
 TCC/Unicamp
D356d
1325 FEF/27

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO
DE FORMAS DE ANÁLISE DE AÇÕES
DE JOGADORES DE FUTEBOL**

CLODOALDO JOSÉ DECHECHI

**CAMPINAS
2003**

Desenvolvimento e Avaliação de Formas de Análise de Ações de Jogadores de Futebol
Laboratório de Instrumentação para Biomecânica-Faculdade de Educação Física-UNICAMP



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO MOTORA
LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO PARA BIOMECÂNICA**

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE FORMAS DE ANÁLISE DE AÇÕES DE JOGADORES DE FUTEBOL

**Monografia apresentada como exigência parcial
à obtenção de graduação junto à Faculdade de
Educação Física da Universidade Estadual de
Campinas na modalidade de Bacharelado em
Treinamento em Esportes.**

**ALUNO
CLODOALDO JOSÉ DECHECHI**

**ORIENTADOR
RICARDO MACHADO LEITE DE BARROS**

**Campinas
2003**

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA

PROF. DR. RICARDO MACHADO LEITE DE BARROS
ORIENTADOR
LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO PARA BIOMECÂNICA



PROF. DR. LUIS EDUARDO BARRETO MARTINS
MEMBRO TITULAR DA BANCA
LABORATÓRIO DE FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO

PROF. DR. PAULO CESAR MONTAGNER
MEMBRO SUPLENTE DA BANCA
COORDENAÇÃO DE GRADUAÇÃO

Por tanto amor

Por tanta emoção

A vida me fez assim

Doce ou agros

Manso feroz

Eu caçador de mim

Preso a canções

Entregue a paixões

Que nunca tiveram fim

Vou me encontrar longe do meu lugar

Eu caçador de mim

Nada a temer

Senão o temer da luta

Nada a fazer senão esquecer o medo

Abri o peito a força numa procura

Fugir às armadilhas da mata escura

Longe se vai

Sonhando demais

Mas onde se chega assim ?

Vou descobrir o que me faz sentir

Eu caçador de mim

**Sérgio Magrão
Luiz Carlos Sá**

Agradecimentos

Sempre quiseram ter um filho médico na família. Quase que sobrou pra mim. Nunca pressionaram alguma escolha que eu fizesse, desde que eu arcasse com as conseqüências. Repetiram milhares de vezes: “estude, que isso dá futuro”. Apesar de achar (e ainda acho!) que eu deveria ter seguido a carreira de jogador de futebol, por ser financeiramente mais vantajosa, resolvi seguir o conselho deles. Porém com uma ressalva: estudar a atividade física. Não me arrependo nem um pouco desta escolha. Muito obrigado. **Dalva e José** (olha, pai, vou colocar o nome dela primeiro, senão ela briga!), por tudo o que vocês me apoiaram, ajudaram e compreenderam. Acredito que a personalidade de um ser humano é formada através do convívio com as pessoas que mais importam em sua vida. Muito obrigado por me fazer acreditar que a persistência ajuda a alcançar objetivos. Que o carinho ainda é a melhor forma de expressar o quanto uma pessoa é importante para você. Infelizmente, não consigo expressar muito bem meus sentimentos, seja escrevendo, seja falando. Mas acreditem, vocês estarão para sempre em meu coração. E desculpas por tudo de errado que eu fiz.

Foi quem mais me incentivou a estudar. Às vezes até demais! Agradeço muito a DEUS por tê-lo escutado. Se hoje eu estou aqui escrevendo essa monografia, devo muito a você, **Eduardo**. E muito obrigado por ter confiado à minha pessoa para ser padrinho dessa moça linda, a Sofia. Compadre.

Desde criança acho que ela pensa que eu sou filho dela. Vivia me paparicando! Depois, arrumou um namorado. Mais paparicação! Quando veio a se

casar, ainda me chamaram para ser noivinho (e de gravata borboleta!). hoje, com duas filhas maravilhosas (uma sossegada demais, a outra briguenta demais), ainda se lança sobre mim com ares maternos. **Rita, Ronir, Isis e Íris**. Adoro todos vocês!

Esse só me levava para lugares, interessantes. Quase não me lembro dele ter negado algo para mim. Hoje, dividimos o espaço nesta cidade, e aí você vai convivendo, vai conversando, e até esquece do tempo em que a distância foi maior que a vontade de estar junto. É, **Zezinho!** Como você diria (e olha que eu não vou nem citar uma de suas frases antológicas!): "nada como dar tempo ao tempo!".

Certa vez, eu vi um monte de bolinhas representando jogadores numa aula. Curioso, fui perguntar ao professor como era feito isso. Aí, ele mandou-me ir à sua sala, que ele explicaria melhor. Foi assim que essa monografia começou: com uma conversa, onde eu não entendia quase nada do que era feito nesse laboratório. Para piorar, ele encarregou um peruano (que conversa com o monitor) e um japonês (meio paraguaio, mas japonês) para explicar-me a metodologia do sistema. Hoje, passaram-se dois anos, foram usadas mais de 453 canetas vermelhas para corrigir minhas besteiras, mas, pelo menos, aprendi a dizer "NO PODE", já até arrisco o portunhol. **Ricardo**, o mínimo que eu posso fazer é agradecer por tudo o que foi feito por você nesse tempo (já até sei que você vai dizer que "pena que a recíproca não é verdadeira"), e por ter me apresentado essa tecnologia de ponta e poderosa ferramenta (Dvideow),. Desculpe não ser uma

peessoa tão aberta, mas saiba que sou muito grato por toda a oportunidade que eu tive de aprender contigo.

Miltão, Pascual, Sergião, Barretão e Karine. Apesar de todas as brincadeiras, acho que, nos momentos de seriedade (por que nos outros...) consegui tirar muitos frutos bons. Aprendi bastante com vocês. E muito obrigado pela compreensão e paciência que vocês tiveram para comigo.

Na primeira conversa que eu me lembro de ter tido com ele, lembro de ter ouvido algo sobre ter tomado um porre de refrigerante. Por aí percebi com quem estava lidando. Mas o tempo foi passando, e eu percebi que essa pessoa não é de todo mal. **Rafael**, você é um amigo que ficará marcado. Abraços

Renata, muito obrigado por tudo o que você fez por mim. Incentivo, paciência, alegria são algumas das atitudes que você teve para comigo. Isso eu não esquecerei nunca. Obrigado por tudo!

Marcel, Dú, Marcão (Vareta), Nizay, Alê, Malinha e Alan. Agradeço a companhia de vocês nesses quatro anos. Na amizade de vocês encontrei alegria, força e até paciência para comigo. Vocês me ajudaram muito a superar a distância da família, e principalmente, me deram forças para eu tentar alcançar meus objetivos. Por tudo isso, agradeço a amizade de vocês.

Resumo

O futebol é motivo de investigação em várias áreas de pesquisa, com o intuito de desenvolver o desempenho físico, técnico e tático dos jogadores. Dentro da Biomecânica, existem várias pesquisas com referência a análises tanto quantitativas quanto qualitativas, de deslocamentos e disposições técnico-táticas dos jogadores. O objetivo deste estudo é propor e avaliar as formas de análise de ações desenvolvidas para os sistemas MATLAB e Dvideow.

O sistema Dvideow (Digital Video for Biomechanics for Windows – 32 bits) nos permite a obtenção da trajetória e o registro e arquivamento das ações dos jogadores durante uma partida. É realizada a avaliação desses dados para o desenvolvimento de formas de análise de ações dos jogadores.

Foram desenvolvidas formas de análise que permitem a visualização ações isoladamente ou conjuntas, de um ou mais jogadores. Há também a possibilidade de análise das ações em uma determinada região do campo, através da divisão do campo em quadrantes, além da possibilidade de visualização por fração de tempo.

Essas formas de análise permitem uma visualização das ações adequadas para análises técnicas e táticas, de forma tanto individual quanto coletiva, o que resulta em uma ferramenta capaz de auxiliar na otimização do desempenho dos jogadores.

Abstract

Soccer has been investigated in many researches areas, with the intention to develop the player's physical, technical and tactical improves. Inside of the Biomechanics, there are researches that analyzes the player's displacements and the technical-tactical disposals in a way quantitative how much in such a way qualitative. This study propose and evaluates the analyze forms developed for the Dvideow system.

The Dvideow system (Digital video for Biomechanics for Windows – 32 bits) allows to the attainment of the trajectories and the player's actions registering and filing during a departure. The evaluation of these data for the player's actions analyze forms development has been done.

The analyze forms developed allow us to the actions player's visualization, for one or more players. There are the possibilities to analyze the actions in an determined field region too, by a field division in regions, and by the possibility to visualize actions by time fractions.

That analyze forms allows an adequate action's visualization for technical and tactical analyses, of form how much a way individual in such a way collective. That analyze forms results in a tool able to help for optimize the player's income.

Resumen

El fútbol es motivo de investigación en muchas áreas de pesquisa, con la intención de desarrollar al jugador la mejora física, técnica y táctica. Dentro de la biomecánica, hay estudios que analizan las disposiciones técnico-tácticas del jugador y los desplazamientos de una manera tanto cuantitativa cuánto cualitativa. Este estudio propone y evalúa las formas del analizar desarrolladas para el sistema de Dvideow. El objetivo de este estudio es considerar y evaluar las formas desarrolladas de análisis para el sistema de Dvideow.

El sistema Dvideow (Digital Video for Biomechanics for Windows - 32 bits) permite al logro de la trayectoria y del registro y de las acciones de los jugadores que se colocan y que archivan durante una salida. La evaluación de estos datos para las analiza formas de las acciones del jugador que se ha hecho.

Fueran desarrolladas las formas de análisis que permiten la visualización de la acciones por separado y en conjunto, de un o más jugadores. También existe la posibilidad de analizar las acciones en una determinada región del campo, con la división del campo en cuadrantes, y la posibilidad de visualización de las acciones por fracciones del tiempo.

Estas formas de análisis permiten la visualización de las acciones adecuadas para los análisis técnicas y táctica, de forma individual ó colectiva, lo cual resulta en una herramienta capaz de auxiliar la optimización del desempeño de los jugadores.

ÍNDICE DE TABELAS:

TABELA 1: CORRELAÇÃO ENTRE NÚMERO DE PASSES E CHUTES A GOL, DE ACORDO COM A REGIÃO DE CONQUISTA DA POSSE DE BOLA.	5
TABELA 2: CORRELAÇÃO ENTRE A QUANTIDADE DE GOLS E QUANTIDADE DE PASSES NECESSÁRIOS À OCORRÊNCIA DESTES DURANTE OS CAMPEONATOS MUNDIAIS E EUROPEUS.	5

