

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO



FEUP

Sistema de Observação e Registo do Desempenho Tático-Técnico em Jogos Desportivos Colectivos

Bruno Vaz Rodrigues Alves

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Orientador: Luís Paulo Gonçalves dos Reis (Doutor)

Co-Orientador: Pedro Manuel Henriques da Cunha Abreu (Doutor)

12 de Fevereiro de 2012

Sistema de Observação e Registo do Desempenho Tático-Técnico em
Jogos Desportivos Colectivos

Bruno Vaz Rodrigues Alves

Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Aprovado em provas públicas pelo Júri:

Presidente: Nome do Presidente (Título)

Vogal Externo: Nome do Arguente (Título)

Orientador: Luís Paulo Gonçalves dos Reis (Doutor)

Co-Orientador: Pedro Manuel Henriques da Cunha Abreu (Doutor)

12 de Fevereiro de 2012

Resumo

Esta tese baseia-se no facto dos JDC partilharem conceitos comuns, suficientes para o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de calcular e representar informação de alto nível de mais do que um JDC, que ajude os treinadores e os educadores a melhorar o desempenho das suas equipas e dos seus jogadores.

O projecto foi desenvolvido em três fases. A primeira consistiu na investigação das características dos JDC com especial foco no Andebol, Basquetebol, Futebol o Futsal. Além dos elementos que compõem cada um destes desportos, foram identificados os conceitos que têm em comum, assim como as métricas associadas, que têm sido recolhidas e analisadas ao longo do tempo em diversos estudos científicos.

Na segunda parte foi construída uma linguagem com o objectivo de representar os conceitos estudados de forma generalizada, mas sem perda de conhecimento importante.

Na terceira parte foi desenvolvida a ferramenta, que partindo de ficheiros de entrada com o posicionamento dos jogadores e da bola durante um jogo, consegue calcular automaticamente algumas estatísticas finais, permitindo ao mesmo tempo a configuração manual dos eventos e das características do campo.

Abstract

This thesis is based on the fact that CSG share common approaches, sufficient for developing a software tool capable of calculating and representing high-level information of more than one CSG, in order to help coaches and educators to improve the performance of their teams and players.

The project was developed in three phases. The first phase consisted on investigating the characteristics of CSG, with special focus on Handball, Basketball, Soccer and Indoor Football. Besides the elements that make up each of the sports, the concepts they have in common have been identified, along with associated metrics, which have been collected and analyzed over time in various scientific studies.

In the second phase a language was built with the objective of representing the concepts studied widely, without the loss of important knowledge.

In the third phase the CSG tool was developed. Starting from input files with positioning of the players and the ball during a game, it can automatically calculate some final statistics allowing, at the same time, manual configuration of events and field characteristics.

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Contexto e Motivação.....	1
1.2	Objectivos e Contribuições.....	2
1.2.1	Questão Abordada.....	2
1.3	Estrutura do Documento.....	4
2	Estado da Arte.....	5
2.1	Jogos Desportivos Colectivos.....	5
2.2	Definição de Conceitos.....	9
2.2.1	Basquetebol.....	9
2.2.2	Futsal.....	13
2.2.3	Andebol.....	18
2.2.4	Futebol.....	25
2.2.5	Futebol Robotico (RoboCup).....	31
2.2.6	Conclusão.....	33
2.3	Sistema de Detecção e Seguimento de Jogadores e da Bola.....	33
2.3.1	Sistemas Não Baseados em Imagens.....	34
2.3.2	Sistemas Baseados em Imagens.....	35
2.4	Sistemas de Análise do Desempenho Tático-Técnico.....	36
2.5	Armazenamento/Representação do Jogo.....	40
3	Linguagem para JDC.....	42
3.1	Estrutura dos JDC	42
3.2	Definição e Representação do Campo	44
3.3	Definição do Tempo.....	45
3.4	Definição dos Eventos	45
3.4.1	Generalização dos Eventos.....	46
3.4.2	Modo de Jogo.....	48
4	Ferramenta Desenvolvida.....	50
4.1	Especificação e Arquitectura.....	51
4.2	Módulos da Ferramenta.....	52
4.2.1	Interface Inicial.....	53
4.2.2	Módulo de Animação.....	53
4.2.3	Módulo de Eventos.....	55
4.2.4	Módulo de Estatísticas.....	56
4.2.5	Dados de Entrada/Saída.....	57
4.2.6	Detecção de Eventos (Análise Automática).....	57
4.3	Ficheiro de Configuração de Eventos.....	62

5 Resultados.....	63
5.1 Detecção Automática de Eventos.....	63
5.2 Análise da Usabilidade da Ferramenta.....	68
5.2.1 Basquetebol.....	68
5.2.2 Andebol.....	69
5.2.3 Futebol.....	71
5.2.4 Futsal.....	73
6 Conclusões e Trabalho Futuro.....	75
6.1 Conclusões.....	75
6.2 Trabalho Futuro.....	76
Referências.....	77

Lista de Figuras

Figura 2.1: Os primeiros jogos de Basquetebol.....	9
Figura 2.2: Basquetebol moderno.....	9
Figura 2.3: Esquematização do campo de Basquetebol.....	12
Figura 2.4: Esquematização de um campo de Futsal.....	17
Figura 2.5: Esquematização do campo de Andebol.	24
Figura 2.6: Esquematização do campo de Futebol.....	28
Figura 2.7: Liga RoboCup Small Size.....	31
Figura 2.8: Robos humanóides Aldebaran Nao.....	32
Figura 2.9: Ferramenta gráfica Logalyzer para ficheiros da liga de simulação 2D.....	33
Figura 2.10: Transmissor LPM	35
Figura 2.11: Disposição das câmaras no sistema Prozone.	35
Figura 2.12: Exemplo da disposição das câmaras em recinto fechado.	36
Figura 2.13: Apresentação de estatísticas individuais no sistema Prozone.	37
Figura 2.14: Ferramenta Bball Stats	38
Figura 2.15: Ferramenta eAnalyze	39
Figura 3.1: Representação dos conceitos que compõem um Jogo Desportivo Colectivo	43
Figura 3.2: Representação dos objectos móveis de um JDC.....	43
Figura 3.3: Representação dos conceitos do campo.....	44
Figura 3.4: Divisão do campo de basquetebol em regiões.....	44
Figura 3.5: Representação dos conceitos dos eventos.....	46
Figura 4.1: Arquitectura da ferramenta desenvolvida.....	51
Figura 4.2: Diagrama de casos de uso.....	52
Figura 4.3: Interface inicial de configuração.....	53
Figura 4.4: Janela principal da ferramenta.....	54
Figura 4.5: Representação da estrutura de um jogo.....	54
Figura 4.6: Janela do editor de eventos.....	55
Figura 4.7: Janela do log de eventos.....	55
Figura 4.8: Janela de estatísticas.....	56
Figura 4.9: Extracto de um ficheiro criado pela ferramenta.....	57
Figura 4.10: Regiões dos cantos e dos pontapés de baliza no campo de futebol.....	60
Figura 4.11: Regiões dos lançamentos de linha lateral para o futebol.....	61
Figura 4.12: Extracto do ficheiro de configuração de eventos.....	62
Figura 5.1: Comparação de passes bem sucedidos detectados e observados.....	64
Figura 5.2: Comparação da detecção dos eventos observados e detectados.....	66
Figura 5.3: Comparação do resultado de passes detectados nas ferramentas.....	67
Figura 5.4: Comparação da detecção de passes nas ferramentas.....	67
Figura 5.5: Comparação da detecção dos eventos nas ferramentas.....	67

Figura 5.6: Configuração dos eventos do Basquetebol.....	68
Figura 5.7: Características e dimensões do campo de Basquetebol.....	68
Figura 5.8: Janela principal do campo de Basquetebol.....	69
Figura 5.9: Configuração dos eventos do Andebol.....	69
Figura 5.10: Características e dimensões do campo de Andebol.....	70
Figura 5.11: Janela principal de um jogo de Andebol.....	70
Figura 5.12: Configuração dos eventos de Futebol.....	71
Figura 5.13: Características e dimensões do campo de Futebol.....	71
Figura 5.14: Janelas da ferramenta durante um jogo de Futebol.....	72
Figura 5.15: Características e dimensões do campo de Futebol.....	72
Figura 5.16: Configuração dos eventos do Futebol.....	72
Figura 5.17: Configuração dos eventos de Futsal.....	73
Figura 5.18: Características e dimensões do campo de Futsal.....	73
Figura 5.19: Janela principal de um jogo de Futsal.....	74

Lista de Tabelas

Tabela 2.1: Exemplo de categorização dos JDC.....	6
Tabela 2.2: Fases de jogo nos JDC.....	8
Tabela 2.3: Alguns estudos realizados sobre a modalidade de Basquetebol.....	10
Tabela 2.4: Estatísticas recolhidas num jogo de Basquetebol.....	11
Tabela 2.5: Alguns estudos realizados sobre a modalidade de Futsal.....	16
Tabela 2.6: Estatísticas recolhidas num jogo de Futsal.....	16
Tabela 2.7: Alguns estudos realizados sobre a modalidade de Andebol.....	22
Tabela 2.8: Estatísticas recolhidas num jogo de Andebol.....	23
Tabela 2.9: Comparação dos JDC, considerando diferentes indicadores.....	30
Tabela 2.10: Comparação de ferramentas comerciais de análise do desempenho.....	39
Tabela 3.1: Principais acções dos desportos escolhidos.....	47
Tabela 3.2: Principais situações dos desportos escolhidos.....	48
Tabela 4.1: Exemplo da codificação manual de um passe.....	56
Tabela 5.1: Resultados da detecção dos eventos do jogo final do FIFA World Cup 2006	63
Tabela 5.2: Resultados da detecção dos eventos em 10 ficheiros do RoboCup	66

Abreviaturas e Símbolos

2D	2 Dimensões
BNF	Backus-Naur Form
DAML	Darpa Agent Markup Language
EHF	European Handball Federation
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
FIFA	Fédération Internationale de Football Association
HTML	HyperText Markup Language
JDC	Jogos Desportivos Colectivos
OIL	Ontology Inference Layer
OWL	Web Ontology Language
RDF	Resource Description Language
SGML	Standard Generalized Language
W3C	World Wide Web Consortium
WWW	World Wide Web
XML	eXtensible Markup Language

1 Introdução

A finalidade da primeira parte do presente capítulo é fazer uma contextualização do tema do projecto, com a apresentação dos motivos que levaram à sua realização. Na segunda parte é apresentada a questão abordada e o contributo científico produzido e na última parte é exposta a estrutura da tese.

1.1 Contexto e Motivação

Jogos Desportivos Colectivos (JDC) são jogos disputados entre duas equipas adversárias, num terreno próprio com uma bola ou um objecto similar. Todos jogadores interagem directamente, sendo que os membros da mesma equipa ajudam na movimentação da bola, de acordo com um conjunto de regras, de maneira a marcar pontos e evitar que a equipa adversária pontue [Gar97] [LM07] [Tho06].

Os JDC são um grande elemento da cultura do nosso país e um excelente meio para o desenvolvimento de valores éticos, sociais e morais, assim como estabelecem relações entre o desporto e a vida. Promovem o desenvolvimento afectivo-social e de princípios como a cooperação, a participação, a convivência, a emancipação e a auto-estima. Para Garganta [Gar98], os JDC ocupam um lugar importante no quadro da cultura desportiva contemporânea, dado que não são apenas um espectáculo desportivo, mas também um meio de educação física e desportiva e um campo de aplicação da ciência.

De facto, há muito tempo que os JDC são estudados cientificamente, levantando várias questões sobre as metodologias mais eficazes para melhorar o rendimento desportivo dos atletas, das equipas e das competições [Gar01]. Encontrar os factores que distinguem as equipas vitoriosas das derrotadas, tendo em vista a sua optimização através do treino, é uma preocupação permanente das equipas técnicas. Nesta procura os treinadores têm contado com a colaboração de investigadores que trabalham na área do desporto, tendo-se assistido a um aumento da produção científica que tenta esclarecer a performance das equipas, principalmente através da análise de jogo [Gar01] [Pru06].

Esta análise é um processo que engloba diferentes fases, como a observação dos acontecimentos, a notação dos dados e a sua interpretação. Na maioria dos desportos colectivos, um único observador é incapaz de ver e assimilar todas as acções que

Introdução

ocorrem no campo, já que a sua atenção foca-se nas componentes mais críticas do jogo, perdendo a maioria das acções periféricas [HF01]. O mesmo se passa com o treinador de uma equipa, fazendo com que a avaliação dos elementos técnico-tácticos percebidos, seja diferente da realidade. Nos primórdios as observações realizavam-se ao vivo e eram subjectivas, os registos dos comportamentos dos atletas e das equipas eram realizados a partir da técnica denominada “papel e lápis, com recurso a notação manual [Gar01]. Mais recentemente, a profissionalização das modalidades de alta competição, os meios financeiros disponíveis e a tecnologia disponível incentivaram a novas investigações, o que conduziu a que a informática, ao substituir as técnicas manuais, tenha permitido uma maior e mais rápida recolha de informação, bem como um acesso mais rápido e mais simples aos dados disponíveis [Gro90]. Como consequência destes factores, muitos são os treinadores que recolhem informações, durante o jogo, através de sistemas automáticos de análise do rendimento. Quanto à interpretação, uma das formas mais utilizadas para se avaliar o desempenho em jogo é a análise estatística. Representada por uma observação numérica das ocorrências dos indicadores de jogo, a estatística pode ser considerada uma técnica quantitativa, descrita por Knudson e Morrison como uma medida de desempenho baseada em números [KM01]. Segundo Gaspar, a estatística é a ciência de recolher e interpretar os números obtidos e transformá-los em significado para o jogo. É responsável por contabilizar cada uma das acções do jogo, sem se preocupar com a maneira como ocorrem [Gas01].

Hoje em dia, existem vários tipos de software de análise, capazes de calcular grandes quantidades de estatísticas de jogo. No entanto, estes sistemas são limitados pelo facto de serem específicos para um desporto e não são compatíveis com qualquer outro. Assim como, também não existe nenhum capaz de representar e analisar simultaneamente vários desportos.

1.2 Objectivos e Contribuições

Este projecto é baseado no facto dos JDC partilharem conceitos comuns, suficientes para o desenvolvimento de um sistema genérico que ajude os treinadores e educadores a melhorarem o desempenho das suas equipas e dos jogadores. Para isso, será necessário determinar os conceitos individuais e colectivos de cada desporto de modo a interpretar informação de baixo nível e poder calcular e representar estatísticas finais de um jogo.

1.2.1 Questão Abordada

A principal questão abordada por esta tese é:

Será possível construir uma ferramenta para JDC completamente genérica que, através de informação recolhida de um sistema de localização, seja capaz de calcular e representar automaticamente informações de alto nível sobre um determinado desporto?

Mais especificamente, esta tese tem como principais objectivos:

1. Investigar as características dos JDC, mostrando as semelhanças e as diferenças entre eles.
2. Calcular estatísticas individuais e colectivas durante um jogo, tendo como base as posições dos jogadores e da bola recolhidas, através de um sistema de

localização.

3. Desenvolver uma plataforma, que permita representar JDC em 2D e que seja capaz de automaticamente gerar informações de alto nível que ajudem os respectivos treinadores nas suas tomadas de decisão.
4. Permitir que o sistema seja suporte mais que um JDC.

Esta tese, contribui cientificamente com os seguintes pontos:

- Linguagem para JDC que permita representar um conjunto de conceitos e as suas relações.
- Plataforma genérica, capaz de automaticamente calcular e representar simples estatísticas usando apenas coordenadas cartesianas dos jogadores e da bola, com possibilidade de codificação manual dos acontecimentos.
- Possibilidade de criação de um novo desporto colectivo, através da configuração do terreno do jogo e da configuração dos seus acontecimentos.
- Utilização de dados de andebol, futebol e de futebol robótico simulado como teste da plataforma.

1.3 Estrutura do Documento

Este documento está organizado em 6 capítulos. Cada capítulo contém, além do próprio conteúdo, uma pequena introdução.

O segundo capítulo, Estado de Arte, está dividido em 5 partes, a primeira fornece conceitos teóricos sobre os jogos desportivos colectivos e na segunda são estudados em maior detalhe alguns destes desportos acompanhados por uma revisão da literatura. A terceira parte apresenta algumas técnicas de seguimento de jogadores e da bola, na quarta parte são introduzidos alguns sistemas comerciais de análise do desempenho técnico-táctico existentes no mercado, e por fim na última parte é feita uma pequena revisão das linguagens capazes de representar os conceitos de um JDC.

No terceiro capítulo é descrita a linguagem criada a partir da generalização dos conceitos dos desportos revistos no capítulo anterior.

O quarto capítulo detalha as funcionalidades, a arquitectura e os módulos da ferramenta implementada.

O quinto capítulo retrata os resultados atingidos neste trabalho.

Por último, o sexto capítulo apresenta as conclusões do projecto e indica algumas funcionalidades que poderiam ser implementadas como trabalho futuro.

