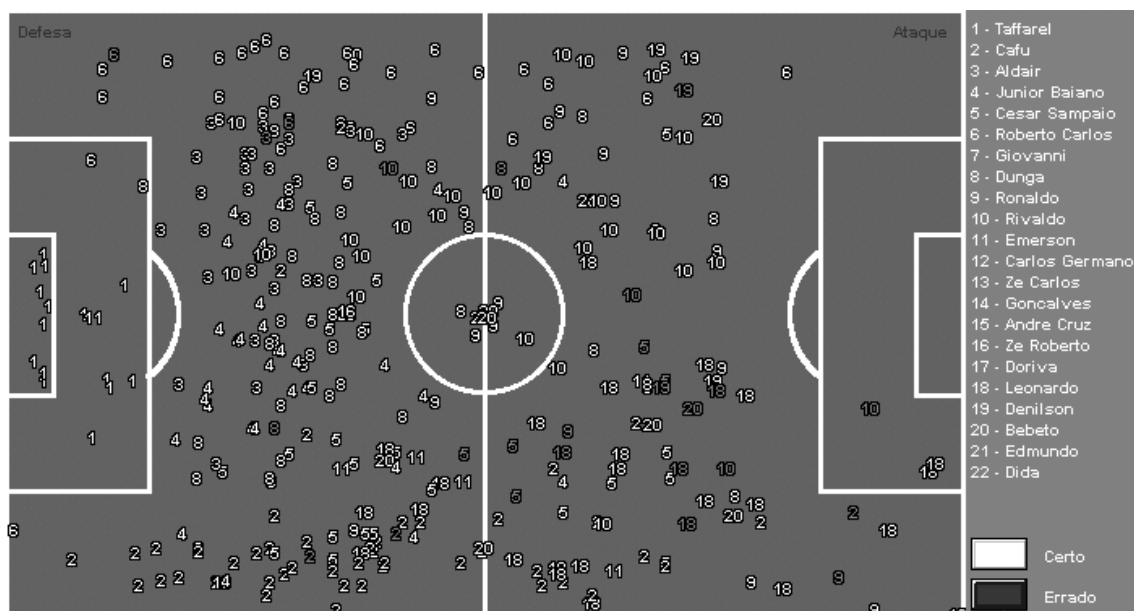
FIGURA 4: Histograma da frequência de ações da equipe brasileira durante o primeiro e o segundo tempo do jogo contra a França, na Copa do Mundo de 98



A figura 5 ilustra a forma de análise baseada na seleção por fundamento. Todas as ações de passe realizadas pela equipe brasileira podem ser visualizadas simulta-

neamente, com a indicação de onde ocorreram. Cabe salientar que esta mesma análise pode ser feita para um, dois ou mais jogadores, em todos os fundamentos ou combinando-se qualquer número de fundamentos.

FIGURA 5: Localização no campo das ações de passe dos jogadores brasileiros na partida entre Brasil e Dinamarca. O número do jogador é visualizado no local do campo em que o passe foi realizado, sendo que os números em cinza escuro indicam os passes errados



As figuras 6 e 7 exemplificam a forma de análise baseada em seleção por jogador, em dois jogos diferentes. Como todos os fundamentos realizados pelo atleta são mostrados simultaneamente, pode-se interpretar o número total de ações realizadas pelo atleta em cada partida, a rela-

ção entre acertos e erros, as regiões do campo mais procuradas, os fundamentos mais usados e outras formas de análise, combinando-se as categorias de seleção descritas na metodologia.