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1: DISPOSIÇÃO DAS CÂMERAS DURANTE A FILMAGEM DA PARTIDA.....	10
FIGURA 3.2: IMAGEM DIGITALIZADA DA PARTIDA. ANTES DA SEGMENTAÇÃO.....	11
FIGURA 3.3: CLUSTERS - CADA CLUSTER CORRESPONDE A UM JOGADOR.....	13
FIGURA 3.4: ESTRUTURA DE ARQUIVAMENTO DOS DADOS DO CAMPO PARA CALIBRAÇÃO.....	17
FIGURA 3.5: RECONSTRUÇÃO DAS IMAGENS EM 2D.....	18
FIGURA 3.6. SISTEMA DVIDEOW. REGISTRO DAS AÇÕES DOS JOGADORES.....	25
FIGURA 3.7: ESTRUTURA DO ARQUIVO DAS AÇÕES.....	27
FIGURA 3.8: PLANILHA DA PARTIDA GUARANI X SANTA CRUZ.....	28
FIGURA 3.9: ESTRUTURA PARA DESENVOLVIMENTO E VISUALIZAÇÃO DE FORMAS DE ANÁLISE DAS AÇÕES NO SISTEMA DVIDEOW.....	31
FIGURA 4.1: TODAS AS AÇÕES DO JOGADOR Nº 8 DURANTE O 1º TEMPO DA PARTIDA.....	33
FIGURA 4.2: TODOS OS PASSES REALIZADOS PELOS JOGADORES NÚMEROS 5 (FIGURA À ESQUERDA) E 10 (FIGURA À DIREITA) DA EQUIPE DO GUARANI F.C., DURANTE O 2º TEMPO DA PARTIDA. CERTOS NA COR VERDE E ERRADOS NA COR VERMELHA.....	34
FIGURA 4.3: TODAS AS AÇÕES DO JOGADOR Nº8 DO GUARANI F.C. NO 2º TEMPO DA PARTIDA.....	36
FIGURA 4.4: DESARMES DO JOGADOR Nº 2 DA EQUIPE DO GUARANI F.C. NO 2º TEMPO DA PARTIDA.....	37
FIGURA 4.5: PASSES E CRUZAMENTOS REALIZADOS PELO JOGADOR Nº 2 DA EQUIPE DO GUARANI F.C. NO 1º TEMPO DA PARTIDA.....	38
FIGURA 15: CRUZAMENTOS REALIZADOS PELO JOGADOR Nº 6 DA EQUIPE DO SANTA CRUZ F.C. E DESARMES REALIZADOS PELO JOGADOR Nº 3 DA EQUIPE DO GUARANI F.C. NO 1º TEMPO DA PARTIDA.....	38
FIGURA 4.6: PASSES, DESARMES E CRUZAMENTOS REALIZADOS PELO JOGADOR Nº 6 DA EQUIPE DO GUARANI F.C. NO 1º TEMPO DA PARTIDA.....	39
FIGURA 4.7: PASSES E CRUZAMENTOS REALIZADOS PELOS JOGADORES Nº 2 (FIGURA À ESQUERDA) E Nº 8 (FIGURA À DIREITA), ENTRE OS MINUTOS 1 E 15 DO 2º TEMPO DA PARTIDA.....	40
FIGURA 4.8: PASSES E CRUZAMENTOS REALIZADOS PELOS JOGADORES Nº 2 (FIGURA À ESQUERDA) E Nº 8 (FIGURA À DIREITA), ENTRE OS MINUTOS 15 E 30 DO 2º TEMPO DA PARTIDA.....	41
FIGURA 4.9: PASSES E CRUZAMENTOS REALIZADOS PELOS JOGADORES Nº 2 (FIGURA À ESQUERDA) E Nº 8 (FIGURA À DIREITA), ENTRE OS MINUTOS 30 E 45 DO 2º TEMPO DA PARTIDA.....	41

FIGURA 4.10: PASSES, FINALIZAÇÕES, CRUZAMENTOS E RECEPÇÕES DO JOGADOR Nº 7 DA EQUIPE DO GUARANI F.C. DURANTE O 1º TEMPO DA PARTIDA.	43
FIGURA 4.11: DESARMES REALIZADOS PELA EQUIPE DO SANTA CRUZ F.C. DURANTE O 1º TEMPO DA PARTIDA. DESARMES CERTOS (COM POSSE) EM AZUL E ERRADOS (SEM POSSE) EM VERMELHO.	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	2
2. OBJETIVO	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	9
3.1. Coleta de Dados	9
3.2. Metodologia	10
3.2.1. Sistema Dvideow.....	10
3.2.1.1. Aquisição de Imagens.....	11
3.2.1.2. Medição Automática.....	12
Segmentação das Imagens.....	12
Extração dos Jogadores.....	12
Formação do contorno (cluster).....	13
Rastreamento Automático.....	13
Identificação e Rotulação.....	14
Critérios de definição de Trajetórias.....	15
Transformação Imagem - Objeto - Imagem.....	16
Calibração.....	16
Reconstrução 2D.....	17
Processamento dos dados.....	19
Caracterização das Ações no Futebol.....	19
Registro e Arquivamento das Ações.....	23
Registro das Ações.....	24
Seleção das Ações	24
Classificação das Ações	24
Arquivamento das Ações.....	26
3.3. Desenvolvimento de Formas de Análise	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Discussão.....	45
5. CONCLUSÃO	46
6. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	47

1. Introdução e Justificativa

O futebol vem sendo um esporte muito estudado na área científica, sendo abordado dentro de vários ramos de pesquisa, de modo a otimizar o desempenho dos atletas.

Com a grande exposição na mídia, e contando com elevados valores financeiros provenientes de patrocínios e conquistas em torneios, a exigência de equipes mais preparadas para a vitória tornou o esporte mais exigente, de modo que a preparação física, técnica e tática levem as equipes a estarem sempre buscando resultados expressivos (vitórias) nas competições em disputa.

Durante a partida, o jogador realiza diversas ações, com ou sem bola. Corre, trota, desarma, finaliza, etc. Para esta pesquisa, serão analisadas somente as ações dos jogadores quando as mesmas forem realizadas em relação à bola, seja de posse dela, ou para tê-la em seu domínio.

Como essa pesquisa aborda apenas os aspectos técnicos e táticos do desempenho atlético dos jogadores, foram selecionadas algumas referências que delimitam a área de pesquisa.

Luhtanen (19--), da Fundação para Pesquisa e Desenvolvimento nos Esportes Olímpicos da Finlândia, realizou pesquisas relacionadas ao futebol

dentro da área da Biomecânica. Esse autor definiu gesto técnico como sendo as ações realizadas pelos jogadores durante as partidas, e as mesmas como sendo a base fundamental para a posse da bola, a fim de mantê-la sobre controle em situações difíceis no jogo e para tirar proveito disso. Segundo o autor, uma boa técnica provém da adaptação do jogador em evitar perder o controle da bola muito freqüentemente, e assim evitar gastar muita energia para recuperá-la. O mesmo autor define como ações passes, desarmes, condução, recepção, drible, proteção, defesa, finalização e cabeceio.

Um estudo realizado por treinadores russos (GODIK, 1996) durante o campeonato mundial de futebol de 1974, registrou de qual local do campo os jogadores finalizavam a gol e qual a exatidão dos chutes. As observações foram realizadas através de seis jogos: Alemanha-Holanda (final), Polônia-Brasil (definição do 3º lugar), Polônia-Alemanha, RDA-Holanda, Alemanha-Suécia e Alemanha-Iugoslávia. Esses treinadores verificaram que os jogadores que participaram destas partidas efetuaram 90 finalizações, sendo que 38 resultaram em gols. Foi verificado também que, destas finalizações, 75 foram realizadas dentro da grande área, das quais 48 foram direcionadas à meta (corretas), resultando em 13 gols.

Reep and Benjamin (1968 apud PAPADIMITRIOU et al, 2001) investigaram a importância da posse e da recuperação de bola para a realização de um gol. Para isso, anotaram todos os passes e posses de bola de 578 jogos de futebol

entre os anos de 1953 e 1967, concluindo que 6 a cada 10 gols das equipes foram marcados após a recuperação de bola na área ofensiva das mesmas.

Um estudo realizado na Copa do Mundo de 1982 (apud GODIK, 1996) quantificou o número de passes antecedentes a um gol durante a Copa, a partir do momento em que a equipe recupera a posse de bola – ou por desarme ou perda de posse da equipe adversária – ou em ocorrência de cobrança de falta e escanteio. E observou que, dos 106 gols anotados nessa Copa, 30 foram anotados de pênalti ou cobrança de falta direta ao gol, 19 foram anotados com apenas um passe (como cobrança de falta em dois lances, ou após o desarme ao adversário próximo ao gol adversário), 08 com apenas 02 passes e 15 com 03 passes, totalizando assim 68 % dos gols daquele torneio. Esse texto conclui e justifica, através de uma análise quantitativa, que uma marcação já no campo adversário, que objetiva a recuperação da posse de bola o mais próximo possível à meta adversária, proporciona maior probabilidade de gol, seja por contra-ataque, seja de bola parada.

Godik (1996), analisando 109 jogos de alto nível (campeonatos mundiais e europeus), através de gravação em vídeo, constatou que, quando os ataques são iniciados na zona de defesa, a finalização é realizada após, aproximadamente, 65 passes. Mas se a posse da bola é retomada já no campo de ataque, a finalização ocorre, em geral, após cinco passes. A tabela 1.1 nos mostra esses resultados. Nessas partidas foram 202 gols, sendo que 87% destes ocorreram após a bola ser recuperada já na zona de ataque, seguida de contra-ataque rápido.

ZONA DO CAMPO EM QUE A BOLA É RECUPERADA	QUANTIDADE DE PASSES ATÉ A FINALIZAÇÃO
DEFESA	65,1 passes
MEIO CAMPO	24 passes
ATAQUE	5,2 passes

Tabela 1: Correlação entre número de passes e chutes a gol, de acordo com a região de conquista da posse de bola.

Nestes mesmos jogos, o autor quantificou a quantidade de passes necessários à ocorrência de um gol (Tabela 1.2). Através disto, verificou-se que 53 gols (26%) foram marcados por jogadas de bola parada, e 90 gols (44%) foram anotados através da combinação de um a três passes. Foi verificado também uma forte diminuição da quantidade de gols marcados após uma troca demorada de passes.

QUANTIDADE DOS PASSES	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	
QUANTIDADE DOS GOLS	53	29	35	26	17	16	07	07	01	05	02	02	02	202
% CORRELAÇÃO	26	14	17	13	08	08	03	03	05	02	01	01	01	

Tabela 2: Correlação entre a quantidade de gols e quantidade de passes necessários à ocorrência destes durante os campeonatos mundiais e europeus.

O autor conclui que, se os ataques realizados com um número baixo de passes, somados a uma recuperação da posse da bola o mais próximo possível

da meta adversária são mais eficientes à anotação de um gol, o ideal é que o treinamento técnico-tático da equipe esteja direcionado a estas condições de jogo.

Papadimitriou et al. (2001) realizaram um estudo para comparar as ações defensivas dos quatro finalistas da Copa do Mundo de 1998. Foi realizada a análise das ações através de filmagens das partidas e os dados eram armazenados dentro do sistema Access, onde foram caracterizados e analisados três parâmetros: a) posse de bola temporária na zona de defesa e no meio campo, onde a bola não permanece de posse da equipe, já que logo em seguida ela perde ou se desfaz da posse da bola; b) posse de bola na zona de defesa e meio campo, onde a equipe tem a posse da bola e se organiza para realizar uma ação ofensiva, e: c) ações inibitórias nas zonas de defesa, meio campo e ataque. Foi criado um protocolo para esses parâmetros, e o observador responsável por passar os dados do vídeo para o Access foi assessorado por um técnico de futebol com a finalidade de dominar os parâmetros.

Esse estudo apresentou como resultado, por exemplo, que a França recuperava a posse da bola no ataque mais vezes que o Brasil, mostrando que a equipe francesa realizava uma marcação sobre o adversário desde a saída de bola, diferentemente do Brasil, que preferia uma marcação em seu campo defensivo, mostrando assim comportamentos táticos diferentes entre duas equipes finalistas de uma mesma final de Copa do Mundo. O tipo de marcação aplicado

pela equipe francesa pode ser considerado como um dos fatores responsáveis pelo êxito da equipe francesa no torneio.

2. Objetivo

Esse estudo visa propor e avaliar formas de análise de ações de jogadores de futebol, de modo a fornecer informações qualitativas e sintetizadas das ações dos jogadores de futebol, individual e coletivamente.

3. Materiais e Métodos

3.1. Coleta de Dados

O local da filmagem foi o Estádio do Guarani Futebol Clube. Os sujeitos foram os jogadores das equipes do Guarani Futebol Clube e Santa Cruz Futebol Clube, o juiz e a bola. Para que a filmagem fosse realizada, houve a necessidade de uma autorização junto à Federação Paulista de Futebol, e da emissora detentora dos direitos de transmissão das imagens do Campeonato Brasileiro. No caso, a Rede Globo de Televisão.

Antes da filmagem da partida, foi realizada uma aferição das medidas do campo, para a obtenção dos pontos de referência que serão utilizados na Calibração¹. Para a filmagem foram utilizadas seis câmeras digitais, quatro cobrindo toda a extensão do campo, cada uma com uma região determinada, e duas cobrindo apenas as duas grandes áreas (para auxiliar em possíveis problemas durante o rastreamento dentro das grandes áreas).

¹ Esse processo será explicado mais adiante.



FIGURA 3.1: DISPOSIÇÃO DAS CÂMERAS DURANTE A FILMAGEM DA PARTIDA

3.2. Metodologia

3.2.1. Sistema Dvideow

O sistema Dvideow é um software desenvolvido pelo Laboratório de Instrumentação para Biomecânica (LIB) da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas. É utilizado para a realização de análise cinemática de movimentos humanos, como análise de marcha, análise postural, e análise de deslocamentos simultâneos, como em uma partida de futebol. Este

software possui uma versão única, apresentando interfaces para estes diferentes modelos de aplicação.