2 Estado da Arte

Este capítulo foca-se na investigação feita ao longo do projecto e encontra-se dividido em 4 partes.

Na primeira parte, em que se englobam os dois primeiros capítulos, é fornecida uma visão geral dos JDC seguida da descrição dos conceitos e da revisão da literatura de alguns dos JDC mais praticados. A segunda parte apresenta algumas tecnologias existentes que permitem fazer a recolha das posições dos jogadores e da bola durante um jogo. Na terceira parte são expostos e comparados vários sistemas de análise do desempenho técnico-tático, e por último são descritas algumas linguagens que permitem o armazenamento e representação dos conceitos dos JDC.

2.1 Jogos Desportivos Colectivos

Os jogos desportivos colectivos têm a sua origem nos exercícios de competição e nos jogos de movimento [BC01]. Surgiram ao longo da história, estando ligados aos níveis de desenvolvimento da sociedade, às mentalidades das camadas sociais, aos tipos de actividades desenvolvidas, entre outros, na essência sempre tiveram um carácter de competição entre os indivíduos e as equipas [Abr10].

Podem ser definidos como sendo uma actividade em que um grupo de indivíduos, da mesma equipa, trabalha em conjunto para alcançar um objectivo que é vencer o jogo. Os membros das equipas marcam golos, tomam decisões, comunicam, gerem conflitos e resolvem problemas de forma cooperativa. Estas características são partilhadas por desportos como o Hóquei, o Futebol, o Andebol, o Basquetebol, o Voleibol, o Ténis, o Râguebi e muitos outros. Bayer definiu os denominadores comuns aos JDC [Bay85]:

- Existe uma bola, pela qual lutam as equipas;
- Existe um terreno de jogo, onde se desenvolve o “confronto”;
- Há um alvo a atacar e outro a defender;
- Há regras a respeitar;
- Existem colegas com quem cooperar;
- Existem adversários cuja oposição importa vencer.

Ao longo dos anos, muitos autores tentaram identificar aspectos semelhantes entre todos os JDC. Uma das sistematizações mais conseguida foi desenvolvida por H. Dobler [DST89] que dividiu os JDC em 4 grupos:

1. Jogos desportivos com alvo (balizas, cesto, buraco), que pressupõe a análise dos elementos técnico-táticos de bater no alvo, ou impedir o adversário de acertar no alvo. Neste contexto pode ser feita uma sub-divisão:
 - Com contacto corporal admitido: Alguns exemplos destes jogos são o Futebol Americano (EUA), Hóquei sobre o gelo, Futebol, Andebol, Hurling (Irlanda), La crosse (Canada e EUA), Râguebi, Pólo aquático, etc.
 - Sem contacto corporal: Basquetebol, Hóquei sobre o gelo com bola (Russia e Península Escandinava), Pólo a cavalo, Cicloball, Hóquei em patins, etc.
2. Jogos com retorno - que impõem o lançamento da bola, por cima duma rede, linha, etc. Jogam-se 1x1 (individual), 2x2 (duplo), 3x3 (triplo) e em grupos maiores. Estas podem ser divididas em:
 - Individual e pares: Badminton, Ténis-de-mesa, Squash (Grã-Bretanha e EUA), indíaca (América do Sul), pelota (Pirinêus), etc.
 - Por equipas de 3 ou mais jogadores: Voleibol, Voleibol de praia, etc.
3. Jogos com batida (percussão) da bola: que às vezes implicam agarrar a bola depois de lançada. Desta categoria fazem parte os seguintes jogos: Baseball (EUA, Cuba e Japão), Softball (EUA, Cuba e Japão), Críquete (Grã-Bretanha, Índia e Austrália), Oina (Roménia), Palkovana (Rep. Checa e Eslováquia), etc.
4. Jogos de envio da bola ao alvo por percussão, impulso e batida: Bilhar, Golfe, Críquete (França e Grã-Bretanha), Boccia (Itália e Suíça), Gorodki (Rússia), etc.

Resultante da análise da literatura disponível surgem outros métodos de categorização dos JDC usando diferentes classificações, como por exemplo:

Estado da Arte

Categoria	Classificação	Exemplo
Ocupação do espaço	Invasão	Futebol, Andebol
	Não invasão	Voleibol
Disputa de bola	Directa	Pólo aquático
	Indirecta	Ténis
Deslocamento	Manual	Futsal
	Com acessórios	Hóquei em patins
Controlo de bola	Mão	Andebol
	Pé	Futebol
	Misto	Rugby
Toque na bola	Directo	Basquetebol
	Indirecto	Hóquei em campo

Tabela 2.1: Exemplo de categorização dos JDC.

Este tipo de desportos são conhecidos por partilharem uma relação entre ataque e defesa que resulta numa sucessão de situações que se designam por fases do jogo.

Ataque	Defesa
Situação em que uma equipa tem a posse da bola e pode criar acções ofensivas no sentido de alcançar o objectivo do jogo (marcar golos ou cestos).	Situação do jogo em que uma equipa não tem a posse da bola e procura recuperar a sua posse, sem permitir que os adversários concretizem as suas acções ofensivas, não cometendo infracções sancionáveis pelo regulamento.
Fases do ataque	Fases da defesa
- Entrada em posse da bola; - Contra-ataque; - Organização do ataque; - Concretização ou perda de posse da bola.	- Perda da posse da bola; - Recuperação defensiva; - Organização da defesa; - Conquista da posse da bola.
Exemplos	
- Tentativa de ultrapassar os adversários; - Abrir linhas de passe; - Passe e corte; - Manutenção da posse da bola.	- Tentativa de dificultar o movimento da bola e dos adversários; - Recuperar a posse da bola;

Tabela 2.2: Fases de jogo nos JDC.

A literatura da área do treino desportivo considera de modo geral a existência de quatro grandes dimensões nas quais se baseia a performance desportiva: a estratégico-táctica; a energético-funcional ou física; a técnica e a psicológica ou mental [Har82] [Mat83]. Para este projecto, apenas interessam as dimensões estratégico-táctica e técnica da performance.

Relativamente à estratégia Riera considera que esta se caracteriza por: tentar alcançar o objectivo principal; planificar a actuação a curto, médio e longo prazo;

abordar a globalidade dos aspectos que intervêm no rendimento desportivo [Rie95]. Com base no mesmo autor, podem-se referir algumas acções estratégicas: substituir os jogadores durante o jogo em função do resultado ou das características dos jogadores adversários em campo; modificar a posição e as funções dos jogadores durante a partida; estudar as características do adversário com quem provavelmente mais situações de 1x1 vai haver no jogo.

Por seu lado a táctica pode ser caracterizada: pelo atingir de objectivos parciais (por exemplo driblar, marcar) e pela relação de oposição, o que significa que a actuação de um jogador ou equipa é condicionada pela actuação dos seus adversários [Rie95].

A táctica pode dizer respeito a um jogador, a um grupo quando estão envolvidos dois ou mais jogadores (por exemplo “tabela”), ou à equipa, quando envolve toda a equipa (por exemplo defesa zonal) [Rie95].

Quanto à técnica, de acordo com o mesmo autor, caracteriza-se pela: execução (acção motora) [Rie95]. No futsal, por exemplo, por causa das dimensões do terreno de jogo e do número de jogadores, existe uma grande proximidade dos adversários, fazendo com que as execuções técnicas sejam rápidas, com poucos movimentos e tenham a máxima precisão usando o menor espaço possível [Ama04].

2.2 Definição de Conceitos

Neste capítulo são descritos com maior detalhe alguns JDC de ocupação do espaço com invasão. Estes desportos inserem-se na primeira categoria segundo o estudo de Dobler, ou seja, desportos com alvo. São identificadas as semelhanças e diferenças entre eles, assim como são modelados os conceitos individuais e colectivos de cada um. Por último são detectadas e extraídas as métricas associadas a cada conceito.

2.2.1 Basquetebol

O basquetebol foi inventado em 1891 na América do Norte e é um desporto olímpico desde os Jogos Olímpicos de Verão de 1936 em Berlim. A palavra basquetebol vem do inglês *Basketball*, ou bola ao cesto, já que o primeiro alvo era um cesto. Daiuto apresenta as seguintes características deste desporto [Dai83]:

“O basquetebol é um desporto completo: é uma sucessão de esforços intensos e breves, realizados em ritmos diferentes. É um jogo de coordenação de movimentos, de grande intensidade motriz, que permite o desenvolvimento de todas as qualidades que a vida moderna exige de cada indivíduo.”

Esta modalidade é jogada por 2 equipas de 5 jogadores, que têm por objectivo passar a bola por dentro de um aro (cesto) a 3,05 metros do chão, colocado nas extremidades do campo.

Os jogadores podem passar a bola a um colega de equipa e caminhar no campo desde que a batam contra o chão (drible) a cada passo dado. Um jogo é composto por 4 períodos de tempo útil, isto é sempre que o árbitro interrompe o jogo ou a bola sai do campo, o tempo é parado. Entre cada parte há intervalos com a seguinte duração: 2 minutos entre o primeiro e o segundo período e entre o terceiro e o quarto e de 15 minutos entre o segundo e o terceiro período. Além disto, um jogo não pode terminar empatado. O desempate processa-se através de períodos suplementares de 5 minutos.



Figura 2.1: Os primeiros jogos de Basquetebol



Figura 2.2: Basquetebol moderno

Desde os primeiros dias, onde se precisava de escadas para retirar a bola dos cestos, para os dias de hoje em que existem tabelas com alta tecnologia, aros retráteis; não só o basquetebol, mas o fenómeno desportivo evoluiu de forma significativa. Hoje comprovadamente, o jogo está mais competitivo, exigindo melhor aptidão física dos atletas em função dos conhecimentos alcançados pela ciência e pelo desenvolvimento das inovações técnicas e táticas [Fer01]. A tabela seguinte, apresenta alguns estudos realizados sobre os aspectos técnicos e táticos do basquetebol nas últimas décadas.

Autor	Ano	Tipo de estudo
A. Jaime Sampaio	1998	Indicadores estatísticos de basquetebol
J. P. Gallardo, J. H. Fernández e A. Madruga	2001	Capacidades físicas necessárias para o basquetebol
D. De Rose Jr, A. Gaspar e M. Siniscalchi	2002	Análise estatística do desempenho técnico colectivo no basquetebol
Dean Oliver	2003	Análise do rendimento de jogadores e equipas
P. Nobre, M. C. S. Saraiva e R. Brayner	2007	Análise rendimento desportivo no basquetebol
H. Remmert	2007	Análise tática do comportamento ofensivo

Tabela 2.3: Alguns estudos realizados sobre a modalidade de Basquetebol.

O avanço dos estudos voltados para os JDC, fizeram do conhecimento e da exibição dos conceitos e situações do basquetebol, um dos assuntos mais estudados e analisados por treinadores e especialistas do desporto, tornado as equipas cada vez mais dependentes do desempenho (individual e colectivo) das habilidades técnicas de cada jogador [Fer01]. Para que um atleta de basquetebol possa atingir o objectivo final (o cesto), é necessário que possua certo nível de habilidades específicas. Estas habilidades permitem executar correctamente os fundamentos e ter sucesso nas competições, mas além disto, o treino constante dos elementos que desenvolve e o seu aperfeiçoamento, permitem elaborar um estudo analítico dos rendimentos das técnicas, como por exemplo, os lançamentos e os ressaltos.

Estado da Arte

Uma das conclusões que se pode tirar dos estudos analisados, é que os técnicos de basquetebol reconhecem que um jogador não pode ser avaliado simplesmente em função do número de pontos que faz [JGS02]. Para Cousy e Power Jr, não há nada mais eficaz do que as informações estatísticas para ter uma ideia da situação do jogador. É capaz de mostrar o volume de jogo do jogador em função do volume da sua equipa, mostrar o aproveitamento dos lançamentos, a sua eficácia nos ressaltos, entre outros [CP85]. Da mesma forma, Sampaio refere que a avaliação do desempenho através dos indicadores de jogo, constitui um método válido, fidedigno e objectivo, quer do ponto de vista do jogador, quer do da própria equipa. Segundo o autor, a análise quantitativa do jogo de basquetebol é fundamental na explicação de factores que influenciam o sucesso desportivo [Sam98].

A tabela que se segue contém tipos de estatísticas que normalmente são recolhidas num jogo de basquetebol.

Estatísticas
• Assistências • Blocos • Roubos • Ressaltos defensivos • Ressaltos ofensivos • Pontos obtidos • Lançamentos • Percentagem de lançamentos concretizados • Lançamentos de 3 pontos • Percentagem de lançamentos de 3 pontos concretizados • Lançamentos livres • Percentagem de lançamentos livres concretizados • Minutos jogados • Faltas pessoais • Percentagem de jogadas • Número de jogadas • Posse de bola total

Tabela 2.4: Estatísticas recolhidas num jogo de Basquetebol.

A seguir encontram-se descritos alguns conceitos, importantes para a identificação dos aspectos comuns entre os JDC:

1. Regiões do Campo:

- **Linha do Meio Campo:** Divide o campo ao meio. A equipa atacante tem 10 segundos para avançar a bola para lá desta linha, e uma vez atravessada, incorre numa violação se não a conseguir manter no meio campo ofensivo.
- **Linha Lateral:** Define a fronteira de cada lado do campo.
- **Linha de Fundo:** Define a fronteira de cada extremidade do campo por baixo de cada cesto.
- **Linha de Lançamento Livre:** É a linha onde são executados os lançamentos livres resultado de certas faltas.
- **Área Restritiva:** Normalmente é uma área rectangular desde a linha de lançamento livre até à linha de fundo. Um jogador atacante não pode permanecer na área restritiva ofensiva mais de 3 segundos.

Estado da Arte

- Linha de 3 Pontos: É a linha em forma de arco com aproximadamente 6 metros de distância ao cesto. Fora desta linha um lançamento executado vale 3 pontos.
- Cesto: Para pontuar, a bola deve passar através de um círculo com 35 centímetros colocado a 3 metros de altura numa tabela.

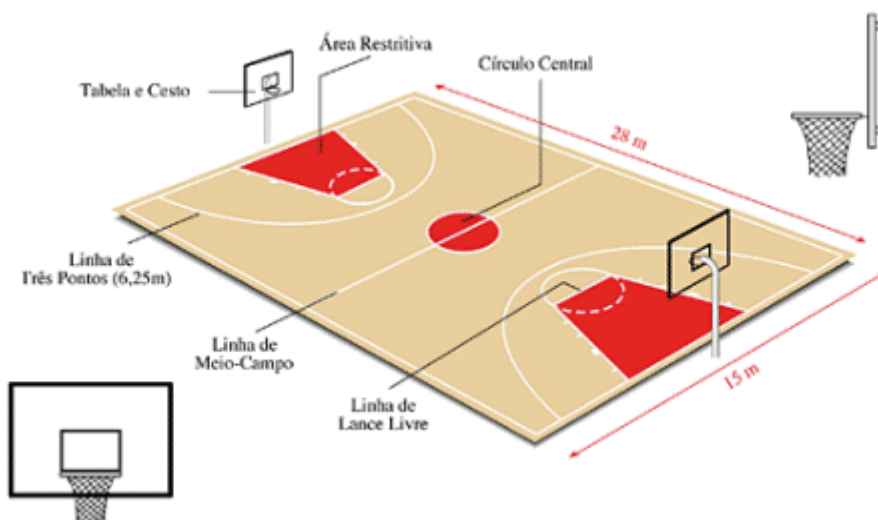


Figura 2.3: Esquemática do campo de Basquetebol.

2. Períodos:

- Normal - 4 Partes de 10 minutos;
- Tempo extra - Caso o jogo se encontre empatado até ao final do tempo regulamentar. Cada período de tempo extra dura 5 minutos.

3. Acções:

- Passe - Quando um jogador envia a bola na direcção de um colega;
 - Com uma mão: usado para lançar a bola mais longe;
 - De peito: com a bola à altura do peito é arremessada frontalmente na direcção do alvo.
 - Picado: Muito semelhante ao passe de peito, tendo em conta que o alvo inicial é o solo.
 - Passe por cima da cabeça: é usado quando existe um adversário entre dois jogadores da mesma equipa.
- Drible - Bater com a bola no chão a cada passo dado. A bola é sempre jogada com as mãos. Não é permitido o contacto da bola com os pés ou pernas e também não é permitido driblar com as duas mãos ao mesmo tempo;
- Lançamento - Quando um jogador envia a bola na direcção do cesto, com o intuito de pontuar;
- Ressalto - Uma bola lançada para o cesto e que não entra, é recolhida por

um jogador;

- Corte - Quando um jogador intercepta um passe adversário, ou recupera a bola na posse de um adversário;
- Assistência - Passe certo que encontra outro companheiro de equipa, livre de marcação, e acaba convertido em cesto ou golo.