FIGURA 6: Todas as ações do jogador Ronaldo no jogo Brasil e Holanda

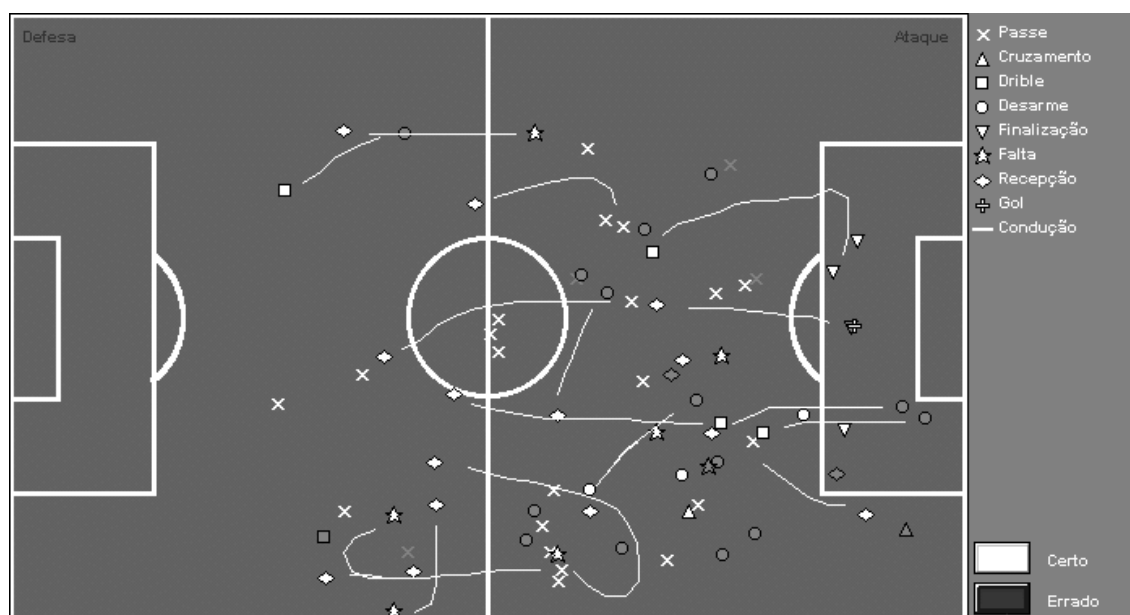
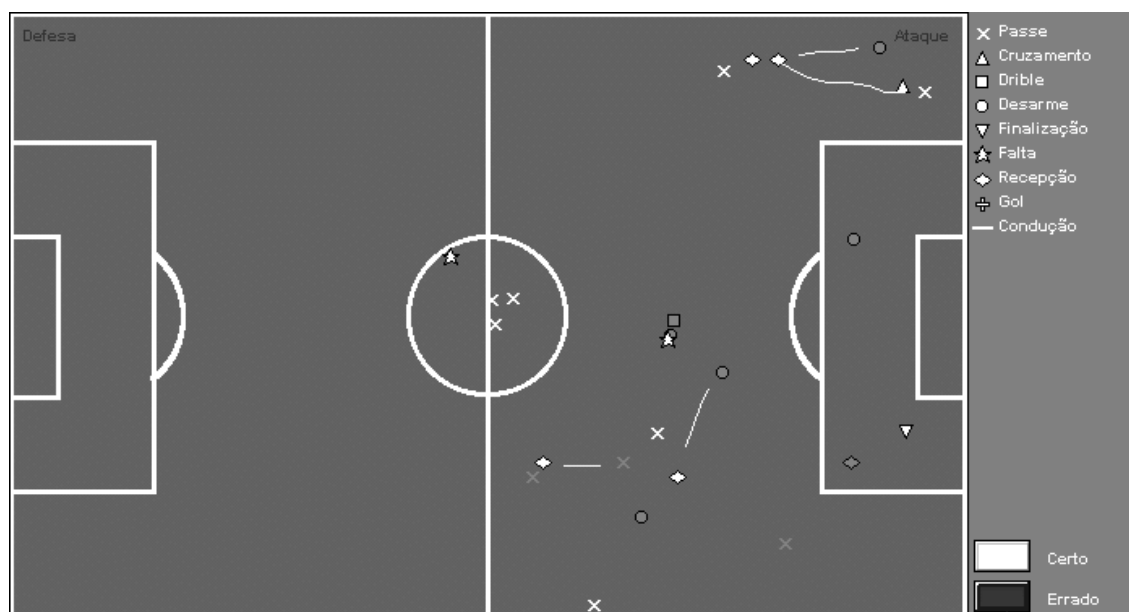


FIGURA 7: Todas as ações realizadas pelo jogador Ronaldo (9) no jogo entre Brasil e França.