Para a realização deste software para o futebol, a realização da análise de deslocamento de jogadores se dá através dos processos de aquisição de imagens, medição automática e transformação imagem - objeto - imagem. Para ser realizada a análise das ações dos jogadores, é necessário o processamento dos dados, obtidos através do registro e arquivamento das ações selecionadas, realizadas em uma interface do software.

3.2.1.1. Aquisição de Imagens

É realizada através da filmagem da partida, com câmeras de vídeo digitais. A partir disto, as imagens são transferidas para o computador através de uma placa de captura (protocolo IEEE 1394), com padrão de entrada dos dados digitalizados no formato AVI (Audio Video Interleaved), para arquivamento dos dados. A frequência de aquisição de imagens é de 30 Hz.



FIGURA 3.2: IMAGEM DIGITALIZADA DA PARTIDA. ANTES DA SEGMENTAÇÃO

3.2.1.2. Medição Automática

É realizada através de processos de morfologia matemática, necessários para a localização e rastreamento do objeto de interesse (nesse caso o jogador). Esses processos formam o processamento digital das imagens. Através destas, obtém-se o posicionamento dos jogadores (segmentação das imagens), necessários para a realização do rastreamento, através dos quadros da seqüência de imagens. Esse processo é realizado automaticamente pelo Sistema Dvideow, a partir de dados estipulados pelo operador.

Segmentação das Imagens

A segmentação consiste em separar, em uma determinada imagem (ou quadro de imagem) os objetos de interesse para análise do que não será utilizado (fundo), proporcionando uma otimização do processamento, no sentido de torná-lo mais rápido. A localização do objeto (no caso o jogador) é feita através de conceitos e operações matemáticas aplicadas ao processamento de imagens, segundo metodologia proposta por Barros et al (1999). No Sistema Dvideow, são realizados dois processos dentro da segmentação:

Extração dos Jogadores

É realizada através dos seguintes passos, que se seguem: a) separação da região do campo em relação ao restante da imagem (placa de propaganda,

arquibancada, bandeirinha, gandulas, banco de reservas, etc.); b) obtenção do campo de futebol sem os jogadores (campo vazio), e; c) extração dos jogadores em relação ao fundo (campo) utilizando o campo vazio.

Formação do contorno (cluster)

Nesse processo é feita a utilização de morfologia matemática para a obtenção do cluster (BARROS et al, 1999), que levam em consideração o relevo topográfico definido por cada jogador na imagem.

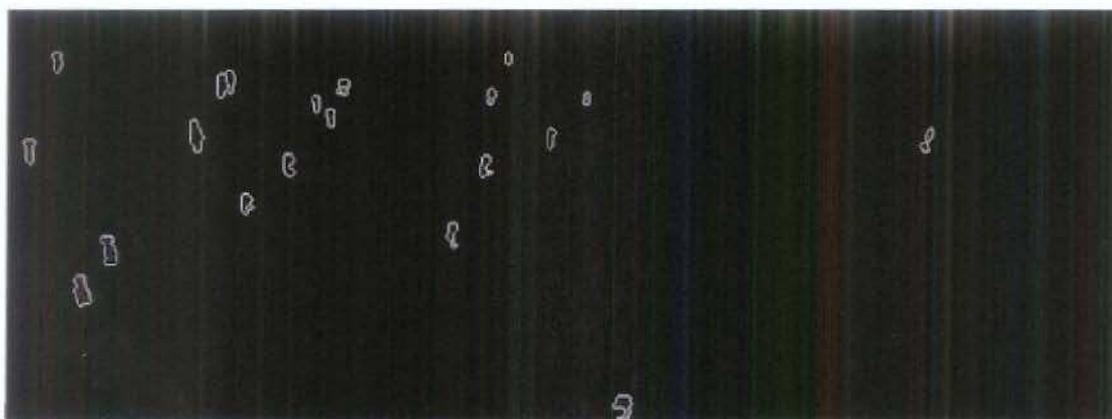


FIGURA 3.3: CLUSTERS - CADA CLUSTER CORRESPONDE A UM JOGADOR

Rastreamento Automático

É realizada através da identificação e rotulação dos clusters², e da definição das trajetórias dos jogadores em cada quadro da seqüência de imagens.

² Esses processos de identificação e rotulação dos clusters são feitos pelo operador, e será explicado com mais detalhes posteriormente

Identificação e Rotulação

Consistem em definir qual o jogador presente em determinado quadro, seu posicionamento, tamanho e cor. Para isso, leva-se em consideração o quadro anterior, e serve de referência de posicionamento para o próximo. Através deste processo são definidas as trajetórias de cada jogador.

Nesses processos, o operador deve identificar um jogador presente em um quadro da seqüência de imagens e criar um rótulo para este (seu time e número da camisa), para que seja realizado o rastreamento das trajetórias durante uma partida. O rastreamento pode ser de duas maneiras: a) manual, quando o operador segue com o *mouse* a trajetória percorrida por determinado jogador, e; b) quando o operador apenas seleciona o jogador, e o rastreamento é realizado automaticamente pelo computador.

Para o rastreamento automático, o próprio software realiza tal procedimento, assim o operador deve apenas acompanhar a trajetória do objeto que está sendo rastreado. Porém, há alguns casos que dificultam o rastreamento automático, como em momentos nos quais dois ou mais jogadores encontram-se muito próximos, ou mesmo quando ocorre uma oclusão total ou parcial entre os mesmos. Assim, o processo de identificação é prejudicado, e conseqüentemente, o rastreamento automático.

Nesses casos, é necessária a intervenção de um operador, através de rastreamento manual dos jogadores. No rastreamento manual, o operador acompanha a trajetória do jogador com o *mouse* até que apareça uma imagem que seja favorável à continuidade do rastreamento automático.

Critérios de definição de Trajetórias

Os dados obtidos com a segmentação são constituídos por uma matriz de dados (i, j) , na qual i corresponde ao número de quadros da seqüência de imagens, e j às coordenadas X e Y, sendo essas equivalentes ao posicionamento de cada objeto num determinado quadro, projetado num campo. Esses objetos podem ser tanto um jogador, o juiz e a bola, quanto ruídos gerados pela segmentação. Essa matriz de dados nos dá uma seqüência de pontos necessários para se definir a trajetória de cada jogador.

Um dos critérios para a definição de trajetórias é a partir da coordenada inicial, em campo, de cada jogador (estipulada pelo operador). A partir da proximidade entre os pontos³ do quadro seguinte, e o ponto mais próximo ao referente no quadro anterior é considerado como pertencente à trajetória de determinado jogador.

O outro critério para definição de trajetórias de jogadores é a partir de cores. Durante a segmentação, os jogadores de cada time são caracterizados nas

³ Entenda-se pontos como sendo um conjunto de pixels, o que formará o objeto que será rastreado. Nesse caso, o objeto será o jogador.

cores vermelho e azul, respectivamente, para, em casos de oclusão, ou mesmo quando os jogadores estão muito próximos, definir o rastreamento dos jogadores a partir dessas cores.

Transformação Imagem - Objeto - Imagem

O movimento de um objeto pode ser descrito no espaço ou no plano, desde que sua posição esteja relacionada a um dado referencial e em função do tempo. Se a referência possuir 03 eixos, ou coordenadas, a posição do objeto será dada no espaço. Se a mesma possuir 02 coordenadas apenas, a posição do objeto será dada no plano.

Na Biomecânica, as metodologias de videogrametria referentes à análise cinemática utilizam-se do sistema de reconstrução tridimensional de coordenadas (3D) e reconstrução bidimensional de coordenadas (2D). O processo de reconstrução 3D está disponível no Sistema Dvideow. Porém, no processo de rastreamento automático de jogadores, foram utilizadas a calibração e reconstrução 2D.

Calibração

A calibração consiste na adequação das imagens coletadas com as utilizadas como referência do objeto da coleta (campo de futebol). No caso do futebol, são adotados como referência alguns pontos do campo (linha da grande

área, pequena área, meio campo etc), que serão arquivados no sistema Dvideow, a fim de ajustar as coordenadas das trajetórias dos jogadores com as imagens reais do campo.

Nesse processo são criados critérios para o rastreamento automático dos jogadores, demonstrado em metodologia proposta por Barros et al (1999). A figura 3.4 mostra a estrutura para arquivamento das coordenadas para a calibração referente ao campo utilizado nessa coleta.

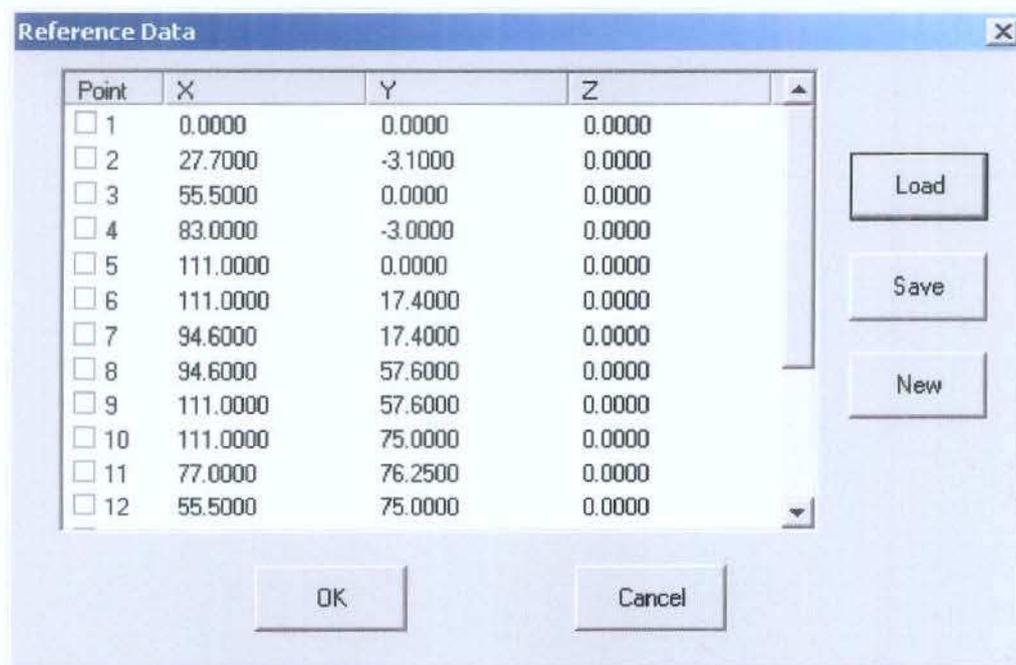


FIGURA 3.4: ESTRUTURA DE ARQUIVAMENTO DOS DADOS DO CAMPO PARA CALIBRAÇÃO

Reconstrução 2D

Demonstra o deslocamento dos jogadores dentro do plano cartesiano. Para isso, são utilizadas as equações de reconstrução bidimensional de coordenadas

(DLT), inicialmente propostas por Abdel-Aziz e Karara (1976 apud MISUTA, 2001).

As equações básicas do método de reconstrução bidimensional de coordenadas estão demonstradas na seqüência:

$$(n_1^k - n_3^k x_i^k) X_i + (n_4^k - n_6^k x_i^k) Y_i + n_7^k - x_i^k = 0$$

$$(n_2^k - n_3^k y_i^k) X_i + (n_5^k - n_6^k y_i^k) Y_i + n_8^k - y_i^k = 0$$

A descrição das coordenadas e dos parâmetros com as alterações são: X_i e Y_i são as coordenadas no plano do i -ésimo ponto de referência e n_h^k ($h=1, \dots, 8$) são os 08 parâmetros da transformação para a k -ésima câmera, a serem determinados.



FIGURA 3.5: RECONSTRUÇÃO DAS IMAGENS EM 2D

Processamento dos dados

O processamento dos dados⁴ engloba o registro o arquivamento das ações. É realizado em uma interface do software especialmente desenvolvida para a aplicação no futebol, sendo necessária a utilização tanto da animação quanto das imagens rastreadas da partida, a fim de se obter o jogador que está realizando a ação, e do momento (tempo) e localização exata da ação. É constituída pelo registro e o arquivamento das ações. Para a realização desses processos, foi necessária a caracterização das ações selecionadas para análise nessa pesquisa.