4. Situações:

- Início de jogo (bola ao ar) - O Jogo começa com o lançamento da bola ao ar no círculo central e só pode ser tocada quando atingir o ponto mais alto;
- Reposição da bola em jogo - Na marcação de uma falta, o jogo recomeça por um lançamento fora das linhas laterais, excepto no caso de lances livres; Depois de um ponto a bola é reposta por baixo do cesto;
- Lançamento livre - Nos lançamentos livres os vários jogadores, ocupam os respectivos espaços ao longo da linha de marcação, até que a bola saia das mãos do executante;
- Falta - Se uma falta for cometida sobre um jogador que não está a lançar a bola, a falta será cobrada por forma de uma reposição de bola lateral. Se a falta for cometida sobre um jogador no acto de lançamento, o cesto conta e deve, ainda, ser concedido um lance livre;
- Falta pessoal - É uma falta que envolve contacto com o adversário, por exemplo, obstrução ou empurrar;
- Falta antidesportiva - Falta pessoal que, no entender do árbitro, foi cometida intencionalmente, com objectivo de prejudicar a equipa adversária;
- Falta técnica - Falta sem envolver contacto pessoal com o adversário, por exemplo, contestação das decisões do árbitro;
- Falta de equipa - Se uma equipa cometer num período, um total de quatro faltas, para todas as outras faltas pessoais sofrerá a penalização de dois lançamentos livres;
- Número de faltas - Um jogador que cometer cinco faltas está desqualificado da partida.

2.2.2 Futsal

A modalidade de Futsal, nascida durante a década de 30 na América do Sul tem evidenciado desde os anos 90 um claro desenvolvimento à escala mundial [Sam97].

Como prova do seu crescimento pode constatar-se:

- O elevado número de praticantes;
- A organização de Campeonatos do Mundo (Holanda 1989, Hong Kong 1992, Espanha 1996, Guatemala 2000) e da Europa (Espanha 1999, Rússia 2001, Itália 2003);
- O crescente número de países filiados na FIFA que participam nas fases de apuramento para os Campeonatos do Mundo, e o aumento do número de países

Estado da Arte

- europeus com competições nacionais organizadas;
- O aumento do número de espectadores, do interesse dos media e consequentemente dos patrocinadores, e o crescente profissionalismo dos agentes envolvidos;
- O aumento da literatura específica e do interesse da investigação por esta modalidade.

Segundo Amaral, o futsal teve origem na impossibilidade que muitas vezes existe de praticar futebol num contexto de lazer, quer pelo número de jogadores (22 elementos) quer pela dimensão da área de jogo (aproximadamente 700m²). Logo, a existência de espaços desportivos de menores dimensões (campos de Basquetebol), a maior facilidade em agrupar 10 elementos (5 por equipa), e a necessidade de criar regras adaptadas a este Futebol de dimensões reduzidas, abriu caminho ao aparecimento do Futsal [Ama04]. Por outro lado, o facto de ser praticado em recintos cobertos faz com que não dependa das condições climáticas, e proporciona um maior conforto aos praticantes e aos espectadores, assim como exige um menor custo económico para os clubes, comparativamente ao Futebol.

O futsal insere-se no universo dos JDC porque apresenta características comuns às modalidades deste grupo, segundo a definição de Bayer: a existência de uma bola, pela posse da qual lutam as equipas; o espaço delimitado onde se desenvolve o confronto; a existência de um alvo a atacar e outro a defender; o cumprimento das regras do jogo; e a cooperação com os colegas de equipa e a oposição com os adversários [Bay97].

Para Moreno, a identificação do Futsal enquanto modalidade própria passa pela análise das características do seu regulamento. Neste sentido pode considerar-se como características específicas desta modalidade:

- O contacto com a bola quase exclusivamente através dos membros inferiores;
- A área de jogo com 40m de comprimento por 20m de largura, sendo cada equipa constituída por 5 jogadores, em que 1 é o guarda-redes (área proporcional de 80m² por jogador);
- O terreno de jogo sem irregularidades ao nível do piso;
- O tamanho da bola;
- O tempo de jogo efectivo (cronometrado);
- A percentagem de êxito nas acções de ataque;
- A colocação de alvos na vertical;
- A possibilidade de pedidos de tempo (um por cada parte);
- O número ilimitado de substituições;
- As faltas acumulativas;
- A inferioridade numérica temporária;
- A impossibilidade de devolver a bola ao guarda-redes depois de este a ter passado sem que esta tenha sido tocada por um adversário ou ultrapassado a linha de meio campo;
- A reposição da bola em jogo após esta ter saído pela linha final através de lançamento de baliza por parte do guarda-redes;
- A inexistência da lei do fora de jogo;

Estado da Arte

- A regra dos quatro segundos (para repor a bola em jogo num lançamento de linha lateral);
- A impossibilidade de carregar um adversário mesmo com o ombro e de efectuar um corte deslizante quando a bola está ou vai ser jogada pelo adversário.

No futsal os trabalhos de análise de jogo têm-se debruçado sobre as distâncias percorridas e os tipos de deslocamento utilizados, procurando-se assim identificar os níveis de exigências energético-funcionais colocadas pelo jogo. Mais recentemente esta modalidade tem também sido estudada do ponto de vista táctico-técnico, procurando alguns estudos determinar a importância das situações de jogo, para a formação e para o treino em futebol.

Relativamente ao primeiro tipo de estudos, pode-se encontrar autores como D'Ottavio [Dot97], Álvarez [ASW+02] e Molina [Mol92] que identificam e comparam as variáveis morfológicas e neuromotoras dos atletas, procurando conhecer com exactidão as exigências físicas, fisiológicas e energéticas que requerem para a prática deste desporto. Normalmente estes estudos têm como amostra atletas voluntários e medem características como: estatura, massa corporal, ritmo cardíaco, volume de oxigénio ingerido, distância de salto horizontal e vertical, agilidade, velocidade de deslocamento, potência de remate. Alguns destes estudos tentam relacionar estas métricas com a posição em que o jogador actua. Algumas conclusões observadas são:

- O futsal exige um grande compromisso neuromuscular dos jogadores, devido à grande quantidade de acções técnicas, assim como permanentes trocas de ritmo, intensidades e deslocamentos realizados. Durante o jogo realiza-se uma média de 671 acções diferentes e consecutivas e intensidades variadas (estar de pé, andar, correr, *sprintar*, conduzir a bola) [Gar04];
- Um jogador de futsal percorre durante um jogo completo entre 3200 e 3400 metros, dos quais 57% a intensidades altas e médias e 43% a baixas [Gar04];
- Em média os jogadores de futsal fazem um *srint* a cada 79s durante o jogo;
- De forma geral, os alas possuem massa corporal e estatura inferiores ao resto dos companheiros.

Relativamente aos estudos que abordam os aspectos táctico-técnicos no futsal, encontra-se disponível uma grande variedade de assuntos, entre os quais, podem-se referir os trabalhos do Prof. Amaral [Ama04], de Duarte [Dua08] e Oliveira [Oli08] sobre o processo ofensivo .

No seu estudo, Amaral identifica as acções que provocam e são provocadas pelo 1x1 (duelo entre dois jogadores) e descreve as características destas situações que mais frequentemente provocam um desequilíbrio defensivo do adversário. Partindo de alguns jogos do campeonato nacional da primeira divisão como amostra, utilizando a metodologia observacional e um software de tratamento de dados, o autor concluiu a partir dos resultados obtidos que:

- O 1x1 causa o desequilíbrio defensivo do adversário, porque provoca situações de falta e de remate;
- O 1x1 numa zona mais ofensiva tem maior probabilidade de originar um desequilíbrio na estrutura defensiva do adversário;

Estado da Arte

- O drible de progressão e o drible para remate são os tipos de 1x1 que mais provocam o desequilíbrio na defesa do adversário.

O conceito de eficiência colectiva foi investigado por Duarte, que criou um conjunto de indicadores que possibilitassem a análise da utilização da posse da bola no ataque. Estes indicadores são: primeira e última acção, número de passes, tempo, posse de bola com finalização e sem finalização, número total de remates e remates enquadrados e golos. A amostra tratou-se da primeira parte da final do Campeonato do Mundo China-Taipé entre as selecções Espanhola e Italiana e os dados foram estatisticamente tratados usando o Microsoft Excel. O autor criou um coeficiente que traduz a medida da percentagem de posse de bola que atingem a fase fundamental de finalização, e embora tenha sido a Espanha a ter uma maior percentagem de posse de bola, foi a selecção da Itália que obteve melhor coeficiente de produção ofensiva por ter mais remates enquadrados, tornando-a na equipa mais eficiente [Dua08].

Pela sua parte, Oliveira realizou um estudo comparativo de dois sistemas de jogo em ataque. A amostra tratou-se das selecções nacionais de Portugal e Espanha no Mundial de Futsal no Brasil durante quatro partidas e teve como objectivo analisar e caracterizar o processo ofensivo, em ataque organizado, de modo a compreender a amplitude, direcção, objectividade e profundidade dos dois sistemas de jogo. Utilizou alguns indicadores como o número de passes, o número de remates, os tempos de posse de bola e da duração do ataque assim como as zonas do campo de cada acção. Concluindo, o autor refere que a selecção de Portugal utiliza preferencialmente o sistema 4:0, produzindo maior número de passe e necessita de mais tempo para realizar cada ataque relativamente à Espanha. Além disso realiza mais passes dentro do mesmo sector, ou seja, utiliza preferencialmente passes curtos em amplitude em vez de passes longos em profundidade [Oli98].

A tabela seguinte, apresenta alguns estudos desta modalidade desportiva.

Autor	Ano	Tipo de Estudo
R. Molina	1992	Distâncias percorridas Tipos de deslocamento Análise energético-funcionais
S. D'Ottavio	1997	
J. Álvarez, L. Salillas, P. Virón e P. Marqueta	2002	
B. Soares e H. T. Filho	2006	Táctico-Técnico
L. Oliveira	1998	
M. Fernandes	2003	
R. Amaral	2004	
R. Duarte	2008	
P. R. A. Oliveira	2008	

Tabela 2.5: Alguns estudos realizados sobre a modalidade de Futsal.

A tabela que se segue contém tipos de estatísticas que normalmente são recolhidas num jogo de futsal.

Estado da Arte

Estatística
• Distância percorrida com e sem posse de bola • Duração da posse de bola • Passes com sucesso • Passes falhados • Passes até à baliza adversária • Percentagem de sucesso nos duelos 1x1 • Percentagem de sucesso nos duelos de cabeça • Lançamentos de baliza • Lançamentos de linha lateral • Desarmes • Faltas • Assistências • Golos marcados • Golos sofridos • Remates enquadrados • Remates não enquadrados • Intervenções do guarda-redes • Perdas de bola directa e indirecta

Tabela 2.6: Estatísticas recolhidas num jogo de Futsal.

A seguir encontram-se descritos alguns conceitos importantes deste desporto, para a realização deste projecto:

1. Regiões do Campo:

- Área de Grande Penalidade: Zona em que o guarda-redes pode jogar a bola com as mãos;
- Circulo Central: É o local onde a bola é repostada após um golo ou no início de cada parte;
- Linhas de Fundo: Define a fronteira de cada extremidade do campo onde estão colocadas as balizas;
- Linhas Laterais: Define a fronteira de cada lado do campo;
- Marca de Grande Penalidade (6m): É o local onde a bola é colocada para a marcação de um penalti, resultado de uma falta comedita dentro da área;
- Segunda Marca de Grande Penalidade (10m): Quando um jogador comete a 6ª falta da sua equipa, é marcada uma falta cobrada neste ponto do campo;
- Balizas: Os jogadores devem colocar a bola dentro da baliza adversária para marcar um golo. A baliza é colocada no meio da linha de fundo e mede 3m de largura e 2m de altura.

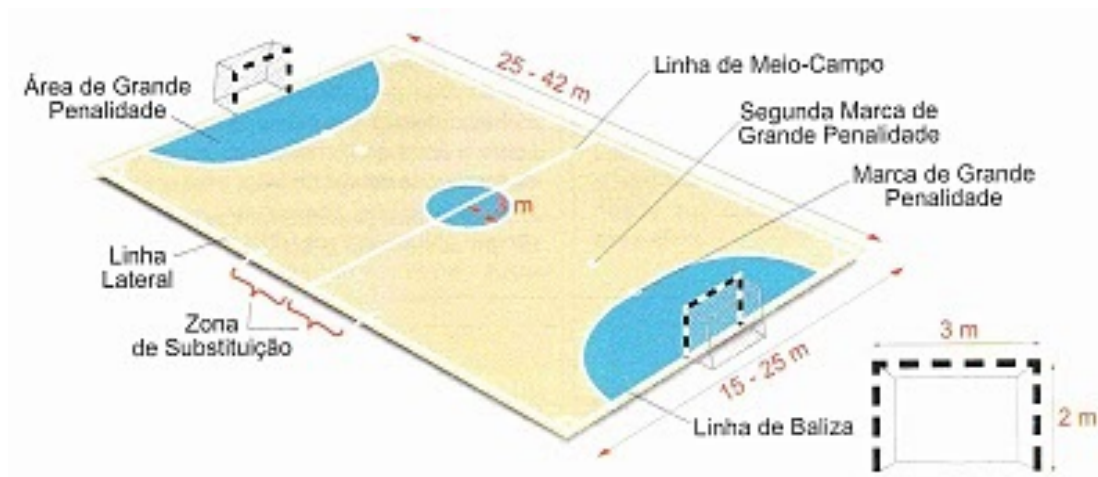


Figura 2.4: Esquemática de um campo de Futsal.

2. Períodos:

- Normal - 2 Períodos de 20 minutos;
- Tempo Morto – 1 minuto de desconto por cada período, para cada equipa.

3. Acções:

- Passe - Quando um jogador envia a bola na direcção de um colega;
 - Apoio: para uma zona mais afastada da baliza adversária, ou mantendo a mesma distância;
 - Ruptura: para uma zona mais próxima da baliza adversária.
- Drible - Um jogador controla a bola na sua posse durante algum tempo seguido com os pés;
- Remate - Acontece quando um jogador atira a bola na direcção da baliza com o intuito de marcar golo;
- Cabeceamento - Sempre que a bola é jogada com a cabeça;
- Marcação - Quando um jogador se encontra muito próximo de um jogador adversário que não tem a bola;
- Corte - Quando um jogador intercepta um passe adversário, ou recupera a bola na posse de um adversário;
- Cruzamento - É normalmente, um passe longo efectuado numa situação de ataque, próximo de uma linha lateral para o centro do campo;
- Agarrar a bola - Apenas o Guarda redes pode agarrar a bola com as mãos e apenas quando está dentro da área de baliza.

4. Situações:

- Início de jogo - Situação que acontece no início de cada período ou

depois de se ter marcado um golo. A bola é colocada no centro do círculo central e envolve 2 jogadores;

- Pontapé de baliza - Acontece quando a bola sai do campo por uma linha de fundo quando foi tocada pela última vez por um jogador atacante. A bola é reposta dentro da pequena área;
- Penalti - Acontece quando um jogador atacante sofre falta dentro da área de grande penalidade. A bola é colocada no ponto de penalti (6m) e um jogador atacante remata a bola apenas com a oposição do guarda redes adversário;
- Lançamento - Acontece quando a bola sai por uma linha lateral. A reposição é efectuada com o pés;
- Canto - É a situação oposta ao pontapé de baliza, ou seja, quando a bola sai do campo por uma linha de fundo mas tocada pela última vez por um jogador defensivo. A bola é resposta na esquina do campo com os pés;
- Falta - Situação que pode acontecer de várias maneiras, como por exemplo: o jogador que tem a bola é derrubado de forma irregular, segundo o regulamento ou a bola é jogada com a mão. A reposição da bola em jogo é no local onde a falta foi cometida com os pés. A falta pode ser directa ou indirecta. No primeiro caso o jogador que repõe pode rematar e marcar golo, enquanto no segundo caso não pode marcar golo directamente;
- Exclusão - Um jogador que cometa 5 faltas é excluído do jogo durante 2 minutos.

2.2.3 Andebol

Apesar de serem conhecidas muitas referências a jogos de bola com a mão, a origem do andebol como jogo desportivo colectivo remonta a finais do século passado, tendo origem no futebol, tanto em relação ao campo como ao número de jogadores, regras e mesmo na sua estrutura táctica. Esta adaptação exigiu essencialmente que as áreas fossem rectificadas para o jogo com a mão, sendo esta a diferença inicial mais evidente [CLI94].

As condições climatéricas nos países do norte da Europa em que a prática do andebol era mais popular exigiam que os treinos, durante o inverno, se realizassem em recintos cobertos [CLI94]. Esta adaptação levou a uma redução do campo e do número de jogadores, tornando-se mais parecido com o basquetebol.