Conclusão

Neste trabalho, apresentamos um instrumento eficiente e flexível para coleta de dados sobre ações no jogo de futebol, a partir de um software dedicado. Integramos, neste ambiente, diferentes ferramentas para visualização e análise dos dados, considerando as frequências absolutas e relativas de acertos e erros, da equipe e de cada jogador, por fundamento, em função do tempo ou em relação às posições em que as ações ocorreram no campo.

A avaliação do método para estimar posições no campo mostrou-o adequado aos objetivos propostos, contudo revelou que o mesmo não deve ser usado para a estimativa de posições absolutas no campo. A metodologia foi intensivamente testada na análise dos jogos da copa do mundo da França, e os resultados obtidos foram disponibilizados para consulta através da Internet. Diante disso, acreditamos que o trabalho constitui contribuição acadêmica relevante, com potencialidade de aplicação prática.

Bibliografia

1. BARROS, R. M. L. de; BRENZIKOFER, R.; LEITE, N. & FIGUEROA, P. J. *Desenvolvimento e Avaliação de um Sistema para Análise Cinemática Tridimensional de Movimentos Humanos*. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica / Brazilian Journal of Biomedical Engineering, 1999;15:79-86.
2. BARROS, R. M. L., FIGUEROA, P. J., ANIDO, CUNHA, S. A., MISUTA, M. S., LEITE, N., LIMA FILHO, E. C., BRENZIKOFER, R. Automatic Tracking of Soccer Players. In: *Proceeding of the XVIIth International Society of Biomechanics Congress*. Zurich. Julho, 2001; O517-O518.
3. CHOI, S., SEO Y., KIM, H., HONG, K.S. Where are the Ball and Players? Soccer Game Analysis with Color-based Tracking and Image Mosaick. In: *International Conference of Image Analysis and Processing*. September, 1997; 196-203.
4. ERDMANN, W.S. Quantification of Games - Preliminary Kinematic Investigations in Soccer. In: *Science and Football II*. London : E & FN SPON. 1991;174-179.
5. HUGHES, M. Notation Analysis in Football. In *Science and Football II*. London : E & FN SPON. 1991;151-159.
6. LEES, A. and NOLAN, L Biomechanics of Soccer - A Review. *J. Sports Sciences*. 1998; 16: 211-234.
7. MAYHEW, S. R. & WENGER, H. A. Time Motion Analysis of Professional Soccer. *Journal of Human Studies*. 1985;49-52.

8. MISUTA, M. S., BARROS, R. M. L., FIGUEROA, P. J., LIMA FILHO, E. C., BRENZIKOFER, RENÉ, Análise Automática de Deslocamentos de Jogadores de Futebol. In: *Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica*. Gramado. 2001; 161-165.
9. PARTRIDGE, D., MOSHER, R. E., FRANKS, I. M. A Computer Assisted Analysis of Technical Performance - A Comparison of the 1990 World Cup and Intercollegiate Soccer. In *Science and Football II*. London : E & FN SPON, 1991; 221-231.
10. REILLY, T. & THOMAS, V. A Motion Analysis of Work-Rate in Different Positional Roles in Professional Football Match Play. *Journal of Human Movement Studies*, 1976.2:87-97.

Agradecimentos

Pesquisa financiada por FAPESP (Proc. 00/01293-1), FAEP-Unicamp e Capes.