Caracterização das Ações no Futebol

O futebol apresenta algumas particularidades para que sejam realizadas sua filmagem, aquisição de imagens, medição automática, transformação imagem-objeto-imagem e captação e arquivamento de ações. A filmagem não pode ser interrompida a cada ponto anotado, como no voleibol, ou quando a bola sai da quadra, como no caso do basquetebol, ou mesmo após uma jogada de ataque, como no caso do futebol americano, já que nesses casos, o cronômetro é parado, ou nem mesmo é necessário. No futebol, são jogados 45 minutos sem interrupção. Devido a esses fatores, por mais que não esteja havendo uma jogada, ou mesmo

⁴ Referentes às ações realizadas pelos jogadores em relação à bola, como passes, desarmes e finalizações. Estas serão explicadas posteriormente

que a partida seja paralisada, assim mesmo há necessidade de ser realizado o rastreamento.

Assim, foi realizada uma seleção das ações a serem utilizadas para o registro e arquivamento. Partiu-se da análise de literatura, somada ao que é utilizado por técnicos e pela mídia atualmente para proporcionar uma análise tanto do desempenho individual quanto coletivo durante uma partida, de modo a englobar todas as ações envolvendo a bola.

Em razão disso as ações abaixo foram selecionadas para registro e arquivamento:

- **Passe:** toque na bola realizado por um jogador com o intuito da mesma, após percorrer uma trajetória, ficar de posse outro jogador de sua própria equipe. Pode ser realizado com qualquer parte do corpo com o qual é permitido pela regra. Quando o passe chega ao companheiro, é considerado certo. Quando não chega ao companheiro, é considerado errado⁵;

- **Desarme:** caracterizado como uma tentativa de recuperação de bola que esteja de posse do time adversário, sem que seja cometida falta. Quando o jogador realiza o desarme o próprio ou outro jogador de seu time fica de posse da bola, o mesmo é considerado certo (com posse). Quando o jogador realiza o desarme,

⁵ Todas as considerações a respeito de certo ou errado, para as ações, foram estruturadas da forma o mais objetiva possível. Assim, são desconsiderados fatores como, por exemplo, a intenção de *errar* o passe, ou de perder a posse de bola, mas sim o que de fato ocorreu, objetivamente.

mas, por algum motivo, nem ele nem seu time mantiveram a posse da mesma, o desarme é considerado errado (sem posse). Quando um goleiro bate o tiro de meta e a bola é rebatida por um jogador adversário, o tiro de meta é considerado passe errado, e a rebatida é considerada como desarme errado. Em cruzamentos para a área em que a bola é rebatida, o rebote é considerado desarme, e se permanecer de posse de seu time, é considerado certo. Se não, é considerado errado. Uma defesa do goleiro também é considerada desarme;

- **Falta:** tentativa de recuperação de bola na qual o jogador usa de força excessiva e/ou desnecessária para realizá-la (NAZARENO, 1997), sendo caracterizada pela interrupção da partida pelo árbitro. Nessa ação são anotados tanto o jogador que recebeu quanto o que cometeu a falta;

- **Cruzamento:** passe realizado na região lateral do campo, próximo à grande área adversária, devendo a bola alcançar um jogador da mesma equipe que esteja posicionado dentro ou próximo à área adversária. Por sua peculiaridade, objetividade e localização de realização, é caracterizado como uma ação separada do passe. É considerado certo quando um jogador da mesma equipe recebe a bola, e errado quando nenhum jogador a recebe, ou por desarme realizado por algum jogador da equipe adversária, ou mesmo quando o cruzamento não alcança nenhum jogador da mesma equipe.

- **Cobrança de falta:** chute realizado em direção à meta adversária, caracterizada pela linguagem técnica como tiro livre direto. Caso seja cobrança de falta de dois

lances, ou tiro livre indireto, o mesmo será computado como passe, seguido de finalização;

- **Finalização:** chute direcionado ao gol adversário, realizado com qualquer parte do corpo permitida pela regra. Pode ser certo, quando é em direção ao gol, ou errado, quando não vai em direção à meta;

- **Lateral:** reposição de bola realizada na linha lateral de campo, por um jogador, com as mãos. Pode ser certa, quando a mesma equipe mantém a posse da bola, ou errada, quando a equipe perde a posse da bola após a cobrança do mesmo;

- **Escanteio:** reposição de bola realizada na linha de canto do campo, por um jogador com os pés. Quando chega a um jogador do mesmo time, é considerada certa. Quando é interceptada por algum jogador da equipe adversária, é considerada errada;

- **Recepção:** toda vez que o jogador faz o domínio da bola recebida, através de um passe ou de algum desarme errado realizado por um jogador de sua equipe ou adversário;

- **Perda de posse:** situação na qual o jogador perde o domínio da posse da bola. Quando um jogador passa a bola para outro da mesma equipe, e este não consegue domina-la, é considerado passe certo com perda de posse;

- **Cartão:** pode ser amarelo ou vermelho;

- **Impedimento:** situação na qual o jogador vai receber um passe proveniente de um companheiro, e, no momento da realização desse passe, não há pelo menos dois jogadores da equipe adversária entre o jogador que irá receber o passe e a meta adversária. Porém, quando o jogador que irá receber o passe estiver posicionado antes da linha de meio campo, não será caracterizado impedimento independentemente do número de jogadores adversários entre este e a meta. Quando o passe se inicia de lances de bola parada (exceto em cobrança de falta), não há impedimento;

- **Gol:** toda vez, em jogada válida, que a bola atravessar a meta adversária.

Registro e Arquivamento das Ações

Com o Sistema Dvideow é possível conhecer a localização em 2D de cada jogador em campo, em cada quadro, através do rastreamento automático de jogadores. Isso permitiu a criação de ferramentas para o registro e arquivamento de ações dos jogadores durante a partida.

Registro das Ações

O Sistema Dvideow possui um ambiente capaz de realizar o registro das ações selecionadas. Para isso é necessário seguir uma seqüência de procedimentos necessários: a) seleção das ações, e; b) classificação das ações.

Seleção das Ações

São selecionadas as ações a serem utilizadas durante o processo de registro. Como descrito no item "**Caracterização das Ações no Futebol**", as ações selecionadas foram: 1) passe, certo e errado; 2) desarme, com posse e sem posse; 3) falta, cometida e sofrida; 4) cruzamento, certo e errado; 5) cobrança de falta, certa e errada; 6) finalização, certa e errada; 7) lateral, certo e errado; 8) escanteio, certo e errado; 9) cartão, amarelo e vermelho; 10) perda de posse; 11) impedimento; 12) recepção, e; 13) gol.

Classificação das Ações

É realizada através da análise da partida, de duas maneiras: a) através da animação em 2D, que dá uma visualização de todo o campo, e; b) através da seqüência de imagens em AVI, que mostra as ações mais detalhadamente (com mais qualidade de imagens e com maior precisão do momento exato da realização da ação), porém, permitindo a visualização de uma câmera de cada vez. A análise da partida é realizada por ambas, de acordo com a necessidade de cada lance da

partida, porém há uma predominância de utilização da seqüência de imagens em AVI.

Através do acompanhamento da partida, é feita uma visualização das ações. Quando de uma ação realizada em relação à bola, é selecionado o número do jogador que a realizou, em uma barra de números presente na barra de ferramentas do Sistema Dvideow.

Feito isso, é realizada a classificação da ação realizada, de acordo com as ações selecionadas e presentes na barra de ferramentas do Sistema Dvideow. O próximo passo é analisar o resultado da ação, e selecionar seu resultado na barra de ferramentas do programa.



FIGURA 3.6. SISTEMA DVIDEOW. REGISTRO DAS AÇÕES DOS JOGADORES

A figura 3.6 nos mostra a interface para registro de ações no Sistema Dvideow, além da seleção das categorias básicas (foto, parte inferior, à esquerda), sendo na ordem: a) *frame*; quadro em que está sendo realizada a ação, a uma frequência de 30 Hz; b) *player*; nº do jogador que executou a ação; c) *position*; localização em campo da ação realizada em um plano cartesiano 2D; d) *event*; ação executada pelo jogador, e; e) *result*; resultado da ação executada. No exemplo, foi sublinhado um passe certo realizado pelo jogador de número 10, a 11 minutos de partida.

Arquivamento das Ações

A estrutura do arquivo é distribuída em 6 colunas, que se segue: 1) quadro em que a ação foi realizada; 2) número do jogador que realizou a ação; 3) coordenada X do local do campo em que a ação foi realizada; 4) coordenada Y do local do campo em que ação foi realizada; 5) ação selecionada, recebendo cada uma um número, de 0 a 12 e; 6) resultado da ação selecionada, tendo também um número específico em relação a uma determinada ação, podendo ser 0 ou 1.

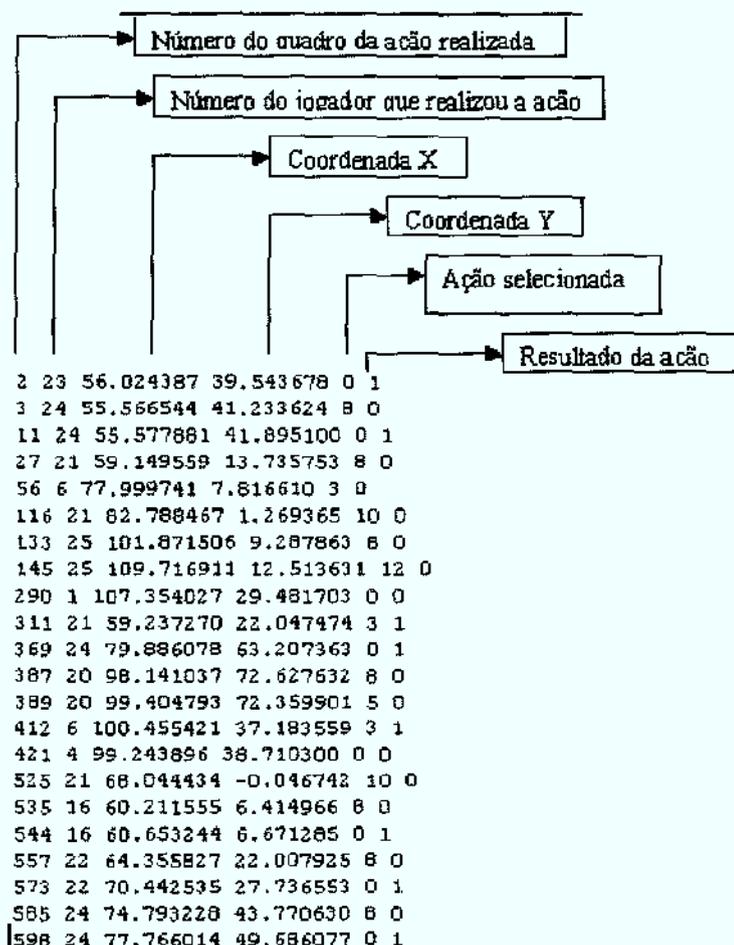


FIGURA 3.7: ESTRUTURA DO ARQUIVO DAS AÇÕES

O sistema Dvideow possui uma interface para arquivamento dos dados da partida, como local, data, hora, times e jogadores participantes. Essa interface, chamada *Report* (Relatório), funciona como uma planilha para consulta, e posterior banco de dados para a ferramenta de análise do sistema Dvideow, como será mostrada mais à frente.

The screenshot shows a 'Soccer Report' window with the following details:

- Team A: Guarani, Team B: Santa Cruz, Stadium: Brinco de Ouro
- Date: 2/12/2001, Time: 15:00

PLAYERS				EVENTS			
	TeamA	Number	TeamB	Number	Reg	Name	Result
1	Gilberto	1	Filzon	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Passe	Certo Erado
2	Alouande	2	Conra	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Falta	Sofido Concedida
3	Edu Drocena	4	Stridul	3	<input checked="" type="checkbox"/>	Faltoso-co	Certo Erada
4	Lica	3	Franbeto	4	<input checked="" type="checkbox"/>	Desarme	com-pose sem-pose
5	Henrique	5	Debei	5	<input checked="" type="checkbox"/>	Conducao	inicio Im
6	Jailson	5	Enriado	6	<input checked="" type="checkbox"/>	Cruzamento	Certo Erado
7	Cao	8	Etebeo	7	<input type="checkbox"/>	gol	
8	Marcelino	10	Estete	8	<input type="checkbox"/>	cobranca-de-falta	
9	Sival	9	Vieira	9	<input type="checkbox"/>	Recepcao	
10	Fernagã	7	Enriado	10	<input type="checkbox"/>	Escanteio	
11	Ederson	11	Ficadinho	11	<input type="checkbox"/>	Lateral	
12	Castano	0	V. Souza	12	<input checked="" type="checkbox"/>	Chute	Anuncio Vermelho
13	Ederson	0	Enriado	13	<input type="checkbox"/>	Pena de posse	
14	Gullesmi	0	Milinho	14	<input type="checkbox"/>	impedimento	
15					<input type="checkbox"/>		
16					<input type="checkbox"/>		

Buttons: Save, OK, Cancel, Load

FIGURA 3.8: PLANILHA DA PARTIDA GUARANI X SANTA CRUZ

O desenvolvimento das formas de análise é feito a partir da análise dos dados obtidos com o arquivamento das ações, para se avaliar a necessidade de desenvolvimento e as possibilidades de criação de formas de análise.