Hoje em dia, o andebol joga-se com equipas de 7 elementos. Um jogo dura 1 hora, dividido em 2 partes de 30 minutos, e com 15 minutos de intervalo. Cada equipa pode pedir um intervalo de um minuto em cada parte do jogo. Os jogadores só podem segurar a bola durante 3 segundos antes de a passar, driblar (como no basquetebol) ou rematar. Além disso só podem dar 3 passos antes, durante e depois de driblarem. No entanto é permitido jogar a bola com todo o corpo, excepto com os pés. Um dos aspectos diferentes, mas muito importante no andebol é o facto de nenhum jogador poder estar dentro da área de baliza, além do próprio guarda redes que a defende. Com esta regra e por se tratar de um desporto muito rápido, a maioria da acção do jogo concentra-se à

volta das 2 áreas.

O rendimento desportivo no Andebol, é o resultado do confronto entre duas equipas, sendo influenciado por muitas variáveis. A procura dos factores que determinam diferentes níveis de rendimento, é um objectivo que tem merecido a atenção dos investigadores, principalmente a análise de jogo. De acordo com Silva [Sil08], no andebol, tal como noutras modalidades desportivas colectivas, constata-se também um aumento de estudos nesta área de investigação, facto que pode ser explicado por várias razões:

- A crescente importância da modalidade, decorrente da profissionalização, existente em alguns países;
- O aumento do número de investigadores ligados à modalidade, que contribuem para o desenvolvimento da mesma;
- A diversificação e aprimoramento das metodologias utilizadas no estudo deste desporto;
- A permanente evolução da modalidade, fruto de contributos técnico-tácticos de jogadores e equipas técnicas, bem como de alterações nas regras que influenciam a dinâmica com que o jogo é disputado.

O andebol é uma modalidade caracterizada pela luta constante entre duas equipas que, tendo em atenção as suas características procuram adoptar a melhor forma de suplantar o adversário. A táctica é a forma como as equipas procuram por em prática um conjunto de intenções, que as levem a obter superioridade sobre o oponente. Os meios tácticos utilizados dependem de vários constrangimentos ocorridos no jogo, que condicionam as acções seguintes e que são por sua vez condicionados pelas acções anteriores. Este carácter de permanente interacção entre as diversas ocorrências, dificulta a análise e compreensão do jogo por parte de treinadores e investigadores [Sil08].

Os estudos realizados no âmbito científico, sobre o andebol, utilizam a análise de jogo como meio de saber o rendimento dos jogadores e das equipas durante uma partida, considerando diferentes indicadores: morfológico, energético, motor, psicológico e táctico. Como refere Prudente, existem dois tipos trabalhos de análise de jogo. O primeiro tipo de trabalhos, procuram chegar a conclusões partindo de indicadores estatísticos do jogo: número de ocorrências, frequência de acções, eficácias alcançadas. Quanto ao segundo tipo de estudos, são dedicados aos aspectos particulares do jogo, tentando explicar o sucesso/insucesso de algumas acções e fases do jogo. São considerados os indicadores tácticos, para explicar os comportamentos das equipas e jogadores sem relacionar as acções com o resultado final ou com a classificação final [Pru06].

Os primeiros estudos e trabalhos de análise de rendimento, procuravam perceber o rendimento com base nas características dos jogadores: altura, peso, envergadura e índice corporal. Associando essas características às posições dentro do campo, procurava-se relacionar as medidas e o rendimento, com a classificação final nas competições [Pru06].

Em 1985, Maia [Mai85] realizou um estudo sobre as medidas corporais de equipas de andebol de alto rendimento, em que registou a altura, envergadura, peso, densidade corporal, massa, índice corporal, diâmetro palmar, de cinquenta jogadores das principais equipas da Primeira Divisão Nacional da época 1984/85.

Mais tarde, os indicadores fisiológicos, através de testes laboratoriais e observação do jogo, tornaram-se no principal foco dos investigadores, que tentavam perceber o esforço dos atletas de andebol durante um jogo. Em 1981, os autores Czerwinski e Erdmann, consideraram que as informações obtidas da análise do jogo podiam servir para o planeamento do treino, de modo a aproximar as exigências do treino à competição. Neste estudo é apresentado um método para investigar quantitativamente o movimento durante um jogo de andebol: deslocamento, tempo, velocidade. Dos resultados obtidos são retiradas as seguintes conclusões:

- Os jogadores percorrem uma distância de alguns quilómetros a diferentes velocidades: a passo, *jogging*, corrida a média velocidade e *sprint*.
- Devido aos períodos de inactividade durante o jogo, durante longos períodos a velocidade média é 1-2 m/s.

Através da observação da competição, passou-se ainda a procurar perceber o rendimento, recorrendo à análise quantitativa de alguns indicadores individuais e colectivos, referentes ao ataque e ao guarda-redes, tais como: número de remates efectuados, número de golos marcados, número de remates sofridos, número de golos sofridos, número de bolas perdidas por falhas técnicas. Mais tarde, também se recolheram dados relativos à defesa, sendo acrescentados outros indicadores como: número de intercepções efectuadas, número de blocos ao remate efectuados com êxito [Pru06].

Em 1996, Oliveira [Oli96] avaliou o guarda-redes de andebol tendo em conta as suas características e a sua eficiência nos remates de 1ª linha e de ponta. As conclusões do estudo evidenciaram:

- Uma grande importância do guarda-redes pelo papel decisivo que este poderá assumir no resultado final,
- Uma eficácia reduzida nas defesas do guarda-redes a remates de 1ª linha (33%) e de ponta (35%).

Relativamente aos aspectos tácticos do andebol, podem-se destacar três estudos realizados por Coelho [Coe03], Ribeiro [Rib02] e Silva [Sil08].

Coelho estudou o processo defensivo em andebol, da equipa do Futebol Clube do Porto, através da observação e análise de sequências defensivas. Conclui que a equipa interrompe assiduamente o ataque realizando faltas, o que obriga a equipa atacante a finalizar em curtos períodos de organização, preferencialmente em zonas afastadas da baliza. Constatou ainda que o sistema defensivo 6:0 foi o mais utilizado e ao mesmo tempo o mais eficaz.

Ribeiro, no seu estudo procurou caracterizar o processo ofensivo em andebol, na fase de ataque posicional, praticado pelas equipas de alto nível mundial, através da observação e análise de sequências tácticas que originaram golo. As principais conclusões apontam para a existência de um padrão entre a zona de onde os golos são obtidos e as acções de ruptura que estão na sua origem. Assim, verificou que:

- As penetrações podem estar relacionadas com a obtenção de golos de extremos,
- Os cruzamentos e as trocas entre posições parecem estar relacionadas com a obtenção de golos de 1ª linha,
- O bloqueio parece encontrar-se associado aos golos da 2ª linha.

Por sua vez, Silva procurou descrever e analisár as acções tácticas do andebol que contribuem para a diferenciação entre equipas vitoriosas e derrotadas, nas situações de igualdade numérica 7 vs 7, em jogos de alto nível. O autor distingue as equipas vitoriosas das derrotadas em função: do golo sofrido, da forma de entrada em posse de bola sem golo sofrido, do desenvolvimento da transição rápida defesa-ataque, do desenvolvimento do ataque em sistema, atendendo às sequencias ofensivas que o compõem e do desenvolvimento do ataque em sistema, considerando a organização defensiva do adversário. As conclusões a que chegou foram:

- As equipas vitoriosas, perante a ocorrência de uma falta técnica no ataque por parte do adversário, utilizam o contra-ataque directo na tentativa de finalização,
- Nas equipas derrotadas, o contra-ataque apoiado tem uma probabilidade significativa de activar a perda de posse de bola por falta técnica, ou por roubo de bola por parte do adversário,
- No ataque em sistema, as equipas vitoriosas apresentam padrões de finalização distintos em função da sequencia ofensiva utilizada para finalizar o ataque,
- As equipas derrotadas, no ataque em sistema, apresentam padrões de finalização que activam o bloco por parte do adversário,
- Para os dois grupos de equipas analisados, a finalização do ataque através de livres de nove metros, apresenta um padrão de finalização que inibe a obtenção de golo.

Relativamente aos trabalhos que procuram retirar conclusões a partir da análise dos indicadores estatísticos do jogo, pode-se encontrar na literatura existente sobre o andebol os seguintes exemplos:

- Vuleta, Milanovic e Sertic, utilizando um total de 134 indicadores técnico-tácticos, salientam a importância de três factores do jogo de andebol na sua investigação: o rendimento no ataque, o rendimento na defesa, o rendimento do guarda-redes [VMS99].
- Bricic, Viskic-Satlec e Fressi, recorreram a um total de 43 indicadores técnico-tácticos na análise do rendimento do andebol, referentes às categorias número e tipo de remates, número de golos, livres de “9 metros” e de “7 metros”, faltas técnicas e perdas de bola [BVF97].
- A Federação Europeia de Andebol (EHF) na análise aos Campeonatos da Europa, utiliza como indicadores, a eficácia no remate por zonas do campo, a eficácia no “livre de 7 metros”, a eficácia no contra-ataque, a eficácia no remate em penetração, o número de assistências, o número de faltas técnicas, de roubos de bola, de blocos ao remate, eficácia do guarda-redes, eficácia do ataque em superioridade numérica, eficácia do ataque em inferioridade numérica, eficácia no ataque posicional, número de livres de 7 metros cometidos, número de livres de 7 metros sofridos e percentagem de faltas técnicas.
- Skarbalius e KrusinKiene na sua investigação, valorizam a duração dos ataques, o rácio e a eficácia dos ataques posicionais e dos contra-ataques, o rácio e eficácia dos contra-ataques individuais e contra-ataques colectivos, a eficácia das acções na defesa e ainda das características das acções na zona dos 6-9 metros.

Estado da Arte

Como se constata pela série de exemplos apresentados, é vasta e variada a gama de indicadores utilizados em cada estudo, de acordo com os respectivos objectivos, o que mostra a diversidade de abordagens e quantidade de indicadores considerados importantes para analisar o rendimento do andebol.

A tabela seguinte mostra alguns estudos realizados nesta modalidade:

Autor	Ano	Tipo de Estudo
J. Maia	1985	Técnicas e indicadores para medição do corpo humano
J. Czerwinski e J. Erdmann	1991	Estudo quantitativo sobre o deslocamento dos jogadores no andebol
A. Oliveira	1996	Características do guarda-redes de andebol
B. Brcic, N. Viskic-Stalec e Z. Fressi.	1997	Indicadores e métricas estatística em andebol
D. Vuleta, D. Milanovic. H. Sertic	1999	Indicadores e métricas estatística em andebol
B. Ribeiro	2002	Análise táctica ofensiva no andebol
J. Coelho	2003	Análise táctica de uma equipa de andebol ao longo de uma competição
I. Gruic, D. Vuleta, D. Milanovic	2003	Indicadores de rendimento no Mundial de 2003 de andebol
J. Prudente, J. Garganta, M. T. Anguera	2004	Sistema de observação no andebol
J. F. P. N. Prudente	2006	Análise rendimento táctico-técnico do andebol de alto nível
J. A. S. D. Paiva da Silva	2008	Modelação táctica no processo ofensivo em andebol
G. Sporis, D. Vuleta, D. Vuleta Fr. E D. Milanovic	2010	Características físicas e psicológicas no jogadores de andebol
R. Barros, P. Menezes, T. Russomanno, S. Misuta, C. Brandão, J. Neucimar, e K. Goldenstein	2010	Trajectórias de jogadores de andebol

Tabela 2.7: Alguns estudos realizados sobre a modalidade de Andebol.

A tabela que se segue contém tipos de estatísticas que normalmente são recolhidas num jogo de andebol.

Estado da Arte

Estatística
• Passes com sucesso • Passes falhados • Passes até à baliza adversária • Lançamentos enquadrados • Lançamentos não enquadrados • Precisão do lançamento • Força/Velocidade do lançamento • Lançamentos da linha lateral • Lançamentos da linha de área • Lançamentos do meio campo • Velocidade do movimento com bola • Velocidade do movimento sem bola • Perdas de bola directa e indirecta • Desarmes • Faltas • Assistências • Golos marcados • Golos sofridos • Lançamentos de 7 metros ganhos • Erros Técnicos no ataque • Contra-ataques • Intervenções do guarda-redes

Tabela 2.8: Estatísticas recolhidas num jogo de Andebol.

A seguir encontram-se descritos alguns conceitos importantes deste desporto, para a realização deste projecto:

1. Regiões do Campo:

- Área de Baliza: Apenas o guarda-redes pode permanecer nesta área, que dista 6 metros da baliza. O adversário que entrar é punido com a perda de posse de bola;
- Linhas Laterais: Define a fronteira de cada lado do campo;
- Linhas de Fundo: Define a fronteira de cada extremidade do campo onde estão colocadas as balizas;
- Linha de 4 metros: É o local onde são cobrados os lançamentos livres, resultante de faltas ou comportamento incorrecto dos jogadores;
- Linha de 7 metros: É o local onde são cobrados os lançamentos livres de 7m resultado de uma falta numa situação clara de golo;
- Balizas: Os jogadores devem colocar a bola dentro da baliza adversária para marcar um golo. A baliza é colocada no meio da linha de fundo e mede 3m de largura e 2m de altura.

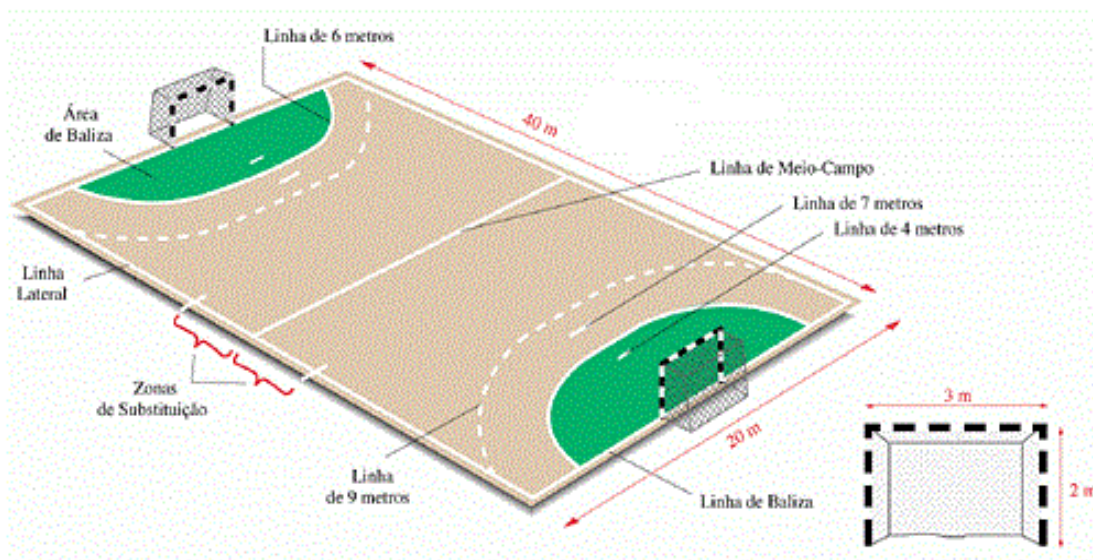


Figura 2.5: Esquemática do campo de Andebol.

2. Períodos:

- Normal - 2 Partes de 30 minutos, com um intervalo de 10 minutos;
- Prolongamento - Caso o jogo se encontre empatado até ao final do tempo regulamentar e seja imprescindível determinar um vencedor. O período de prolongamento consiste em 2 partes de 5 minutos cada, com um minuto de intervalo entre ambas;
- Lançamentos Livres - Caso o jogo continue empatado no final do prolongamento, são atribuídos lançamentos livres da linha de 7 metros.

3. Acções:

- Passe - Quando um jogador envia a bola na direcção de um colega;
 - Apoio: para uma zona mais afastada da baliza adversária, ou mantendo a mesma distância;
 - Ruptura: para uma zona mais próxima da baliza adversária;
 - Assistência: criando uma situação de finalização.
- Drible - Bater com a bola no chão a cada passo dado;
 - Com oposição: deslocamento de um atacante com a perturbação de pelo menos um defensor a menos de 1 metro de distância.
 - Sem oposição: sem a perturbação de nenhum defensor a menos de 1 metro.
- Remate - Acontece quando um jogador atira a bola na direcção da baliza com o intuito de marcar golo;
- Recepção - Implica o controlo da bola após um passe de um companheiro de equipa. A recepção também pode ser considerada com e sem oposição;
- Corte - Quando um jogador intercepta um passe adversário, ou recupera a bola na posse de um adversário.

Estado da Arte

- Bloqueio - É o deslocamento de um atacante procurando ocupar a trajetória de deslocamento de um defensor.
- Penetração – Deslocamento de um atacante com posse de bola para próximo da área com intenção de finalizar. Esta acção também é considerada com e sem perturbação do adversário.

4. Situações:

- Início de jogo - Situação que acontece no início de cada período ou depois de se ter marcado um golo. A bola é parte de um jogador no centro da linha do meio campo, na direcção do lado que defende;
- Lançamento - Acontece quando a bola sai do campo por uma linha lateral. O lançamento é concedido à equipa que não tocou por último na bola antes desta sair. O jogador que faz a reposição tem que colocar um pé em cima da linha, no local em que a bola saiu;
- Canto - Quando a bola sai do campo mas por uma linha de baliza e tocada pela última vez por um jogador que está a defender. A bola é resposta na esquina do campo;
- Falta - Situação que pode acontecer de várias maneiras, como por exemplo: o jogador que tem a bola é derrubado de forma irregular, segundo o regulamento ou a bola é jogada com o pé. A reposição da bola em jogo é no local onde a falta foi cometida;
- Livre de 7 metros - É um lance parecido com o penalti no futebol. No entanto acontece quando um jogador comete uma falta sobre um adversário em posição para finalizar;
- Livre de 4 metros - Acontece quando é violada gravemente uma regra do jogo.
- Exclusão - Quando um jogador tem uma conduta antidesportiva ou comete repetidas faltas durante um jogo, é sancionado com uma exclusão de 2 minutos. A terceira exclusão para o mesmo jogador conduz sempre à sua expulsão.

2.2.4 Futebol

A origem do futebol encontra-se em todos os cantos da geografia e da história. Os Chineses, Japoneses, Italianos, Gregos, Persas, Vikings e muitos outros jogaram à bola muito antes da nossa era. Mas foi na Inglaterra que o jogo começou a tomar a forma actual. Em 1863 a primeira associação de futebol foi criada, a FA (Football Association), separando-se do rugby (Rugby Football). Mas só 25 anos mais tarde é que foi criada a primeira competição, a England Soccer League, tornando o futebol um desporto de massas. A assistência média em 1888 era de 4600 pessoas, e 10 anos mais tarde mais do que duplicou. Entre 1870 a 1890 o futebol expalhou-se pelo resto dos países europeus e em 1904 foi criada a FIFA (Federation Internationale de Football Association), cuja missão é organizar o campeonato mundial (FIFA World Cup) onde 32 selecções nacionais de todo o mundo competem pelo primeiro lugar [Abr10].

O futebol como o conhecemos hoje, foi criado em 1960 e é o desporto mais jogado em todo o mundo com milhões de fãs a apoiarem os jogadores. De facto, o último campeonato do mundo teve uma assistência de 3 milhões de pessoas nos estádios e a FIFA estima que 700 milhões tenham visto a final pela televisão.

Os treinadores de futebol tendem a emitir opiniões subjectivas sobre os factores determinantes do resultado do jogo, o que faz que as suas conclusões variem muito. Segundo Wilkinson, a análise das prestações dos jogadores e das equipas realiza-se exclusivamente através da intuição dos treinadores, o que leva a uma elevada subjectividade e pouco valor científico [Wil82].

Cramer, técnico da FIFA e da Federação Alemã de Futebol, afirma que as competições são a fonte privilegiada da informação útil para o treinador e a partir da observação do jogo é que se aprende o que se deve treinar, para melhorar e orientar o processo do treino e obter a meta desejada. Assim, no futebol, a construção do treino deve recolher a informação do jogo (estrutura de movimentos, estrutura de esforço, natureza das tarefas, zonas de intervenção predominantes, funções principais, modelo de concepção do jogo, etc.) [Cra87].

Na literatura da análise do jogo de futebol mediante a observação directa, realizaram-se numerosas investigações de diferentes conteúdos:

- Análise do esforço físico realizado pelos jogadores durante o jogo através da determinação de distâncias percorridas: Knowles e Brooke (1974) [KB74], Ekblom (1986), Ohashi, Isokawa, Nagahama e Ogushi (1993) [OINO93], Velázquez (2000) [Vel00].
- Análise quantitativo da técnica: Luhtanen (1988) [Luh88], Velázquez (2000) [Vel00].
- Análise quantitativo e qualitativo dos comportamentos dos jogadores e das equipas. Nestes trabalhos faz-se referência ao aspecto espacial e temporal do jogo: Dufour (1982, 1989, 1993), Yamanaka, Liang e Hughes (1994) [YLH94], Paulis (2000) [Pau00].

O processo de recolha, armazenamento e tratamento dos dados obtidos apartir da observação do jogo, é cada vez mais determinante na optimização do rendimento dos jogadores e das equipas. Com o avanços dos meios informáticos, os analistas ganharam um meio de apoio para realizarem o seu trabalho. Foi na década de 80 que esta tecnologia começou a ser utilizada devido à facilidade de acesso da mesma.

Desde essa altura desenvolveram-se diversos sistemas entre os quais se destacam o MEMOBSER, que era um sistema para registar e memorizar informações sobre os 3 aspectos fundamentais do futebol: ocupação do espaço de jogo, circulação da bola e recuperações ou perdas de bola. Os dados eram registados e memorizados usando um teclado portátil partindo de uma observação em directo ou em diferido. Posteriormente o teclado era ligado ao computador central para transferencia dos dados. O resultado era poder observar diagramas, sequências e calculos dos aspectos estudados [Dou86].

Em 1996, Luhtanen apresentou o sistema SAGE (Sport Analysis and Game Evolution) que permite a análise por jogador e por equipa de vários aspectos tais como: passes, controlo e condução da bola, intercepção, duelo e tempo de posse de bola [Ort00].

A partir da década de 90 surgiram sistemas informáticos baseados nas imagens recolhidas dos jogos. Um dos primeiros estudos foi realizado por Erdmann [Erd93], que

Estado da Arte

usou um método videográfico que numa primeira fase consiste em colocar num plano elevado uma máquina de filmar com uma grande angular, denominada “olho de peixe”, de forma que capta todo o espaço do jogo.

Actualmente, a tecnologia disponível, oferece várias soluções para a observação do jogo para além da imagem, e vários sistemas comerciais de análise de rendimento dos jogadores de futebol surgiram desde então. Alguns destes sistemas e tecnologias são identificadas em maior detalhes nos capítulos seguintes.

A tabela que se segue contém tipos de estatísticas que normalmente são recolhidas num jogo de futebol.

Estatística
• Distância percorrida com e sem posse de bola • Duração da posse de bola • Passes com sucesso • Passes falhados • Passes até à baliza adversária • Cruzamentos • Cantos • Desarmes • Faltas • Perdas de bola directa e indirecta • Assistências • Remates enquadados • Remates não enquadados • Cartões amarelos e vermelhos • Contra-ataques • Intervenções do guarda-redes • Golos marcados • Golos sofridos

A seguir encontram-se descritos alguns conceitos importantes deste desporto, para a realização deste projecto:

1. Regiões do Campo:

- Grande Área: Marca o espaço onde o guarda-redes pode usar as mãos para controlar a bola. Uma falta dentro desta área é castigada pela marcação de um penalti.
- Pequena Área: Também chamada de área do guarda-redes. Delimita o espaço para a cobrança de um livre indirecto dentro da área. Neste caso a barreira fica na linha da baliza ou sobre linha desta área. Além disso os jogadores atacantes não podem tocar no guarda-redes defensor.
- Linhas Laterais: Define a fronteira de cada lado do campo;
- Linhas de Fundo: Define a fronteira de cada extremidade do campo onde estão colocadas as balizas;
- Marca do Penalti: Marca a distância de 11 metros até à baliza para as marcações de grandes penalidades;

Estado da Arte

- **Círculo Central:** A sua finalidade é delimitar o espaço na qual os jogadores que darão o toque inicial para colocar a bola em jogo terão sem que haja interferência do adversário. Apenas os cobradores podem ficar dentro desta zona.
- **Cantos:** Colocados nas extremidades, a sua função é facilitar e delimitar o espaço para a marcação de pontapés de canto.
- **Balizas:** Os jogadores devem colocar a bola dentro da baliza adversária para marcar um golo. A baliza é colocada no meio da linha de fundo e mede 7,32m entre os postes e 2,44m de altura.

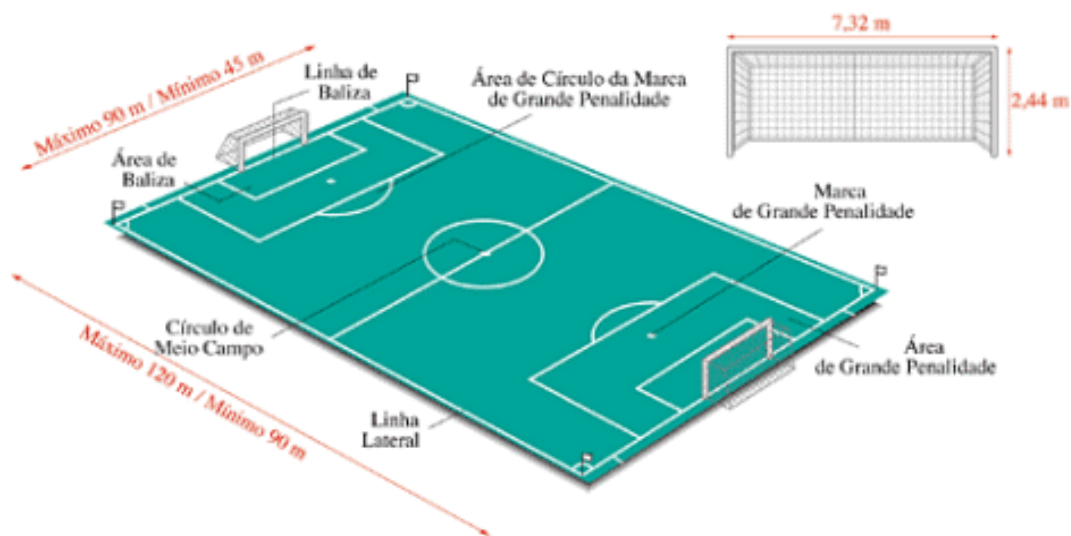


Figura 2.6: Esquematização do campo de Futebol

2. Períodos:

- Normal - 2 Períodos de 45 minutos;
- Prolongamento - Em caso de empate ao fim dos 90 minutos de jogo, algumas competições continuam com 2 partes de 15 minutos de prolongamento.
- Marcação de Penalties - Se quando terminar o tempo de prolongamento o jogo ainda estiver empatado, 5 penalties são concedidos a cada equipa.

3. Acções:

- Passe - Quando um jogador envia a bola na direcção de um colega;
 - Curto: quando se trata de um passe com uma distância inferior a 25 metros;
 - Longo: quando se trata de um passe com uma distância maior que 25 metros;

Estado da Arte

- Assistência: criando uma situação de finalização.
- Drible - Um jogador controla a bola na sua posse durante algum tempo seguido com os pés;
- Remate - Acontece quando um jogador atira a bola na direcção da baliza com o intuito de marcar golo;
- Cabeceamento - Sempre que a bola é jogada com a cabeça;
- Marcação - Quando um jogador se encontra muito próximo de um jogador adversário que não tem a bola;
- Corte - Quando um jogador intercepta um passe adversário, ou recupera a bola na posse de um adversário;
- Cruzamento - É normalmente, um passe longo efectuado numa situação de ataque, próximo de uma linha lateral para o centro do campo;
- Agarrar a bola - Apenas o Guarda redes pode agarrar a bola com as mãos e apenas quando está dentro da grade área.

4. Situações:

- Início de jogo - Situação que acontece no início de cada período ou depois de se ter marcado um golo. A bola é colocada no centro do círculo central e envolve 2 jogadores;
- Pontapé de baliza - Acontece quando a bola sai do campo por uma linha de fundo quando foi tocada pela última vez por um jogador atacante. A bola é repostada dentro da pequena área;
- Penalti - Acontece quando um jogador atacante sofre falta dentro da área de grande penalidade. A bola é colocada no ponto de penalti (6m) e um jogador atacante remata a bola apenas com a oposição do guarda redes adversário;
- Lançamento - Acontece quando a bola sai por uma linha lateral. A reposição é efectuada com o pés;
- Canto - É a situação oposta ao pontapé de baliza, ou seja, quando a bola sai do campo por uma linha de fundo mas tocada pela última vez por um jogador defensivo. A bola é resposta na esquina do campo com os pés;
- Falta - Situação que pode acontecer de várias maneiras, como por exemplo: o jogador que tem a bola é derrubado de forma irregular, segundo o regulamento ou a bola é jogada com a mão. A reposição da bola em jogo é no local onde a falta foi cometida com os pés. A falta pode ser directa ou indirecta. No primeiro caso o jogador que repõe pode rematar e marcar golo, enquanto no segundo caso não pode marcar golo directamente;
- Exclusão – Um jogador que cometa receba o cartão vermelho é excluído do jogo.

Na tabela seguinte apresenta-se de foma resumida as características destes jogos desportivos colectivos analisados, considerando diferentes indicadores.

Estado da Arte

Indicadores	Andebol	Basquetebol	Futsal	Futebol
Área de jogo	40x20m (800m ²)	28x15m (420m ²)	40x20m (800m ²)	105x68 (7140m ²)
Área de jogo por jogador	57m ²	42m ²	80m ²	324m ²
Tempo de jogo	60' (2x30')	40' (4x10' cronometrados)	40' (2x20' cronometrados)	90' (2x45')
Formas de jogar a bola	Qualquer parte do corpo excepto as pernas e os pés	Só com as mãos	Qualquer parte do corpo excepto os braços. Excepto o guarda-redes que dentro da área pode jogar a bola de qualquer maneira	Qualquer parte do corpo excepto os braços. Excepto o guarda-redes que dentro da área pode jogar a bola de qualquer maneira
Mobilidade com bola	Condicionada – drible e 3 passos	Condicionada – drible e 2 passos	Sem restrições	Sem restrições
Áreas restritivas	Área de baliza	Área restritiva e lei do regresso da bola à zona de defesa	Sem áreas restritivas	Sem áreas restritivas
Número de jogadores	7x7	5x5	5x5	11x11
Substituições	Sem restrições	Sem restrições	Sem restrições	Até 3
Faltas	Sem limites	Limite de 5 faltas por jogador. Exclusão à 5ª falta. Limite de 4 faltas por equipa em cada período. Penalização com 2 lançamentos livres a partir da 5ª falta	Limite de 5 faltas por equipa em cada parte, sendo esta penalizada com livre directo sem barreira à 6ª falta	Sem limites
Inferioridade numérica por sanção disciplinar	Exclusões por um período de 2' ou definitiva	Não se verifica	Exclusões por um período de 2' ou até a equipa infractora sofrer golo	Exclusões definitivas
Dimensões do alvo	3x2m (6m ²)	45cm de diâmetro	3x2m (6m ²)	7,32x2,44m (17,86m ²)

Tabela 2.9: Comparação dos JDC, considerando diferentes indicadores.

2.2.5 Futebol Robotico (RoboCup)

O Robocup é uma projecto educacional e de investigação a nível mundial, que visa o estudo e o desenvolvimento da inteligência artificial (IA) e da robótica, através da

combinação de várias tecnologias e metodologias para a construção de uma equipa de futebol robótico real ou virtual [KAK+95] [Abr10].

A iniciativa surgiu no Japão em 1997 por um grupo de investigadores que organizou um evento pré-Robocup para identificar possíveis problemas e dificuldades na organização. O seu sucesso foi tão grande que no mesmo ano decorreu a primeira edição oficial com mais de 40 equipas [Abr10]. Desde então, todos os anos decorre num país diferente a principal competição de futebol robótico. Cada edição é constituída por duas partes essenciais: as competições e o simpósio. As competições dividem-se em quatro grupos (Robocup Soccer, Robocup Rescue, RoboCup @Home e Robocup Junior), sendo cada uma composta por várias ligas. No simpósio, que decorre após as competições, são apresentados e discutidos trabalhos científicos da área.

O RoboCup Soccer é o foco principal da competição e é composto por 5 ligas:

- ***Simulation League***: É uma das mais antigas ligas, em cada equipa é composta por 11 robos virtuais (agentes). Encontra-se dividida nas ligas 2D e 3D e o principal objectivo é o desenvolvimento da IA e da estratégia da equipa [Abr10]. É baseado no *soccerserver* [NNMH97] que é um ambiente de simulação multi-agente constituído por 3 módulos: um servidor (*soccer server*), um visualizador (*soccer monitor*) e um reproduzidor video de jogos (*logplayer*) [Abr10].

Através de uma arquitectura cliente/servidor, o simulador é responsável por: executar a simulação do jogo usando regras pré-definidas, comunicar com o monitor para que represente graficamente o jogo e criar um ficheiro no final (*log file*), com a informação para que possa ser visualizada a qualquer momento.

- ***Small Size Robot League***: Nesta liga 2 equipas de 5 robos de pequenas dimensões (18 x 15 cm) jogam futebol durante 10 minutos num campo do tamanho de uma mesa de ping pong. Os robos e abola são detectados por uma câmara de filmar colocada 4 metros acima da superfície do jogo. A informação é processada por um computador ligado a esta câmara, que através dum emissor de ondas FM envia a posição, orientação e velocidade a cada robo.