3.3. Desenvolvimento de Formas de Análise

O desenvolvimento de formas de análise foi realizado partindo da necessidade de obtenção de informações das ações realizadas pelos jogadores, em diferentes maneiras. Assim, foram desenvolvidos filtros das categorias básicas (quadro, jogador, posição em campo da ação realizada, ação realizada e resultado da mesma) de modo a analisar o desempenho técnico e tático do jogador.

Primeiramente, foi criada uma forma de análise (em ambiente MATLAB) que obtivesse todas as ações realizadas por cada jogador, mostrando o local do

campo em que ela ocorreu, mas sem especificar qual a ação realizada, ou mesmo o resultado dessa ação. São estipulados como parâmetros (filtros) para essa análise o arquivo em que se localizam as ações (arquivos .ant), o jogador a ser analisado e a cor na qual as ações pretendem ser analisadas.

Posteriormente, foi criada uma forma de análise que permitisse a visualização de alguma ação determinada, sendo selecionada dentro da própria função. Também foi implementada a utilização de símbolos, esses disponíveis no programa MATLAB. Assim, cada ação apresenta um símbolo próprio para visualização, distribuídos da seguinte maneira: passe, certo e errado (*); falta, cometida e sofrida (▲); finalização, certa e errada (□); desarme, certo e errado (x); cruzamento, certo e errado (+); gol (-); cobrança de falta, certa e errada (◆); recepção (◇); escanteio, certo e errado (•); lateral, certo e errado (o); cartão, amarelo e vermelho (▼); perda de posse (►) e; impedimento (◄). Nessa mesma forma de análise, era visualizado o resultado dessa ação, sendo certo na cor verde e errado na cor vermelha. Os parâmetros para visualização dessa forma de análise foram o arquivo em que se localizam as ações (arquivos .ant), o número do jogador e a ação a ser analisada.

Foi criado um campo com uma divisão em 16 regiões, para que seja proporcionada uma nova possibilidade de visualização das ações dos jogadores, através da análise de determinadas regiões do campo. O campo foi desenhado tendo como base as dimensões do Estádio do Guarani Futebol Clube. Nessa

forma de análise, cada região é constituída por duas coordenadas X e duas coordenadas Y, de valores estipulados previamente.

Assim, foi criada também uma forma de análise que permitisse a visualização de uma determinada ação, para quantos jogadores se tiver a necessidade de analisar, visualizados no campo com a divisão em regiões, possibilitando a visualização (e análise) em determinadas regiões do campo, podendo ser uma região apenas, ou mesmo o meio campo de ataque da equipe, por exemplo. Os filtros para visualização dessa forma de análise são o arquivo em que se localizam as ações (arquivos .ant), o (s) número (s) do (s) jogador (es) e a ação a ser analisada.

Outra forma de análise desenvolvida possibilita a visualização das ações em um espaço de tempo especificado (por exemplo, do minuto 5 ao 20 do segundo tempo), podendo ser utilizado em qualquer forma de análise. Os parâmetros para visualização dessa forma de análise são o tempo inicial e o final ao qual se pretende analisar as ações realizadas por determinado jogador.

Foram desenvolvidas também algumas formas de análise dentro do Sistema Dvideow. Nesse sistema foi possível desenvolver uma maior quantidade de símbolos, bem como de formas de análise que permitam novos meios de visualização. Dentro dessa estrutura podem ser estipulados como parâmetros todas as ações seccionadas para arquivamento, bem como do resultado da

mesma, para um ou mais jogadores para análise. A figura abaixo mostra as possibilidades de visualização de ações do Sistema Dvideow.

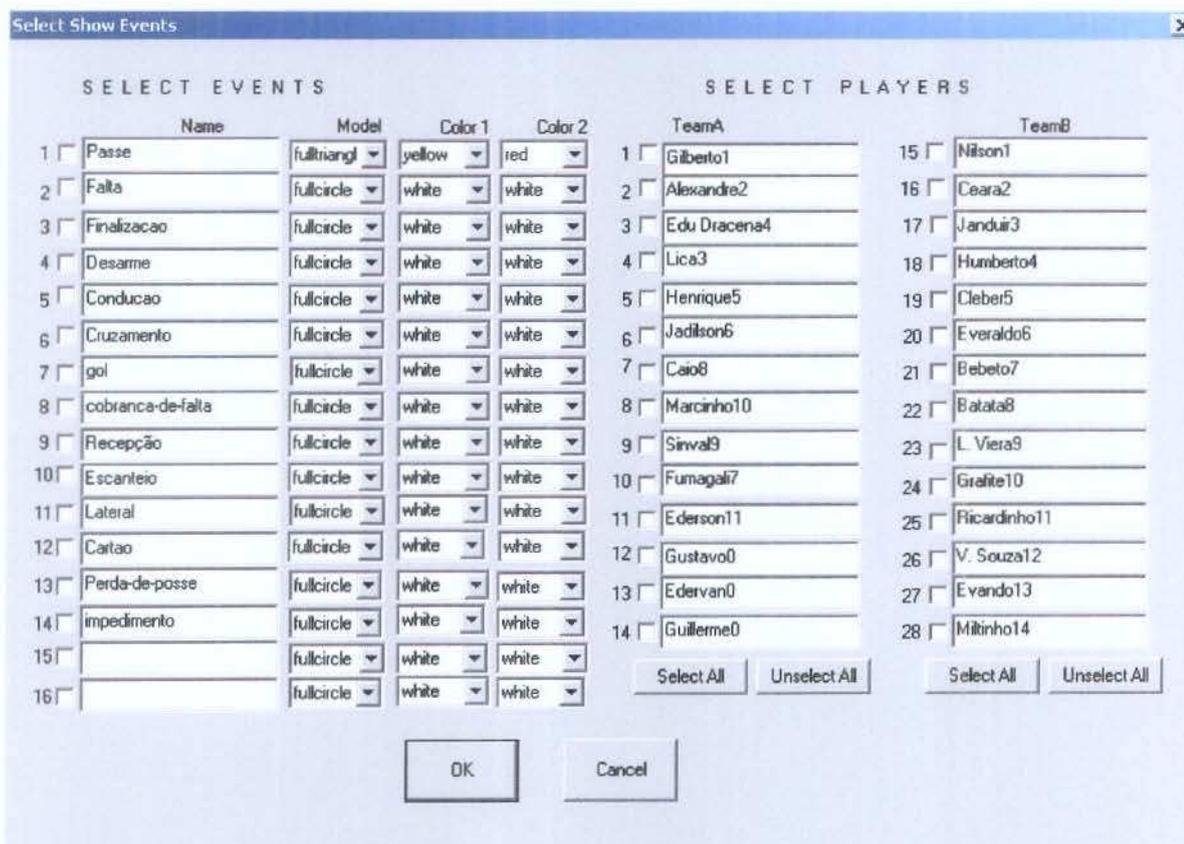


FIGURA 3.9: ESTRUTURA PARA DESENVOLVIMENTO E VISUALIZAÇÃO DE FORMAS DE ANÁLISE DAS AÇÕES NO SISTEMA DVIDEOW

4. Resultados e Discussão

As formas de análise desenvolvidas propiciam uma visualização do desempenho individual dos jogadores, relacionado tanto a sua atuação tática quanto a sua atuação técnica. A seguir, seguem alguns resultados para análise, como exemplo:

1- Selecionar todas as ações dos jogadores durante uma partida e visualizá-las no local de sua realização em campo. Essa forma de análise mostrou-se eficiente por proporcionar a visualização da atuação do jogador em campo, podendo caracterizar a atuação deste dentro de um esquema tático proposto pelo técnico. Porém, apresenta como limitação o fato de que possibilita uma visualização simplificada das ações, impossibilitando a análise de determinada ação individualmente, já que todas apresentavam o mesmo símbolo e a mesma cor. Por exemplo, na figura 4.1, está a possibilidade de visualizar todas as ações realizadas pelo jogador nº 6, porém sem a possibilidade de visualizar alguma ação em especial. A partir dessa forma de análise, é possível verificar, por exemplo, que este jogador, atua pelo lado esquerdo de ataque de sua equipe, e apresenta uma distribuição de suas ações por todo o comprimento do campo, possibilitando assim a caracterização do jogador, dentro do esquema tático, como lateral esquerdo. Pode-se verificar também que este jogador atuou mais adiantado, já que poucas ações são visualizadas próximos à sua área de defesa, e há uma grande concentração de ações em sua região de ataque, podendo nos

dar possibilidades de estudar o esquema tático proposto pelo técnico nesta etapa de jogo: verifica-se assim que ele deve ter recebido uma cobertura de algum jogador para poder atuar mais avançado, podendo ser de algum jogador de meio campo ou de algum zagueiro.

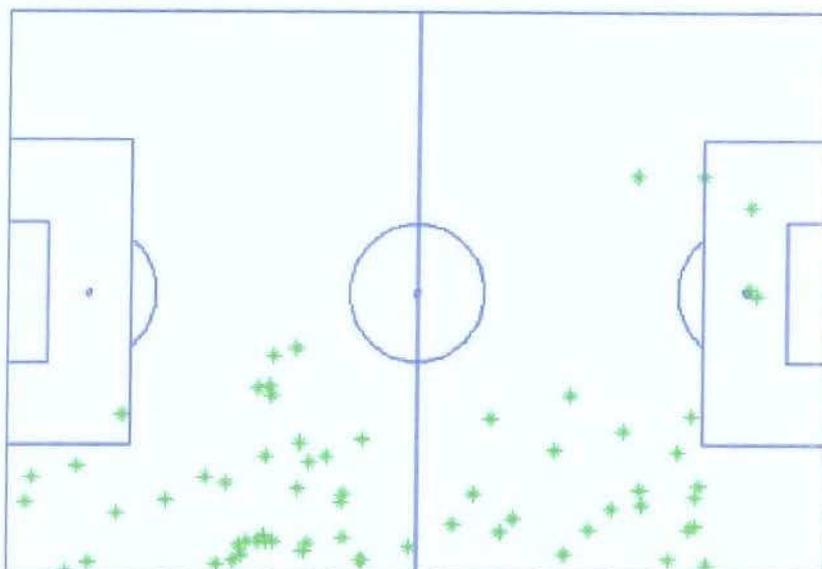


FIGURA 4.1: TODAS AS AÇÕES DO JOGADOR Nº 8 DURANTE O 1º TEMPO DA PARTIDA

2- Visualizar apenas uma ação, bem como de seu resultado: Já possibilita uma melhor análise técnica, já que, além de mostrar apenas uma ação, proporciona ainda uma visualização do seu desempenho para a ação selecionada. Assim, com a figura 4.2, é possível analisar o desempenho técnico desse jogador em relação aos seus passes no 2º tempo da partida. Isso nos mostra que tecnicamente, ele teve um bom desempenho nesse fundamento. Porém, realizando uma intersecção de seu desempenho técnico com sua atuação tática, fica possível analisar que este jogador não realizava ações mais próximas à área adversária, apresentando assim uma função tática relacionada à marcação no meio campo, podendo caracterizar o jogador como volante. Deste modo, fica

possível concluir que ele não tinha a responsabilidade sobre a armação de jogadas da equipe, não necessitando, portanto realizar passes mais longos ou mesmo com uma dificuldade de acerto maior, devendo apenas conduzir e passar a bola para os jogadores responsáveis pela armação de jogadas, podendo ele realizar passes mais curtos, que apresentam uma dificuldade bem menor em relação aos armadores. Como não foi feita uma divisão dos passes em longo, médio e curto, devido a dificuldades de conceituar essas sub-divisões dos fundamentos Em caso de se realizar uma análise pelo aspecto técnico isoladamente, esse jogador pode apresentar um desempenho muito maior que um jogador responsável pela armação das jogadas, que, pelas características de dificuldade de seus passes, apresenta uma quantidade de erros nesse fundamento bem maior relacionado com o volante. A figura 4.2 mostra os passes realizados por dois jogadores de meio campo da equipe, sendo um de marcação (à esquerda) e outro de armação de jogadas (à direita).