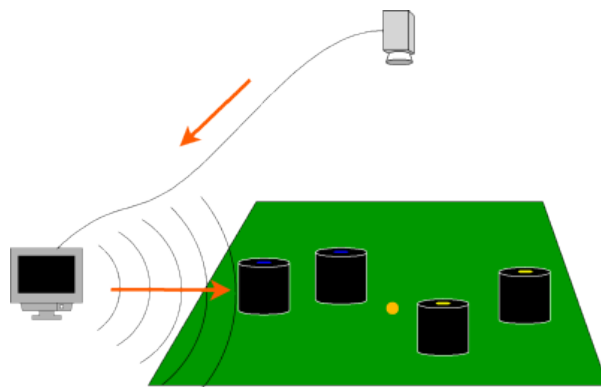


Figura 2.7: Liga RoboCup Small Size

- ***Middle Size Robot League***: Na liga de robos de tamanho médio, cada equipa é composta por 5 jogadores com 40 Kg de peso máximo, e cada jogo é praticado num campo de 18 x 12 metros durante 10 minutos. Não pode haver interferência humana excepto para as substituições dos robos, e estes são capazes de comunicar entre si através de uma rede sem fios (WLAN).
- ***Humanoid League***: Nesta liga os robots são autónomos, têm sensores e a forma de pessoas. O tamanho do campo e dos robos varia conforme o jogo, assim como o número de jogadores de cada equipa. Os principais objectivos desta liga são: o deslocamento e o lançamento da bola mantendo o balanço e a percepção visual da bola, dos outros jogadores e o auto-posicionamento do robo [KAK+95].



Figura 2.8: Robos humanóides Aldebaran Nao

- ***Standard Platform League***: Desde 2007 esta liga usa robos com a forma humanoide chamados *Nao* da companhia Aldebaran Robotics. É jogado num campo de 6 x 4 metros e cada equipa é composta por 3 jogadores de campo mais um guarda-redes. A principal característica desta liga é que todas as equipas utilizam o mesmo *hardware*, concentrando-se por isso no desenvolvimento do *software*.

Os ficheiros de jogo (*log files*), da liga de simulação 2D gerados pelo *soccerserver*, contêm os dados do estado do jogo, as posições e as velocidades da bola e de todos os jogadores (agentes), com uma taxa de actualização de 0,1 segundos. Além disso cada agente é desenvolvido de maneira a imitar um jogador humano, através de sensores (auditivo, visual e físico) que lhe permitem perceber o “ambiente” à sua volta, e um conjunto de acções disponíveis, como por exemplo: chutar a bola (*kick*) ou mudar o campo de visão (*change_view*) [Abr10].

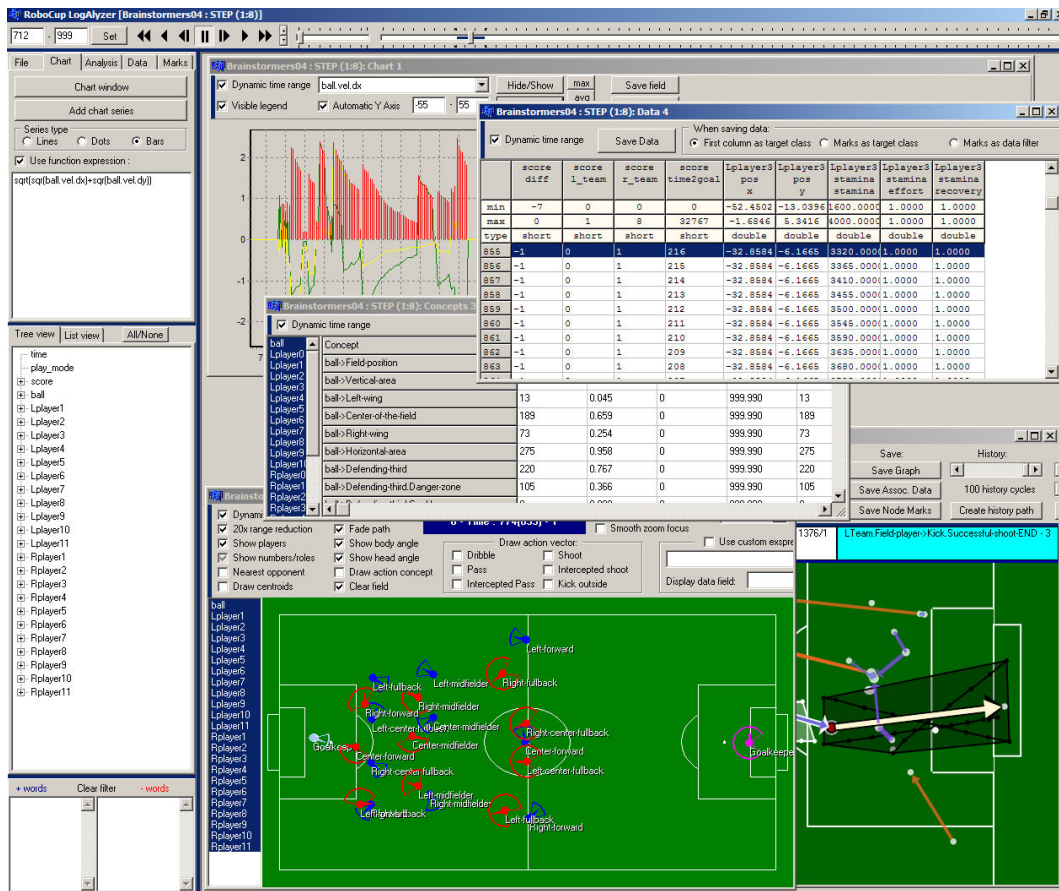


Figura 2.9: Ferramenta gráfica Logalyzer para ficheiros da liga de simulação 2D

Todas estas informações são armazenadas e lidas por ferramentas como o RoboCup Logalyzer¹ (Figura: 2.9). Esta ferramenta permite visualizar dinamicamente os dados através de gráficos, manipular todos os dados em tabelas e filtrar e exportar a informação desejada.

2.2.6 Conclusão

As características de cada desporto identificadas nos capítulos anteriores, serão utilizadas na criação de uma linguagem capaz de representar os JDC e na implementação de algumas funcionalidades da ferramenta, como por exemplo a detecção automática de acontecimentos.

2.3 Sistema de Detecção e Seguimento de Jogadores e da Bola

Nos últimos anos houve um crescimento no interesse em analisar eficazmente o desempenho dos desportistas e das equipas. De facto, existem muitos estudos em que estas medidas foram obtidas manualmente, quer por observação directa ou por análise posterior de imagens (vídeo) feita por um perito. Como já foi referido anteriormente, a

¹ Disponível on-line em <http://dis.ijs.si/andraz/logalyzer/>

informação recolhida desta análise é muito valiosa para educadores e treinadores, uma vez que lhes permite entender as dificuldades de um jogador ou mesmo de toda a equipa.

De acordo com Monier [MWR09], o seguimento dos jogadores durante um jogo implica pesquisar a posição de cada jogador no campo com suficiente precisão e frequência de modo que a informação da trajectória, tal como distância, velocidade e aceleração possam ser computadas. Esta informação é a base para uma análise mais profunda como a estratégia e a forma física do jogador. Pode também ser útil para aprender o comportamento e as táticas de uma equipa adversária.

Este capítulo apresenta uma visão das soluções existentes nas áreas de detecção e seguimento dos jogadores e da bola. Estas soluções estão divididas em dois grupos: baseadas em imagens e não baseadas em imagens.

2.3.1 Sistemas Não Baseados em Imagens

O sistema de posicionamento global, popularmente conhecido por GPS (acrónimo do original inglês Global Positioning System, ou do português "geo-posicionamento por satélite") é um sistema de navegação por satélite que fornece a um aparelho receptor móvel a posição do mesmo, assim como informação horária, sob todas quaisquer condições atmosféricas, a qualquer momento e em qualquer lugar na Terra, desde que o receptor se encontre no campo de visão de quatro satélites GPS. O que faz com que a sua precisão seja muito mais baixa em locais fechados. Foi criado em 1973 pelo governo dos Estados Unidos da América para superar as limitações dos anteriores sistemas de navegação. Inicialmente era apenas para uso militar, estando actualmente disponível para uso civil gratuito.

O RFID é um acrónimo do nome "Radio-Frequency IDentification" que significa Identificação por Rádio Frequência. Trata-se de um método de identificação automática através de sinais de rádio, recuperando e armazenando dados remotamente através de dispositivos chamados tags RFID.

Uma tag RFID é um pequeno objecto que pode ser colocado numa pessoa, animal, equipamento, embalagem ou produto. Contém chips de silício e antenas que lhe permite responder aos sinais de rádio enviados por uma base transmissora. Além das tags passivas, que respondem ao sinal enviado pela base transmissora, existem ainda as tags semi-passivas e as activas, dotadas de bateria, que lhes permite enviar o próprio sinal. No entanto as tags passivas apenas são detectadas num alcance menor que 13 metros de uma tag activa e a 40 metros da base. Embora o uso desta tecnologia possa ser uma solução interessante para algumas áreas, o alto custo do receptor e das tags activas são ainda um problema.

Wi-Fi é uma marca registada da Wi-Fi Alliance, que é utilizada por produtos certificados que pertencem à classe de dispositivos de rede local sem fios (WLAN) baseados no padrão IEEE 802.11. O padrão Wi-Fi opera em faixas de frequências que não necessitam de licença para instalação e operação, tornando-o atractivo [Abr10]. Com esta tecnologia como base, pode ser criada uma rede de informação sem fios para descrever um sistema de seguimento. Uma das vantagens deste método é a possibilidade

de seguir um objecto usando apenas um ponto de acesso, embora nesta situação a precisão diminua devido à falta de triangulação do sinal [Abr10].

Mais recentemente surgiu o LPM (Local Position Measurement) baseado no sistema de comunicação sem fios, desenvolvido pela companhia ABATEC Electronic Solutions. Este é composto por uma rede em tempo real, ligada a várias estações base distribuídas pelo campo.



Figura 2.10: Transmissor LPM

Os atletas têm que usar um acessório por baixo da camisa com o transmissor, que envia através das antenas para as estações, a sua posição em campo e o ritmo cardíaco. O sistema é reconhecido pela grande precisão (2-3cm de erro), distância de alcance (500m x 500m) e principalmente a taxa de actualização da informação que recolhe (1000 medições por segundo). Sem a possibilidade de testar esta tecnologia e sem o conhecimento do seu custo, pode-se dizer que a sua desvantagem está no facto de não fazer o seguimento da bola, exigindo o recurso a outro sistema diferente.

2.3.2 Sistemas Baseados em Imagens

O seguimento por vídeo é o método de localização cujo principal objectivo é localização de múltiplos objectos usando como base câmaras de vídeo. Os sistemas de vigilância multi-câmara são os mais populares. Apesar da sua variada aplicabilidade, existem alguns problemas como a necessidade do equipamento ter alta resolução, uma rede dedicada, exigentes recursos computacionais e principalmente o problema da oclusão dos objectos [Abr10].

Da perspectiva da câmara, os objectos que se encontram no campo são muito semelhantes, estão em constante movimento, mudam de forma e misturam-se em determinadas situações tornando difícil o seguimento de um jogador individualmente e da bola [San10].

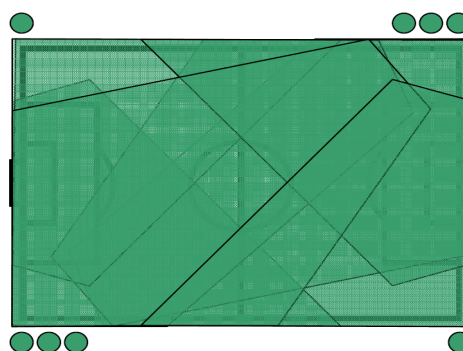


Figura 2.11: Disposição das câmaras no sistema Prozone.

São usados diferentes sistemas para desportos ao ar livre e para desportos em recintos fechados. Os exteriores são jogados numa área maior, como um campo de futebol que pode medir até 120mx90m, enquanto um campo de andebol mede 40mx20m. Além disso, um campo de futebol não tem tecto, o que faz com que seja impossível colocar câmaras directamente por cima dos jogadores. Os sistemas aplicados nos desportos exteriores variam desde o uso de imagens das câmaras de TV, uma única câmara dedicada colocada sobre a linha do meio campo, ou várias câmaras fixas.

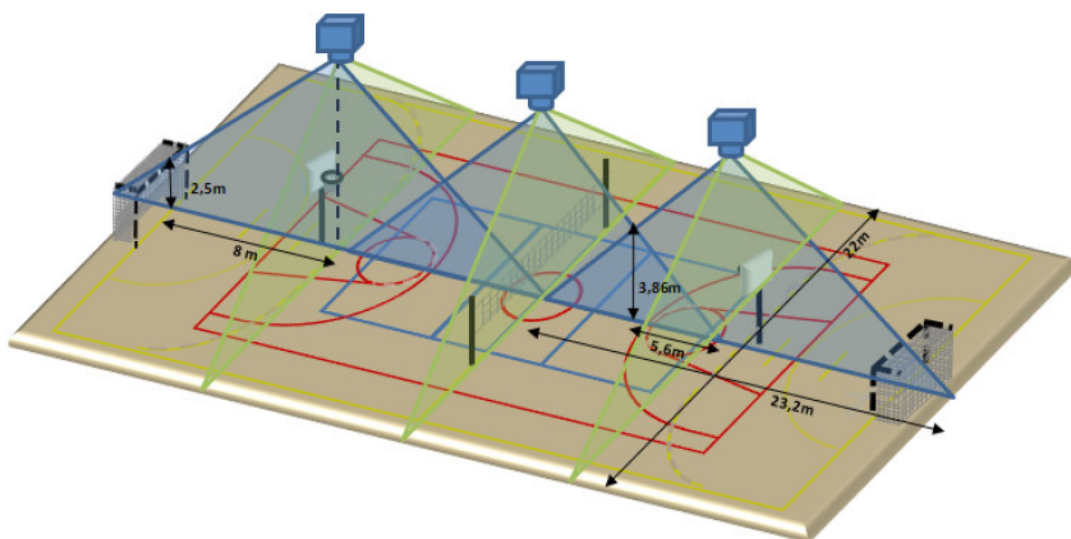


Figura 2.12: Exemplo da disposição das câmaras em recinto fechado.

A figura 2.11 mostra a área coberta e a colocação das câmaras do sistema comercial Prozone, enquanto a figura 2.12 exemplifica uma configuração possível para um desporto interior, proposta por Santiago [San09].

2.4 Sistemas de Análise do Desempenho Tático-Técnico

Nesta secção são apresentados alguns sistemas comerciais e descritos vários pontos fortes e fracos para cada um. Uma vez que o futebol é o desporto mais jogado do mundo, é compreensível que haja mais sistemas unicamente para este desporto e que estejam tecnicamente mais “evoluídos” que os restantes sistemas. No entanto desportos como o basquetebol e o baseball, que predominam nos Estados Unidos, gozam de diversos sistemas que calculam e representam uma grande gama de estatísticas.

Prozone é um sistema que utiliza um conjunto de câmaras (normalmente entre 8-10 câmaras) espalhadas ao longo do terreno de jogo e que captura os eventos durante a partida. Este sistema produz informação sobre o desempenho de cada jogador e da equipa (colectiva). Além disso, representa o jogo através de um visualizador em 2D, mas não permite ver as imagens de vídeo gravadas, ao mesmo tempo.

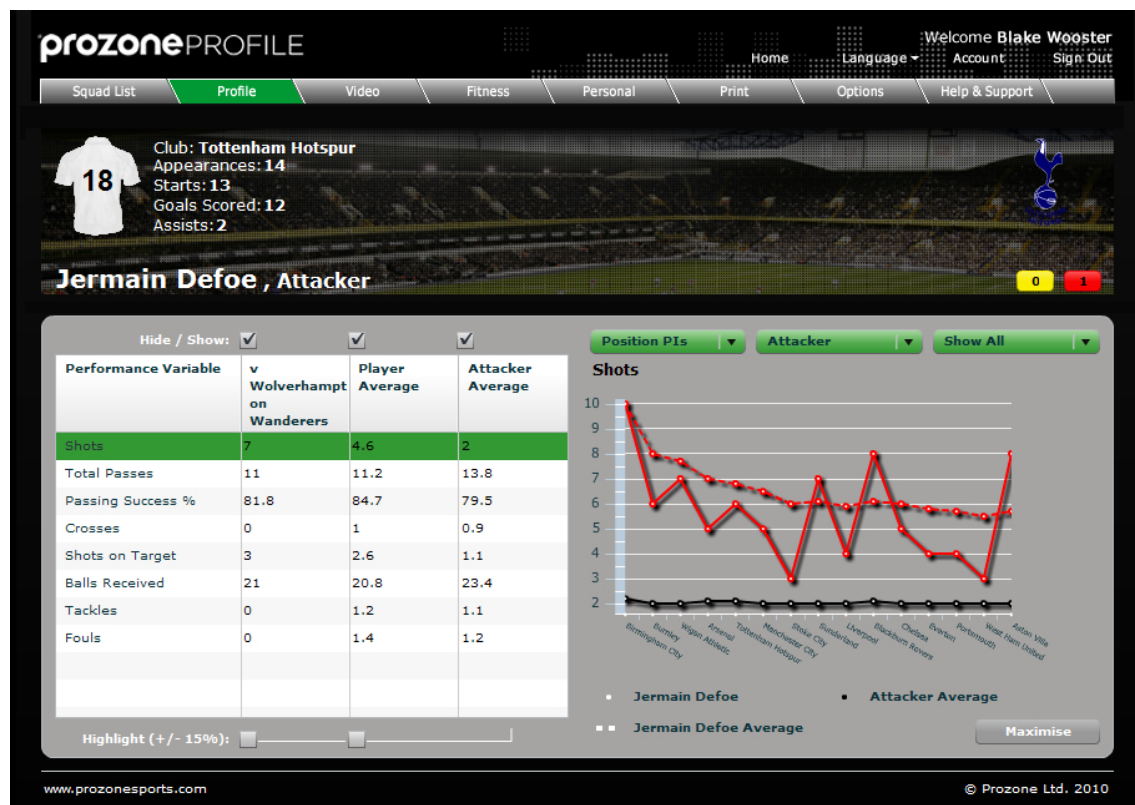


Figura 2.13: Apresentação de estatísticas individuais no sistema Prozone.

Este sistema produz um enorme número de estatísticas e informações durante a partida de futebol, o que é vantajoso para o treinador e os seus técnicos adjuntos. No entanto, tem duas grandes desvantagens: o custo da instalação (aproximadamente 120 mil euros) e o custo associado à análise de cada jogo [Abr10]. Outra desvantagem prende-se com o facto de não ser portátil, isto é, a equipa que adquiriu este sistema, apenas o pode utilizar nos jogos do seu próprio campo (em casa).

BBall Stats é um programa para gravar os eventos durante um jogo de basquetebol

Estado da Arte

entre equipas de escolas. Proporciona acesso em tempo real às estatísticas das equipas e dos jogadores.

Antes de um jogo, os jogadores têm que ser registados no sistema, ficando a sua informação disponível para ser usada e actualizada em futuros jogos. Os eventos que ocorrem durante o jogo, são gravados em tempo real usando apenas clicks numa ficha personalizada. Durante o jogo, as estatísticas do desempenho individual dos jogadores ou de um grupo de jogadores da nossa equipa ou do adversário ficam imediatamente disponíveis para ajudar nas decisões do treinador. Quando o jogo termina os resultados obtidos são agregados às informações que já existem dos jogos anteriores, aumentando continuamente a qualidade da informação do sistema.

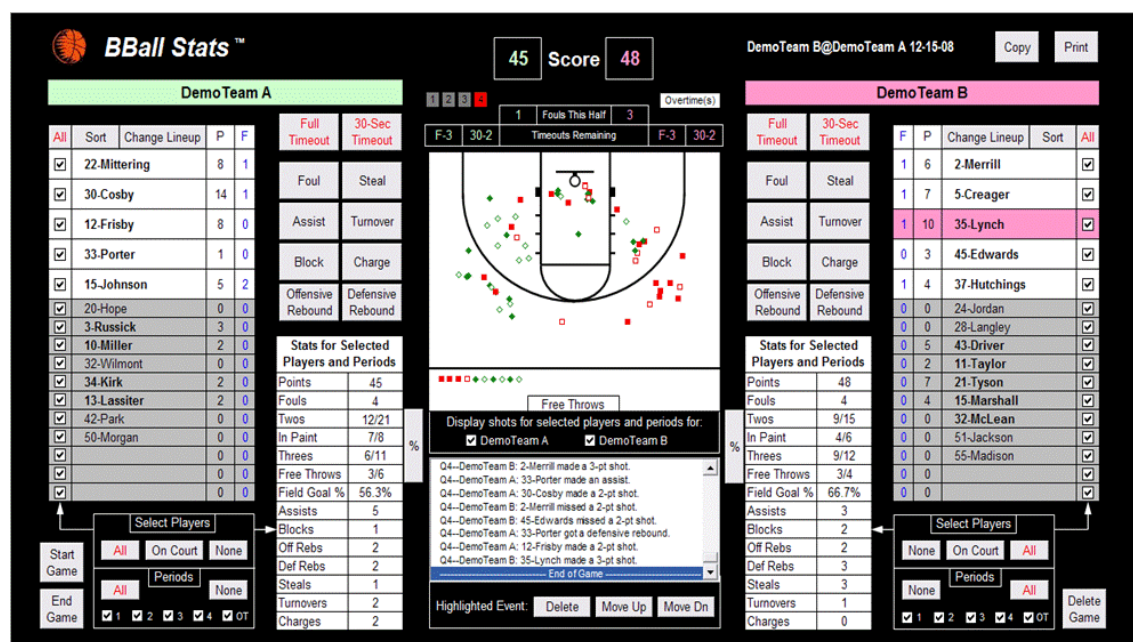


Figura 2.14: Ferramenta Bball Stats

As vantagens deste software são o seu baixo custo (40 euros para duas máquinas) e os requisitos mínimos em termos de hardware. Qualquer computador pessoal moderno pode executar sem grandes requisitos técnicos esta aplicação. No entanto, a nível de software, é necessário ter instalado o Microsoft Excell 2007. Além disto, é de fácil utilização e manutenção, mas necessita que haja sempre uma pessoa encarregue de o operar durante os jogos.

AmiscoPro é um software que analisa os dados colhidos por um sistema composto por 6 a 8 câmaras posicionadas num campo de futebol. A sua interface e a informação que recolhe é semelhante à do ProZone. A análise de jogo consiste em 3 partes: Modo de Animação, Modo Tático e Modo Físico. A animação é feita em 2D e mostra os movimentos dos jogadores durante toda a partida e algumas estatísticas individuais. O Modo tático permite analisar eventos do jogo, através da representação de áreas, por exemplo área coberta, ou trajectórias de jogadores. Este modo também permite analisar o desempenho individual e fazer comparativa de jogadores.

Uma desvantagem deste sistema é o facto de necessitar de um operador durante toda o jogo para identificar manualmente alguns eventos como faltas, foras de jogo e

admoestações [Set03].

eAnalyze é uma ferramenta da companhia eSpor que se encontra-se disponível para os seguintes desportos: futebol, basquetebol, voleibol, hóquei e lacrosse. No entanto, para cada desporto existem funcionalidades e características únicas. O eAnalyze permite fazer uma análise de acções individuais e de estatísticas, mas as acções do jogo têm que ser manualmente codificadas. Para facilitar este processo, as imagens recolhidas pela TV, ficam automaticamente associadas às acções. Todas as informações que são adicionadas na ferramenta ficam organizadas, permitindo comparar desempenho entre os jogadores, entre as equipas ou de uma equipa em vários jogos.

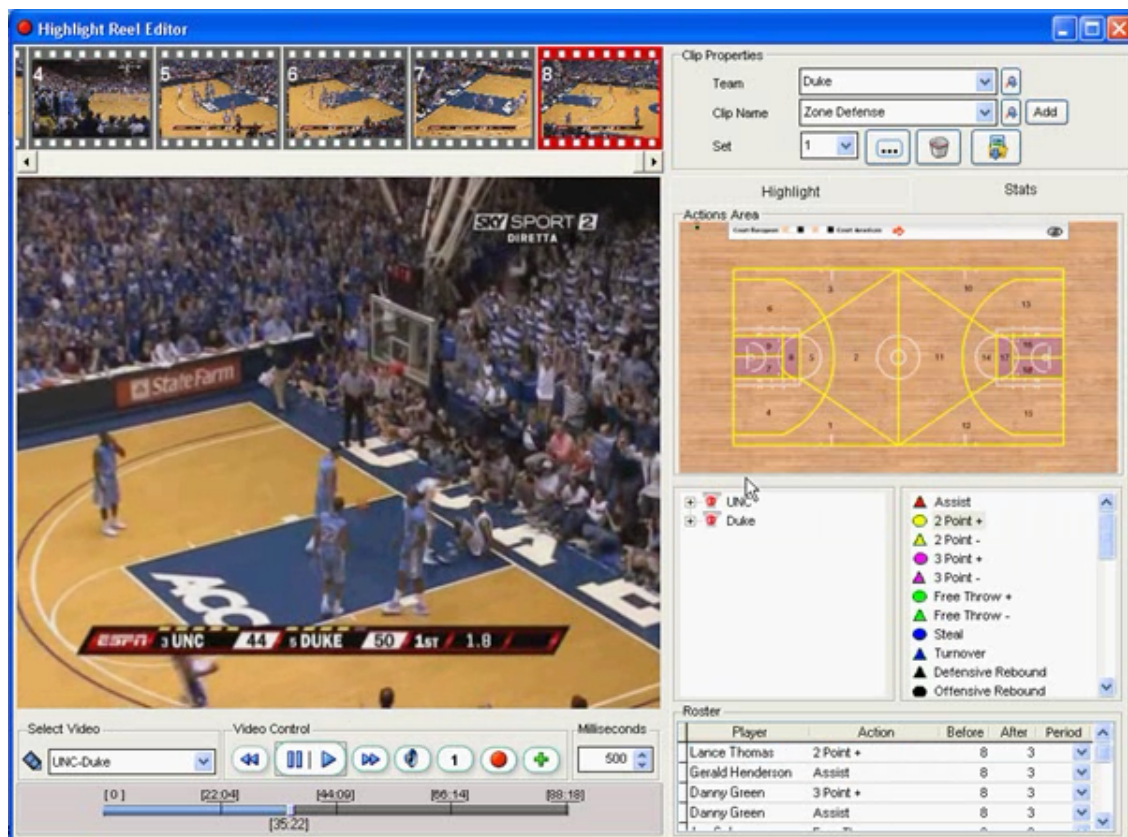


Figura 2.15: Ferramenta eAnalyze

A Tabela 2.10 representa um estudo de comparação entre os sistemas comerciais descritos.

Estado da Arte

Nome	Vantagens	Desvantagens
Prozone	Grande variedade de estatísticas individuais e colectivas.	Instalação fixa, não tem portabilidade; Custo elevado; Necessário tratamento manual das imagens.
BballStats	Sistema simples e portátil; Baixo custo.	Pouca informação; Poucas estatísticas; Não utiliza sistema de seguimento ou imagens de TV; Não apresenta animações dos eventos.
Amisco Pro	Grande variedade de estatísticas individuais e colectivas.	
eAnalyze	Interface simples. Mais que um desporto.	Necessário codificar todas as acções.

Tabela 2.10: Comparação de ferramentas comerciais de análise do desempenho.

É importante notar que os sistemas vistos são próprios de cada desporto, com excepção do eAnalyze que fornece um pacote de ferramentas para 4 desportos.

2.5 Armazenamento/Representação do Jogo

De maneira a representar e armazenar os conceitos do domínio dos JDC, é importante definir uma linguagem. Ao longo do tempo, várias linguagens artificiais foram propostas para representar o conhecimento. São tipicamente baseadas na lógica e na matemática, e têm gramáticas de modo a serem processadas por máquinas e legíveis por pessoas. Normalmente estas linguagens fazem parte do domínio das ontologias.

Em ciências da computação, uma ontologia é um modelo de dados que permite especificar o conhecimento em termos de símbolos e as suas relações. De acordo com Tom Gruber [Gru93], da Universidade de Stanford nos EUA, uma ontologia é geralmente escrita como um conjunto de definições de um vocabulário formal e os principais objectivos da sua definição para um contexto são:

1. Permitir que uma máquina use o conhecimento numa aplicação específica;
2. Permitir a partilha do conhecimento entre máquinas;
3. Ajudar os humanos a entenderem mais sobre uma área de domínio específico;
4. Ajudar investigadores a atingir um consenso em certa área do conhecimento.

Este tipo de linguagens é usada para desenvolver ontologias, permitir a codificação do conhecimento de domínios específicos e incluir, frequentemente, regras de raciocínio que suportam o processamento do conhecimento [Abr10].

Actualmente, as ontologias são fundamentais para muitas aplicações como portais de conhecimento científico, geração de informação e integração de sistemas, comércio electrónico, e principalmente serviços relacionados com web semântica [Cas08].

1. **XML** (Extensible Markup Language) [BPSM+04] é um formato de texto de uso geral, derivado do SGML (Standard Generalized Language), que tem como

objectivo principal, facilitar a partilha de dados estruturados através de sistemas de informação diferentes, principalmente via Internet [DMHF+00]. O XML é classificado como uma linguagem extensível porque permite que os utilizadores definam os seus próprios elementos, diferente de linguagens como o HTML, por exemplo, que possuem elementos pré-definidos como as marcas <p> (parágrafo) ou <table> (tabela).

2. **RDF** (Resource Exchange Language) [LS98] foi desenvolvida pela W3C (world wide web consortium) para processar metadata. O seu objectivo é fornecer uma sintaxe padronizada para que as aplicações e ferramentas de desenvolvimento possam descrever recursos da Web.
3. **DAML** (DARPA Agent Markup Language) é uma extensão das linguagens XML e RDF.
4. **DAML+OIL** [CHH+01] é a actualização da linguagem DAML e proporciona um grande conjunto de constructores para a criação de ontologias e para que a informação seja interpretada e compreendida por computadores.
5. **OWL** (Web Ontology Language) [MvH04] deriva da linguagem DAML+OIL e é a linguagem padrão para descrição de ontologias na Web. É uma recomendação da W3C para ser usada quando a informação presente em documentos necessita de ser automaticamente processada por aplicações e pessoas. Também pode ser usada para representar o significado de termos e as suas relações. O OWL utiliza como base os recursos RDF, no entanto adiciona mais vocabulário para descrever propriedades e classes, como por exemplo: relações entre classes, cardinalidade, igualdade, propriedades com tipos mais complexos, características de propriedades e classes enumeradas.
6. **OWL2** [MHY09] é uma actualização, compatível da versão anterior. Isto significa que as ontologias desenvolvidas com OWL continuam válidas. Algumas funcionalidades novas são: cadeias de propriedades, restrições de cardinalidades, propriedades assimétricas e reflexivas.

Nos últimos anos, surgiram duas ontologias diferentes na área do futebol, propostas por Ranwez e Moller respectivamente. Ranwez definiu uma ontologia de futebol, com a linguagem DAML (Ranwez Soccer Ontology¹), que representa um conjunto de conceitos de futebol como regras, acções ou atributos de jogadores (nome, nacionalidade, etc.) [CVR98]. Em 2004, uma nova ontologia foi proposta por Moller (SWAN Soccer Ontology²) que consiste na extracção automática de meta-informação de linguagem natural web e apresenta muitos conceitos novos adicionais. Mais recentemente a empresa Lockheed Martin modificou a ontologia de Ranwez, para o basquetebol, com a ajuda do Ontapro (Ontology Translation Protocol³).

1 Ranwez, S. Ranwez Soccer Ontology. DAML Ontologies Library Web site, submetido em 2002, disponível online em <http://www.daml.org/ontologies/273>

2 Moller, K. SWAN Soccer Ontology, submetido em 2004, disponível online em <http://sw.deri.org/~knud/swan/ontologies/soccer>

3 Disponível Online em <http://www.atl.external.lmco.com/projects/ontology/>

Foram desenvolvidas outras linguagens focadas no treino das equipas, como por exemplo a linguagem Clang [CFH+03], que foi desenvolvida para reduzir os problemas de comunicação entre o treinador e os seus jogadores. Esta linguagem permite definir condições, acções e regiões. As condições são construídas através de ligações lógicas de proposições descritivas do estado. Estas proposições são relacionadas com: as posições dos jogadores, as posições da bola e o modo de jogo. As acções referem-se a instruções que podem ser dadas aos jogadores e as regiões estão relacionadas com áreas no campo. O principal objectivo do Clang é transmitir aos jogadores o comportamento que se deseja que tenham durante o jogo. No entanto estes conceitos são muito focados no futebol virtual, competição em que esta linguagem se insere [Abr10].

Outro exemplo é o COACH UNILANG, linguagem desenvolvida por Reis e Lau [RL02] com objectivos similares ao Clang. Nesta linguagem os conceitos são agrupados através de áreas conceptuais: regiões do campo, períodos de tempo e tácticas que permite uma configuração de alto nível das equipas (englobando características ofensivas e defensivas). Em comparação com Clang, esta linguagem representa conceito de mais alto nível (engloba mais conceitos de equipa e é menos centrada no jogador).

3 Linguagem para JDC

Os JDC caracterizados pela necessidade de penetração do campo adversário para atingir um alvo, partilham vários aspectos comuns. De maneira a atingir o objectivo central (desenvolvimento da plataforma genérica para os JDC), era importante identificar estes aspectos, e construir um meio que os conseguisse representar de forma generalizada, mas sem perda de informação. A escolha, foi a construção de um documento *XML Schema*, com a definição das regras de validação de um JDC. Este documento foi desenvolvido de modo a representar os JDC falados no capítulo anterior e permitir, com pequenos ajustes nos conceitos, representar outros desportos colectivos.