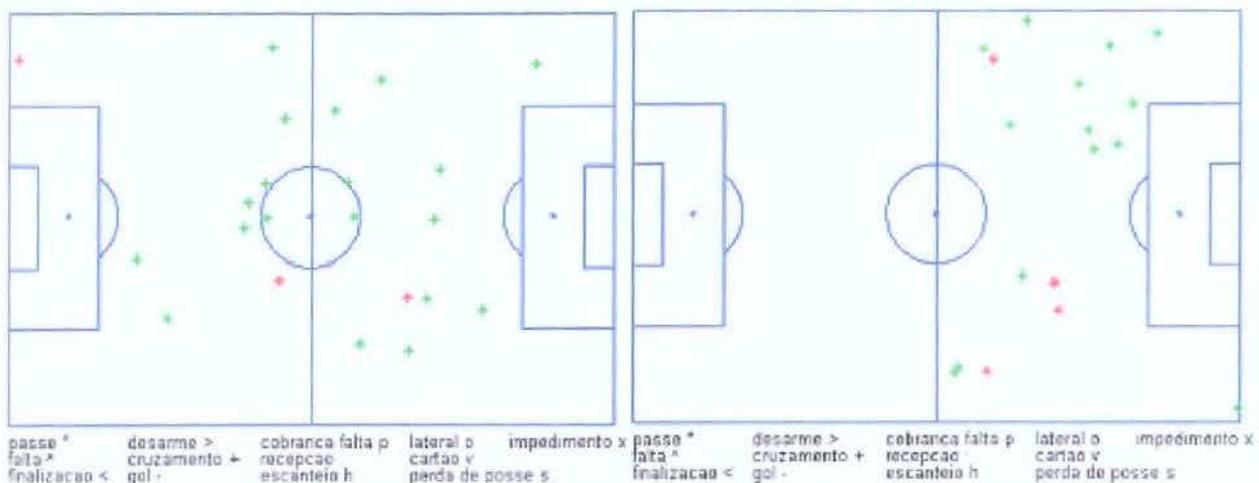


FIGURA 4.2: TODOS OS PASSES REALIZADOS PELOS JOGADORES NÚMEROS 5 (FIGURA À ESQUERDA) E 10 (FIGURA À DIREITA) DA EQUIPE DO GUARANI F.C., DURANTE O 2º TEMPO DA PARTIDA. CERTOS NA COR VERDE E ERRADOS NA COR VERMELHA.

3- A visualização de todas as ações simultaneamente, bem como seu resultado: Proporciona uma boa visualização de ordem técnica, já que diferencia o resultado das ações, além de permitir uma visualização da região de atuação do jogador, proporcionando um conhecimento de sua atuação tática durante a partida. Essa forma de análise, além de proporcionar uma análise da atuação tática do jogador, também nos dá a possibilidade de visualizar o desempenho de uma ação individualmente. A figura 4.3 nos mostra a atuação do jogador nº 8 da equipe do Guarani F.C., sendo que nesse quadro, é possível identificar que o jogador apresenta uma boa qualidade nos passes, devido à baixa quantidade de passes em vermelho na plotagem. Taticamente, é possível verificar que o jogador se apresenta com uma relativa freqüência ao ataque, porém, ele é deficiente na finalização, já que não há nenhum acerto nesse fundamento, devendo o mesmo ser corrigido nos treinamentos, já que os erros se deram na entrada da grande área adversária, na denominada "meia-lua", região essa muito propícia para a marcação de um gol, levando a conclusão que essas falhas não podem ocorrer, já que comprometem o êxito da equipe na partida. O fato da possibilidade de visualização da localização exata da ação realizada pelo jogador é um diferencial do sistema Dvideow em relação aos sistemas de anotação e análise de ações manuais, já que esses não permitem essa noção da localização exata das ações dos jogadores. Uma limitação dessa forma de análise é que, com o excesso de ações, poderá haver situações de dificuldade de visualização de uma ação em especial, devido à quantidade de informações obtidas com essa função.

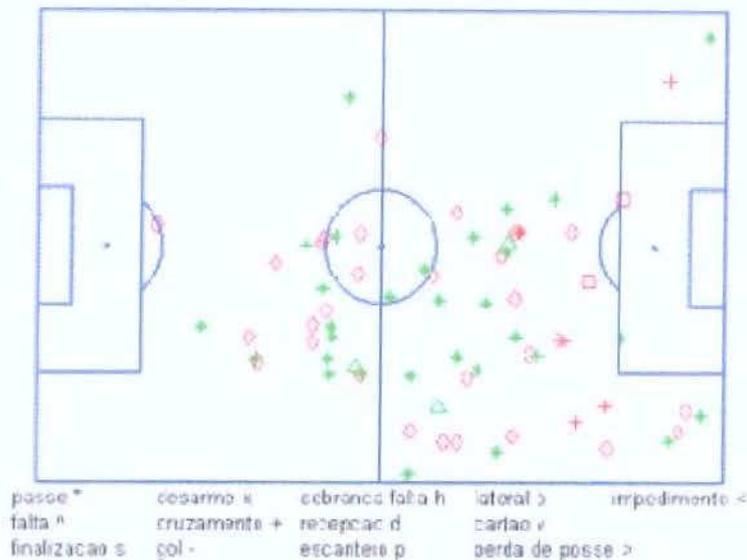


FIGURA 4.3: TODAS AS AÇÕES DO JOGADOR Nº8 DO GUARANI F.C. NO 2º TEMPO DA PARTIDA

4- A análise das ações por região, de quantos jogadores forem necessários: essa forma de análise, ao possibilitar de visualização das ações por regiões específicas do campo, se apresenta como uma outra possibilidade de análise do desempenho técnico e tático dos jogadores, promovendo também uma análise do esquema tático da equipe. Como exemplo, na figura 4.4 mostra os desarmes do jogador nº 2 (lateral direito) da equipe do Guarani F.C. durante o 1º tempo da partida. Inter-relacionando as informações obtidas na figura 11 com a figura 4.5 (que mostra os passes e cruzamentos realizados pelo mesmo jogador nesse mesmo período), é possível obter algumas conclusões: ele atuou mais adiantado, havendo algum jogador responsável pela cobertura do espaço no campo de atuação desse jogador, ou que a equipe adversária não apresentava nenhum jogador atuando por aquela região no ataque. Através da análise das ações da figura 4.6 (que mostra os cruzamentos realizados pelo jogador nº 6 da equipe do

Santa Cruz F.C. e os desarmes realizados pelo jogador nº3 da equipe do Guarani F.C.), conclui-se que o jogador nº 2 da equipe do Guarani F.C. atuou com mais liberdade para atacar, sendo o jogador nº 3 de sua equipe responsável para realizar a marcação dessa região quando algum jogador da equipe adversária atuava pela região, como o jogador nº 6 (lateral esquerdo) da equipe do Santa Cruz, que chegou a atuar por aquela região, mas errando todos os cruzamentos realizados. Analisando as ações do jogador na figura 4.4 em sua região ofensiva do campo é possível analisar que o desempenho no ataque desse jogador foi baixo, já que a quantidade de passes e cruzamentos realizados próximos à área adversária foram baixos. Comparando a atuação desse jogador com a do jogador nº 6 (lateral esquerdo) de sua equipe (Guarani F.C.), através das figuras 4.5 e 4.6, é possível verificar que o jogador nº 6 apresentou uma maior postura ofensiva em relação ao jogador nº 2.

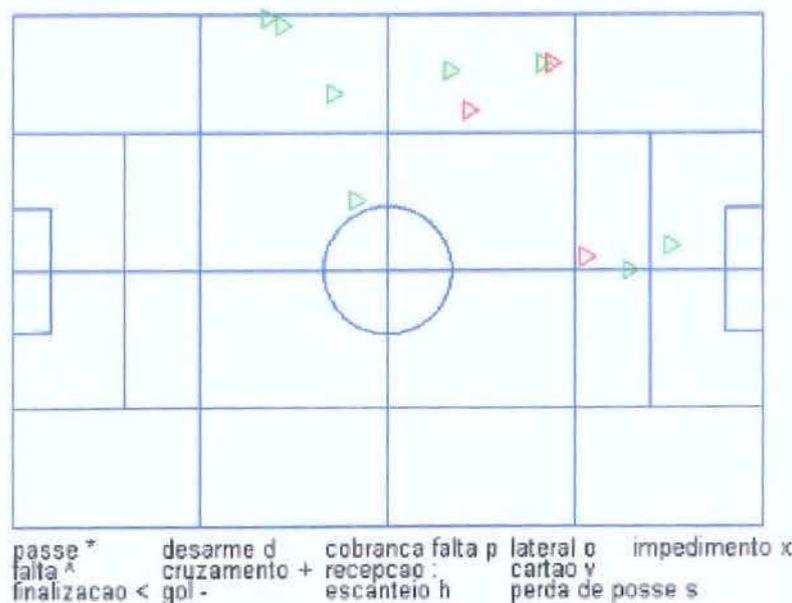


FIGURA 4.4: DESARMES DO JOGADOR Nº 2 DA EQUIPE DO GUARANI F.C. NO 2º TEMPO DA PARTIDA

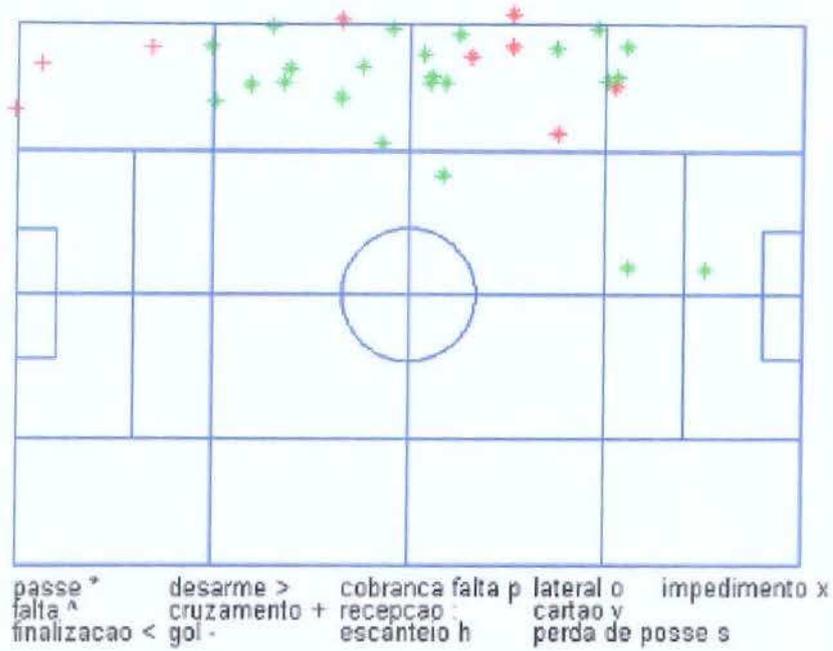


FIGURA 4.5: PASSES E CRUZAMENTOS REALIZADOS PELO JOGADOR Nº 2 DA EQUIPE DO GUARANI F.C. NO 1º TEMPO DA PARTIDA

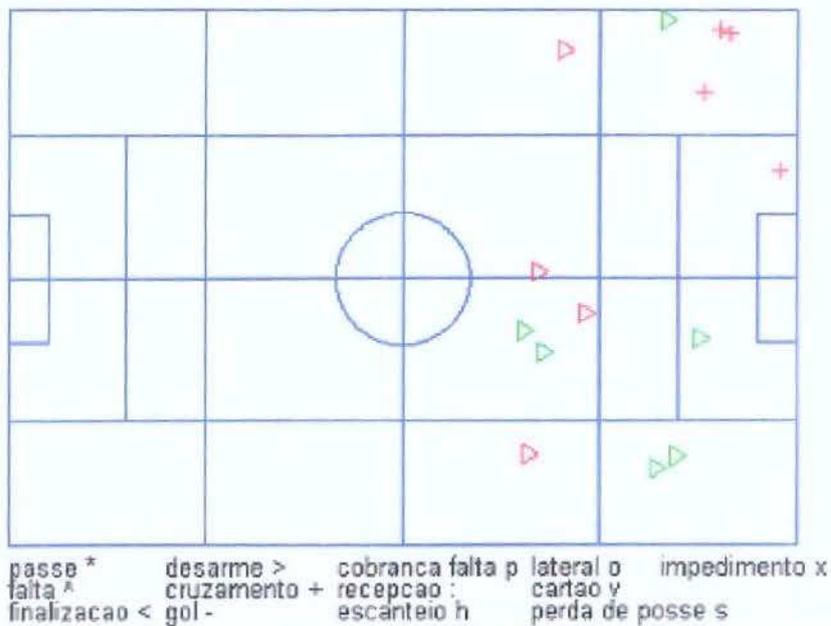


FIGURA 15: CRUZAMENTOS REALIZADOS PELO JOGADOR Nº 6 DA EQUIPE DO SANTA CRUZ F.C. E DESARMES REALIZADOS PELO JOGADOR Nº 3 DA EQUIPE DO GUARANI F.C. NO 1º TEMPO DA PARTIDA

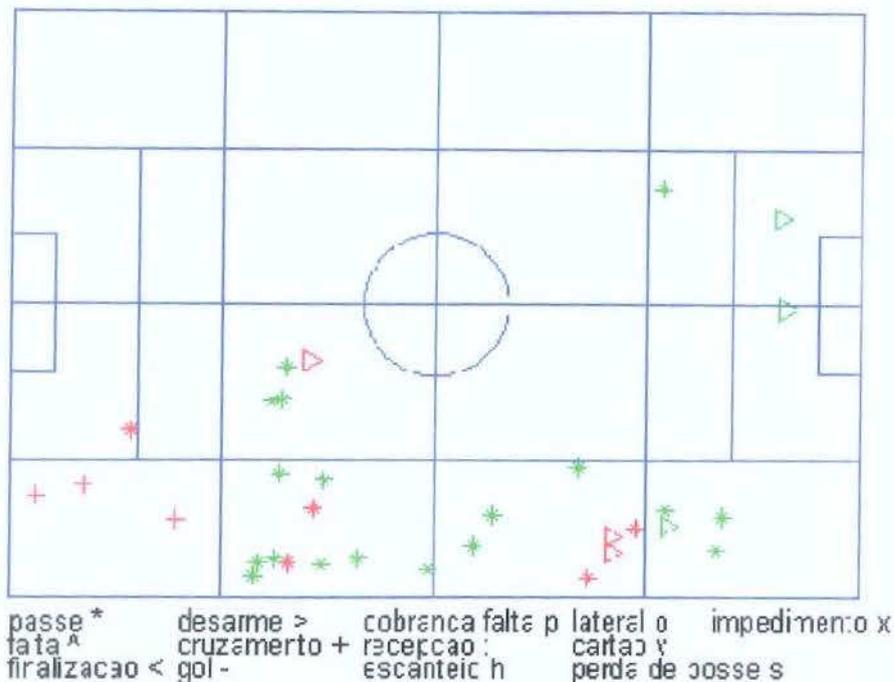


FIGURA 4.6: PASSES, DESARMES E CRUZAMENTOS REALIZADOS PELO JOGADOR Nº 6 DA EQUIPE DO GUARANI F.C. NO 1º TEMPO DA PARTIDA

5- A análise de ações por tempo: Essa forma de análise permite uma visualização da distribuição das ações realizadas por um jogador em um espaço de tempo determinado, possibilitando analisar comportamentos técnicos e táticos dos jogadores em diferentes situações de jogo, como substituições, expulsões, marcações de gol, etc. Como exemplo, temos a análise de passes de alguns jogadores da equipe do Guarani em diferentes momentos de jogo. Na figura 4.7, os passes e cruzamentos realizados pelos jogadores nº 2 e nº 8 da equipe do Guarani F.C. dos minutos 1 ao 15 do 2º tempo da partida mostram que o jogador nº 2 manteve sua atuação tática inalterada em relação ao 1º tempo, se compararmos com a figura 4.4, em que o jogador nº 8 apresentou uma atuação bem distribuída pelos dois lados do campo. Com a figura 4.8, que possibilita a

visualização das mesmas ações desses dois jogadores, mostra que o jogador nº 2 foi pouco acionado, devido à diminuição de passes realizados por ele nesse período, somado ao fato do jogador nº 8 apresentar uma concentração de passes em seu campo de defesa, o que dificultou as investidas do jogador nº 2 em ações ofensivas. Porém, a figura 4.6 já mostra uma maior quantidade de ações dos jogadores 2 e 8 nos 15 minutos finais da partida. Isso pode auxiliar em algumas conclusões, como o técnico da equipe ter dado instruções para a equipe usar mais esse lado do campo para realizar o ataque durante esse período da partida, podendo ser por a equipe estar em desvantagem no placar, ou pelo técnico ter percebido uma deficiência na marcação por aquele setor pela equipe adversária.

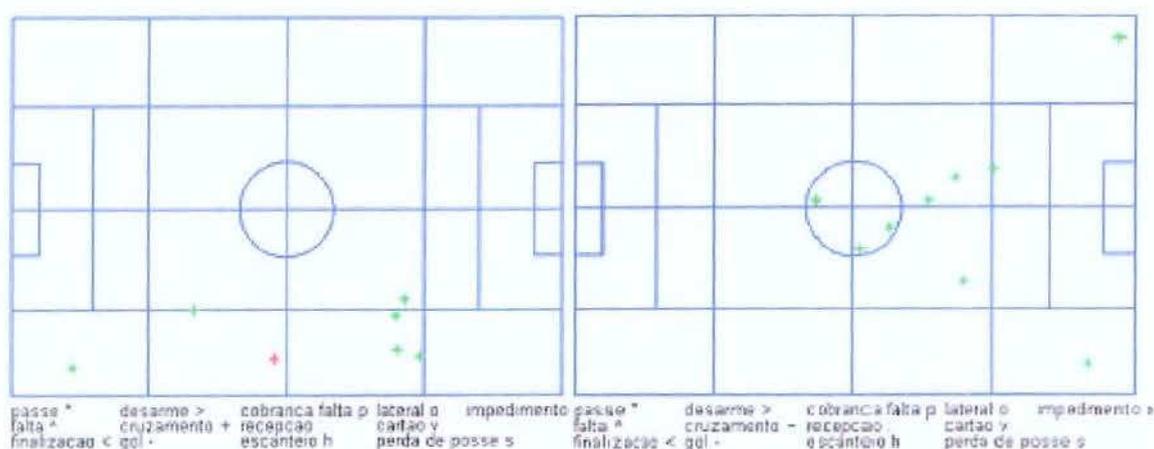


FIGURA 4.7: PASSES E CRUZAMENTOS REALIZADOS PELOS JOGADORES Nº 2 (FIGURA À ESQUERDA) E Nº 8 (FIGURA À DIREITA), ENTRE OS MINUTOS 1 E 15 DO 2º TEMPO DA PARTIDA

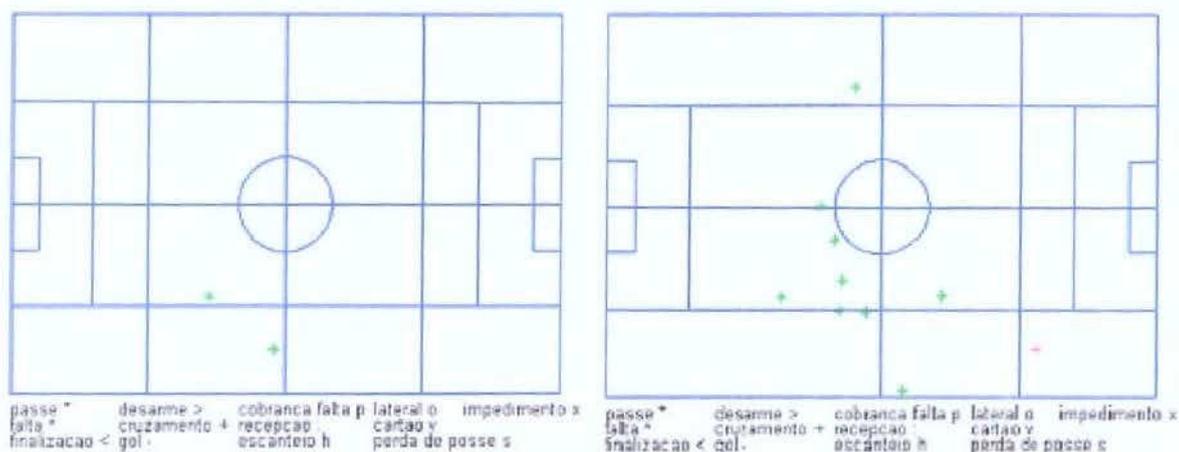


FIGURA 4.8: PASSES E CRUZAMENTOS REALIZADOS PELOS JOGADORES Nº 2 (FIGURA À ESQUERDA) E Nº 8 (FIGURA À DIREITA), ENTRE OS MINUTOS 15 E 30 DO 2º TEMPO DA PARTIDA.

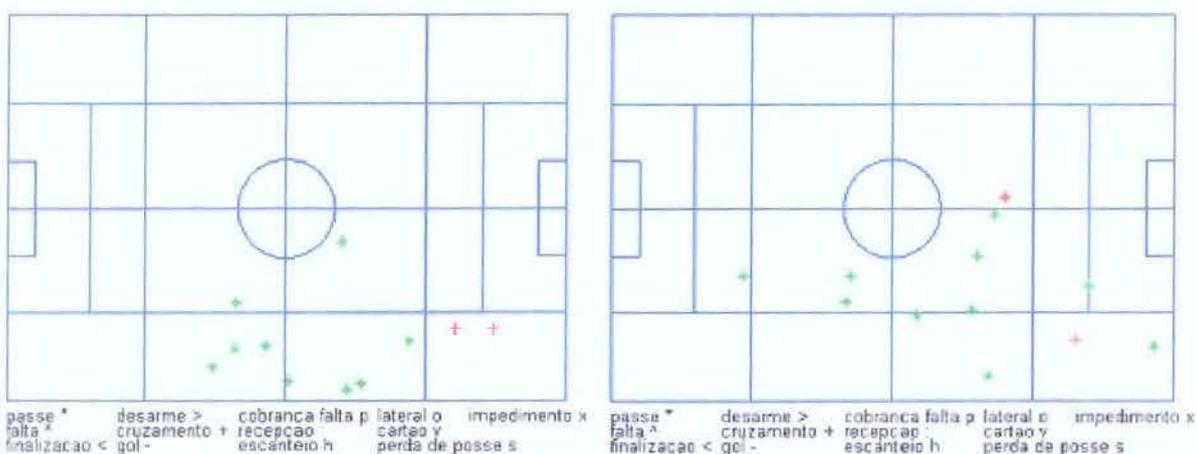


FIGURA 4.9: PASSES E CRUZAMENTOS REALIZADOS PELOS JOGADORES Nº 2 (FIGURA À ESQUERDA) E Nº 8 (FIGURA À DIREITA), ENTRE OS MINUTOS 30 E 45 DO 2º TEMPO DA PARTIDA.

6- Promover, dentro do Sistema Dvideow, a visualização das ações de quantos jogadores e ações forem necessárias para análise. Essa forma de análise mostrou-se eficiente para visualizar diferentes ações, já que cada uma poderia receber um símbolo diferente (podendo ser confeccionado pelo operador), e assim, analisar uma ação apenas ou várias ações, de um ou mais jogadores

concomitantemente. Como exemplo, a figura 4.10 nos mostra algumas ações realizadas pelo jogador nº 8 da equipe do Guarani F.C. durante o 1º tempo da partida. Essa forma de análise, além de possibilitar a visualização do local das ações. Mostrando a atuação tática deste durante a partida, ainda nos possibilita o conhecimento da quantidade das ações para esse intervalo de tempo. Nessa figura, nos dá a mostra de que esse jogador atuou mais pelo lado direito do ataque de sua equipe, sendo que, em algumas vezes, auxiliou seu setor defensivo. Tecnicamente, ele não errou passe algum, porém não acertou nenhum de seus cruzamentos. Esse jogador, por receber a bola por um grande número de vezes, mostra que é importante para a armação das jogadas da equipe. Uma outra possibilidade dessa forma de análise é que o tempo entre o jogador receber a bola e outra ação ocorrer (como passar a bola, finalizar, perder a posse da mesma, etc.), há uma condução da bola, ou o tempo em que o jogador fica de posse da mesma. Essa condução pode ser visualizado através da linha em vermelho que aparecem na plotagem, sendo que isso pode ser importante para técnicos e analistas da partida, já que pode ser um indicador do desempenho, ou mesmo da importância de determinado jogador na atuação tática da equipe.

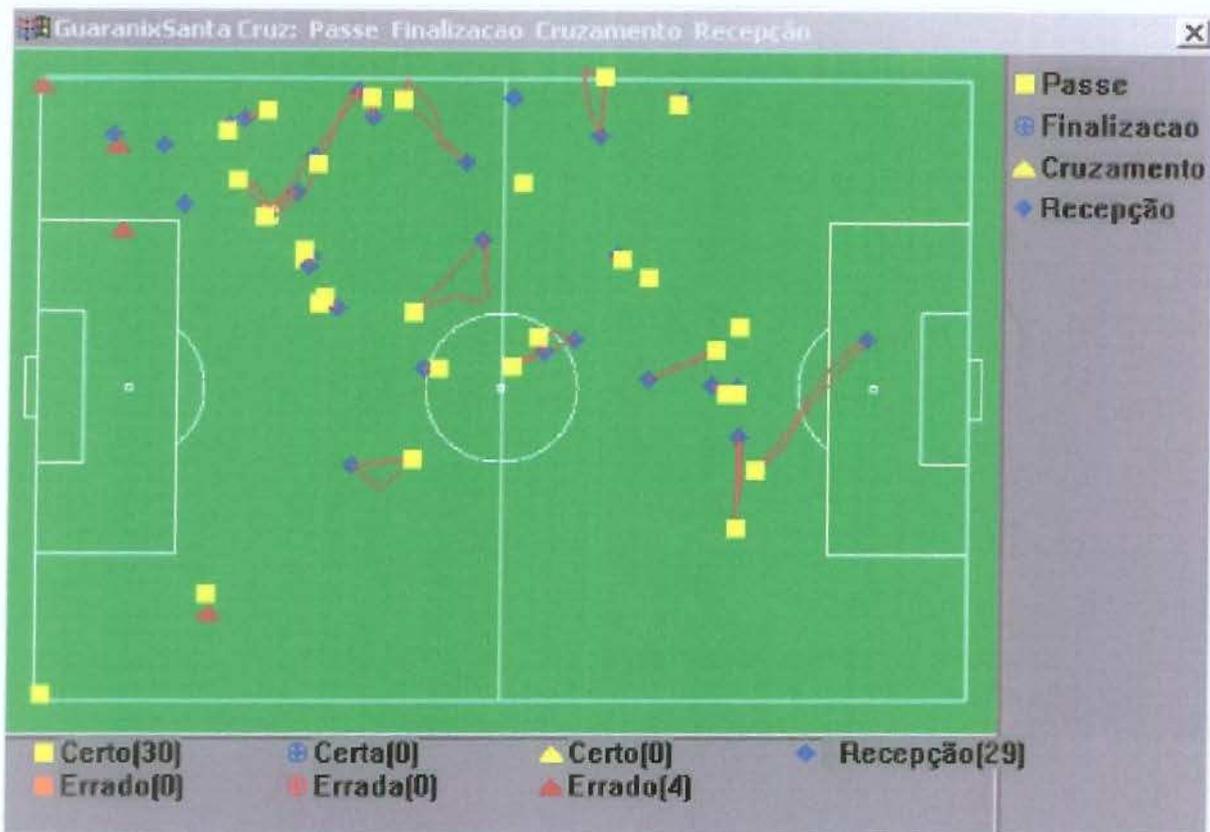


FIGURA 4.10: PASSES, FINALIZAÇÕES, CRUZAMENTOS E RECEPÇÕES DO JOGADOR Nº 7 DA EQUIPE DO GUARANI F.C. DURANTE O 1º TEMPO DA PARTIDA.

O Sistema Dvideow também permite a possibilidade de analisar uma ou mais ações realizadas por toda a equipe durante determinado tempo da partida. Assim, com a figura 4.11, é possível analisar todos os desarmes realizados pela equipe do Santa Cruz F.C. durante o 1º tempo da partida. A plotagem nos permite aferir que essa equipe realizou mais desarmes pelo seu lado direito da defesa. Isso nos permite duas suposições; ou a equipe adversária atacava mais pelo seu lado esquerdo, por isso da maior concentração dessa ação pelo seu lado direito de defesa; ou o lado esquerdo defensivo não era tão eficiente para essa ação quanto seu lado direito, permitindo mais jogadas ofensivas do adversário por aquele setor.

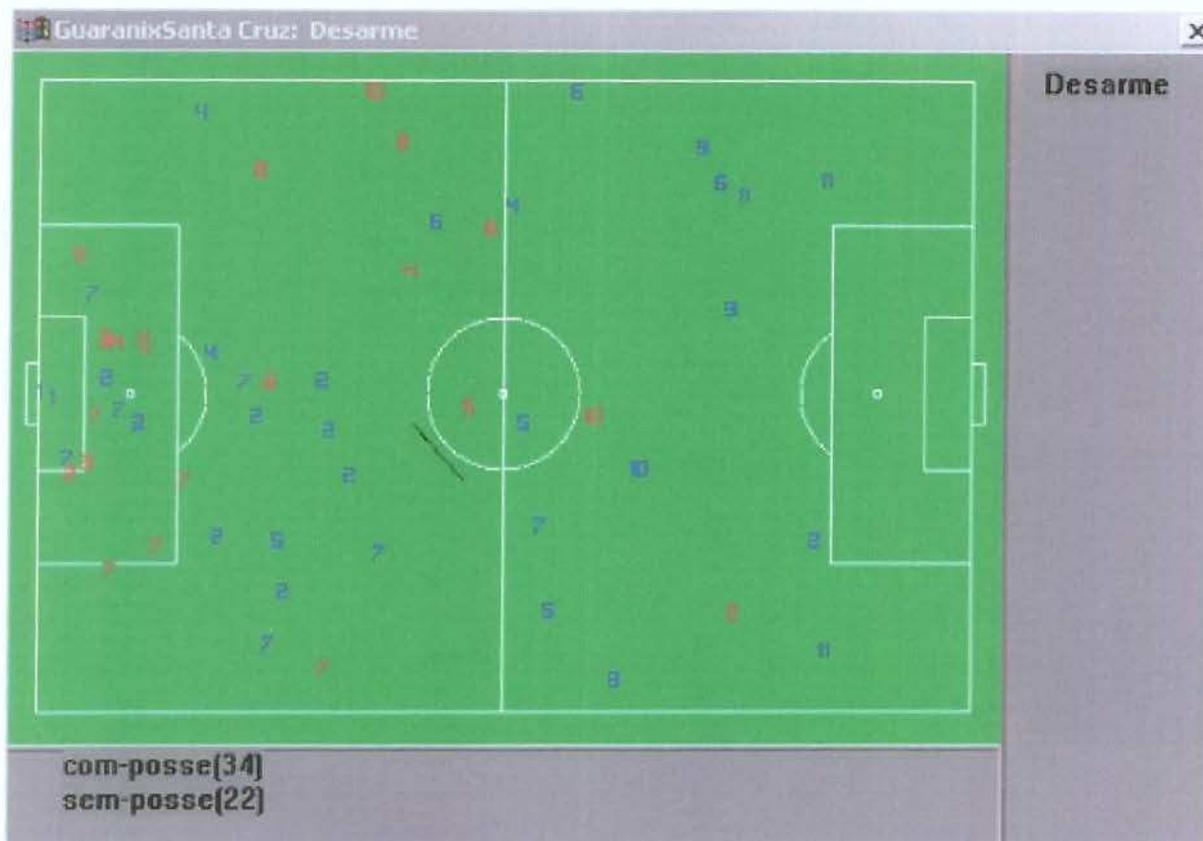


FIGURA 4.11: DESARMES REALIZADOS PELA EQUIPE DO SANTA CRUZ F.C. DURANTE O 1º TEMPO DA PARTIDA. DESARMES CERTOS (COM POSSE) EM AZUL E ERRADOS (SEM POSSE) EM VERMELHO.

4.1 Discussão

As formas de análises desenvolvidas tanto no programa MATLAB quanto no Dvideow permitiram uma visualização das ações adequada às necessidades para uma análise técnica e tática, tanto individual quanto coletivamente. Essas informações podem vir a auxiliar a comissão técnica de equipes na identificação de deficiências, tanto individuais quanto coletivas de modo a otimizar o desempenho dos jogadores, técnica e taticamente. Por exemplo: se um lateral realiza mais desarmes certos (com posse) no campo defensivo, mas em compensação, realiza muitos passes e cruzamentos errados no campo ofensivo.

Essas informações nos mostram que o jogador é consistente na marcação, mas não é muito eficiente no ataque, mostrando a necessidade de melhorar o treinamento nesses aspectos. Ainda assim, obtendo a visualização em campo das ações, teremos a possibilidade de analisar o comportamento tático desse jogador. Se ele jogou mais recuado, ou mais avançado, de acordo com a análise de suas ações no campo.

5. Conclusão

As possibilidades de analisar determinadas ações realizadas durante uma partida, seja por regiões específicas do campo, em determinados momentos d partida, somados à maleabilidade e confiabilidade dos programas Dvideow e MATLAB, abrem espaço para a atribuição de vários parâmetros de análise de uma partida.

Essas informações podem ser importantes para técnicos, que podem ter em mãos informações relacionadas ao desempenho dos jogadores dentro de determinado esquema de jogo, e de forma individual e coletiva.

Visto isso, conclui-se que formas de análise de ações de jogadores propostas nos programas MATLAB e Dvideow mostraram-se eficientes para realizar uma análise quantitativa e qualitativa do desempenho individual dos jogadores, tanto técnica quanto taticamente.

6. Referencial Bibliográfico

- ABDEL-AZIZ, Y. I; KARARA, H.M.: Direct linear transformation from comparator coordinates into object-space coordinates. **Proc. ASP/UI Symposium on Close-Range Photogrametry**. Urbana. Illinois, 1971.
- BARROS, R.M.L et al. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1-2, p. 79-86, jan. /ago. 1999.
- BARROS, R.M.L. et. al.. Sistema de Medição Automática e Posicionamento de Jogadores em Partida de Futebol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 8. Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis. 1999, p.131-134.
- FIGUEROA, P.J., LEITE, N.J., BARROS, R.M.L. A Flexible Software for Tracking of Markers Used in Human Motion Analysis. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v.72, p.155-165, 2003.
- GODIK, M.A., **Futebol: preparação dos futebolistas de alto nível**. Rio de Janeiro. Editora Grupo Palestra Esportes, 1996.
- HANSELM, D.; LITTLEFIELD, B. **Mastering MATLAB 5: a comprehensive tutorial and reference**. London: Prentice-Hall Inc. 1998.
- LUHTANEN, P. **Biomechanical Aspects of Soccer Performances**. Edinburgh: Moray House School of Education [19--]. Disponível em

<<http://www.education.ed.ac.uk/soccer/papers/pl-1.html>>. Acesso em 03 dez. 2002.

MISUTA, M.S. **Análise Automática de Deslocamentos de Jogadores** d44f.

Monografia. Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2001.

NAZARENO, Á: **Fundamentos de arbitragem de futebol**. Porto Alegre. Editora

Sulina, 1997.

PAPADIMITRIOU, K et. Al. Defensive Action of Finalist Soccer Teams in 18th

World Cup in France. **Journal of Human Movement Studies**, v. 41:p.125-139, 2001.

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**. 2., 1990, Great Britain.

Anais... Great Britain: E & FN SPON, 1990. p. 221-231.

REEP, C; BENJAMIN, B. Skill and chance in association football. **Statistics**

Soccer, v. 131: p. 581-585, 1968.