3.1 Estrutura dos JDC

Como foi referido no capítulo anterior os JDC são praticado num terreno de jogo próprio, durante um período definido, entre duas equipas cujo objectivo é colocar a bola no alvo do adversário de modo a pontuar. Para isso os jogadores utilizam as suas habilidades e conhecimentos técnico-tácticos, de forma individual e colectiva que resultam em acontecimentos (eventos).

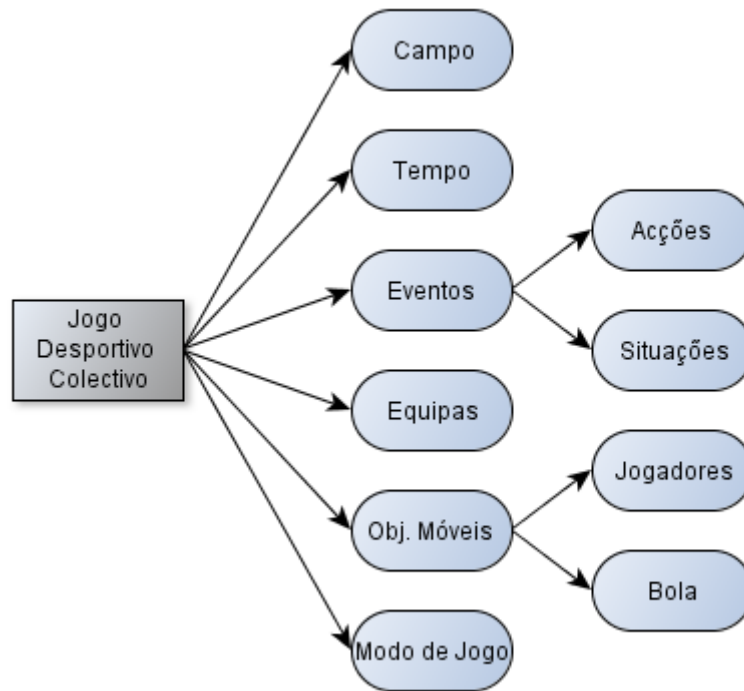


Figura 3.1: Representação dos conceitos que compõem um Jogo Desportivo Colectivo

Os jogadores e a bola são os objectos móveis, sendo por isso necessário conhecer as suas coordenadas cartesianas ao longo de todo o jogo. Depois, partindo deste conhecimento é possível determinar a velocidade e a direcção de cada objecto em qualquer instante do jogo. Além disso para cada jogador é essencial saber, a que equipa pertence e qual é o seu número.

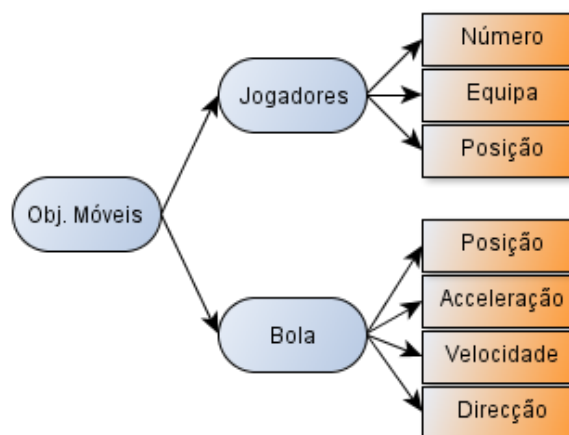


Figura 3.2: Representação dos objectos móveis de um JDC

3.2 Definição e Representação do Campo

O campo, espaço onde decorre o jogo é um rectângulo dividido ao meio pelo comprimento, composto por linhas de marcação que definem as fronteiras das zonas e alvos onde os jogadores pontuam. Cada equipa deve defender a sua metade do campo e atacar o alvo do adversário na metade oposta. A seguinte figura representa os conceitos que constituem o campo, necessários para este projecto.

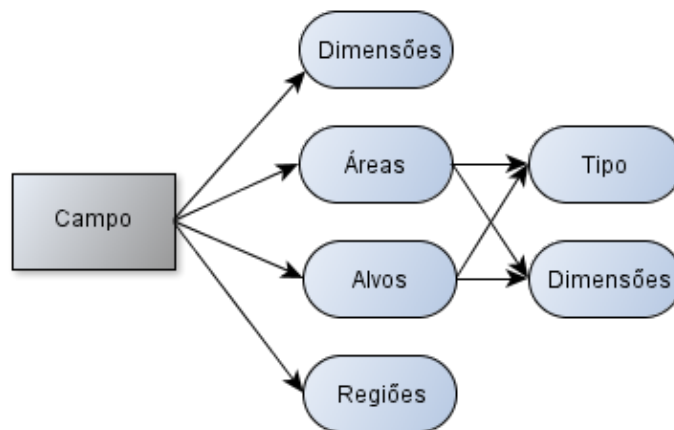


Figura 3.3: Representação dos conceitos do campo

Além das dimensões do campo, o número e tipo de áreas assim como a forma do alvo variam entre os desportos considerados como visto anteriormente. No caso do futebol, futsal e andebol os alvos são balizas com diferentes comprimentos e alturas, enquanto no basquetebol é necessário conhecer a altura e o diâmetro do cesto.

De forma a facilitar a análise do jogo e aumentar a caracterização dos eventos, é importante dividir o campo em regiões. A seguinte figura mostra uma definição das regiões possível para o campo de basquetebol.

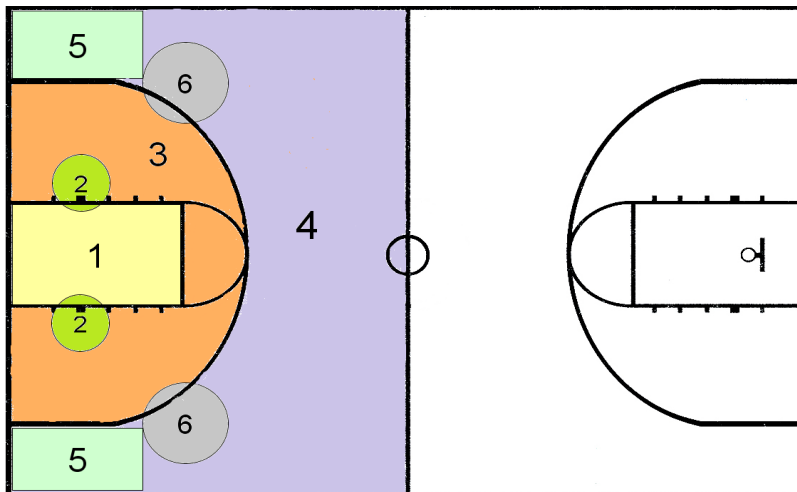


Figura 3.4: Divisão do campo de basquetebol em regiões

Os números e as cores na figura representam cada região definida:

1. Área de 3 segundos defensiva;
2. Zona de bloco defensivo;
3. Área de 2 pontos defensiva;
4. Meio campo defensivo;
5. Cantos;
6. Alas.

3.3 Definição do Tempo

A definição de períodos de tempo é essencial na descrição dos eventos do jogo. Nesta linguagem o tempo é dividido em 3 grupos: tempo normal de jogo, prolongamento e penalties/lançamentos. Para o futebol, futsal e andebol o tempo normal e o tempo de prolongamento são divididos em 2 partes, enquanto que no basquetebol o tempo normal é composto por 4 períodos e não tem tempo de penalties/lançamentos.

3.4 Definição dos Eventos

Os eventos do jogo encontram-se divididos em acções e situações. As acções são acontecimentos que se caracterizam por dependerem da bola, implicando que esta esteja jogável dentro dos limites do campo. Por sua vez, as situações são compostas pelos lances de bola parada e acontecimentos que não dependem da bola, como por exemplo as lesões.

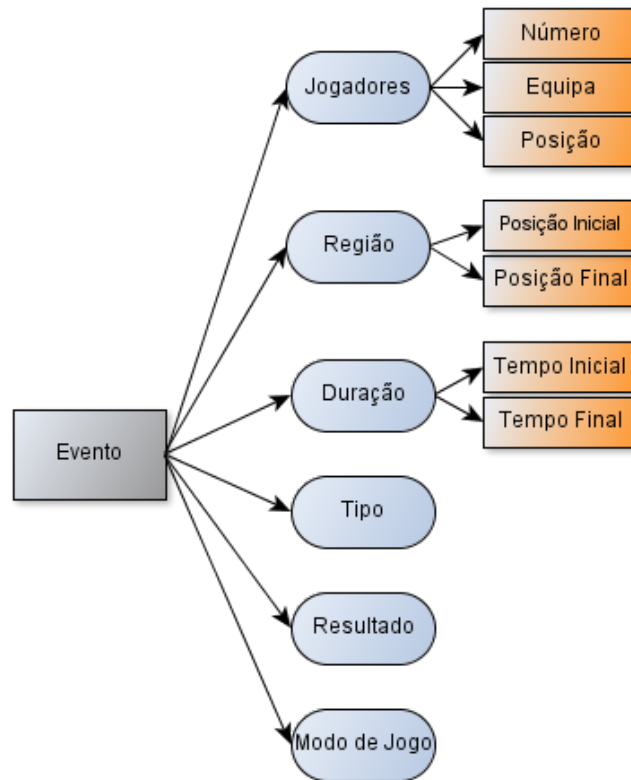


Figura 3.5: Representação dos conceitos dos eventos

Para definir um evento é necessário conhecer: a informação dos jogadores envolvidos, a zona do campo e a duração. Em alguns eventos é importante também conhecer o resultado e o tipo, por exemplo um passe no futebol pode ser do tipo longo ou curto e o resultado ser bem sucedido ou interceptado.

3.4.1 Generalização dos Eventos

Devido à grande variedade e complexidade de informação que pode ser associada a cada evento de um JDC, foi necessário generalizar alguns conceitos. As tabelas seguintes mostram o conjunto das acções e das situações abordadas e os parâmetros de cada.

Linguagem para JDC

Acção	Desporto	Tipo	Equipa	Número de jogadores	Região do campo	Tempo	Resultado
Drible	Todos		1	1	Todo o campo	Intervalo de tempo	
Passe	Futebol	Curto	2	2	< 25m	Intervalo de tempo	-Bem sucedido -Mal direccionado -Interceptado
		Longo			> 25m		
		Cruzamento	1	2	Mudança de lado		
	Andebol Futsal	Apoio	2	2	Defesa	Intervalo de tempo	
		Ruptura			Ataque		
	Basquetebol	Picado	2	2	Todo o campo	Intervalo de tempo	
		Por cima da cabeça					
		Passe de ombro					
Todos	Assistência	1	2	Ataque	Intervalo de tempo		
Finalização (Remate)	Futebol	Remate de longe	1	1	> 25m, < 40m	Início	-Bem sucedido -No alvo -Fora do alvo
		Remate de perto			< 25m		
	Andebol	Com oposição	1	1	Área adversária	Início	
		Sem oposição					
	Basquetebol	Bandeja	1	1	Meio campo adversário	Início	
		Com uma mão			Área ofensiva		
		Em salto					
Golo	Todos excepto Basquetebol		1	1	Balizas		
Cesto	Basquetebol	1 Ponto	1	1	Linha de lance livre		
		2 Pontos			Dentro da área		
		3 Pontos			Fora da área		
Recepção	Andebol Basquetebol	Com oposição	1	1	Todo o campo excepto áreas	Início	
		Sem oposição	1	1			
Corte	Todos		1	1	Todo o campo	Início	
Intercepção	Todos		1	1	Todo o campo	Início	
Bloco	Andebol Basquetebol		1	1	Todo o campo	Início	
Defesa Gr.	Todos excepto Basquetebol		1	1	Área defensiva	Início	-Agarra a bola -Defende para dentro do campo -Defende para canto
Ressalto	Basquetebol	Ofensivo	1	1	Area ofensiva	Início	-Com sucesso -Sem sucesso
		Defensivo	1	1	Área defensiva		

Tabela 3.1: Principais acções dos desportos escolhidos

Linguagem para JDC

Situação	Desporto	Tipo	Número de jogadores	Região do campo	Tempo	Modo de Jogo
Bola no círculo central	Todos	Início de parte		Centro		-Antes do início do jogo -Parado -Golo
	Todos excepto Basquetebol	Reposição após golo				
Lançamento de linha lateral	Todos		1	Linhas laterais		-Bola fora do campo
Lançamento de baliza	Todos excepto Basquetebol		1	Área defensiva		-Bola fora do campo
Canto	Futebol Futsal		1	Cantos do terreno de jogo		-Bola fora do campo
Falta (Livre)	Futebol Futsal	Directo	1	Fora das áreas		-Falta
		Indirecto		Dentro das áreas		
		Penalty		Dentro das áreas		
	Andebol	Livre de 7 m		Linha de 7m		
		Livre de 9 m		Linha de 9m		
	Basquetebol	Lançamento livre		Linha de lançamento livre		
Sanção	Todos excepto Basquetebol	Amarelo	1			
		Vermelho				
	Andebol Futsal Basquetebol	Exclusão				
Lesão	Todos		1			
Substituição	Todos	Normal	2			
		Forçada				

Tabela 3.2: Principais situações dos desportos escolhidos

De notar o facto das acções serem associadas habitualmente aos jogadores e as situações às equipas. Por exemplo, para efeitos estatísticos é mais importante contabilizar os cantos de cada equipa do que cada jogador individualmente.

3.4.2 Modo de Jogo

O modo de jogo é uma variável cuja função é apenas ajudar na detecção automática de eventos, estando por isso relacionado com a posição da bola e com o tempo de jogo. Pode tomar 6 valores diferentes:

1. Jogável: indica que a bola está dentro do terreno de jogo.
2. Parado: indica que o tempo de jogo terminou.
3. Início de Jogo/Parte: indica que a bola está parada no centro do campo e os jogadores de cada equipa estão na sua metade do campo.
4. Bola fora do campo:
 - Linha lateral: indica que a bola saiu do campo por uma linha lateral
 - Linha de fundo: indica que a bola saiu do campo por uma linha

Linguagem para JDC

de fundo.

5. Golo/Cesto: indica que a bola entrou na baliza ou no caso do basquetebol, passou no aro do cesto.
6. Falta: indica que a bola está dentro do campo, mas parada para a marcação de uma falta.

4 Ferramenta Desenvolvida

Numa primeira fase do projecto surgiu a oportunidade de desenvolver a ferramenta com base nos JDC praticados dentro de pavilhão, utilizando dados de outros projectos em desenvolvimento na Universidade do Porto, sobre seguimento de objectos.

No primeiro projecto, a ideia consistiu na instalação de um sistema RFID no pavilhão do Académico Futebol Clube, na cidade do Porto, de forma a obter as posições dos jogadores e da bola em desportos como o futsal ou o andebol para ajudarem no desenvolvimento da ferramenta e servirem como teste. Esta tarefa resultou ser impraticável, uma vez que a estrutura metálica do pavilhão impediu que os sensores funcionassem correctamente.

Outro projecto consistiu na implementação de sistema de seguimento automático para JDC baseado em imagens [San10]. Utilizando uma configuração de 3 câmaras colocadas no tecto de um recinto desportivo e um software de sincronização, obteve as posições dos jogadores num jogo de andebol. Infelizmente com esta tecnologia ainda não é possível fazer o seguimento da bola, uma vez que se trata de um objecto muito mais pequeno que as pessoas encontrando-se muitas vezes tapada pelos jogadores. Mesmo assim, as posições dos jogadores que foram obtidas neste projecto foram armazenadas num ficheiro disponibilizado, no formato *xml* e o jogo pode ser visualizado.

Durante o desenvolvimento da ferramenta, como não havia dados de mais desportos que permitissem testar e ajudar na implementação de algoritmos de detecção, e como os principais eventos entre os JDC são comuns, decidiu-se utilizar dados relativos a futebol. As posições de todos os jogadores e da bola do jogo final do campeonato do mundo de 2006, entre as selecções da Itália e da França, foram codificadas em ficheiros de texto e foram disponibilizadas pela FIFA. Além deste jogo, era importante ter mais dados para teste, como tal utilizaram-se ficheiros da liga de simulação 2D do RoboCup. Com o recurso à ferramenta Logalyzer, falada no capítulo do estado da arte, foi possível transformar estes ficheiros, noutros mais simples contendo apenas as posições dos jogadores e da bola.

Um dos requisitos da ferramenta era que fosse genérica, isto é, que permitisse representar e analisar os desportos colectivos mais conhecidos e que permitisse no futuro, com poucas alterações no código fonte, será compatível com muitos outros.

Como tal, todo processo de desenvolvimento teve como base os conceitos da linguagem criada e descrita no capítulo anterior.

Este capítulo mostra em detalhe a ferramenta desenvolvida, explicando que funcionalidades e como foram implementadas, as tecnologias usadas e algumas decisões que foram tomadas ao longo do processo de desenvolvimento.

4.1 Especificação e Arquitectura

A ferramenta foi desenvolvida na linguagem de programação *java* com a ajuda do *java-xmlbuilder*¹ para a leitura e escrita de ficheiros *xml*.

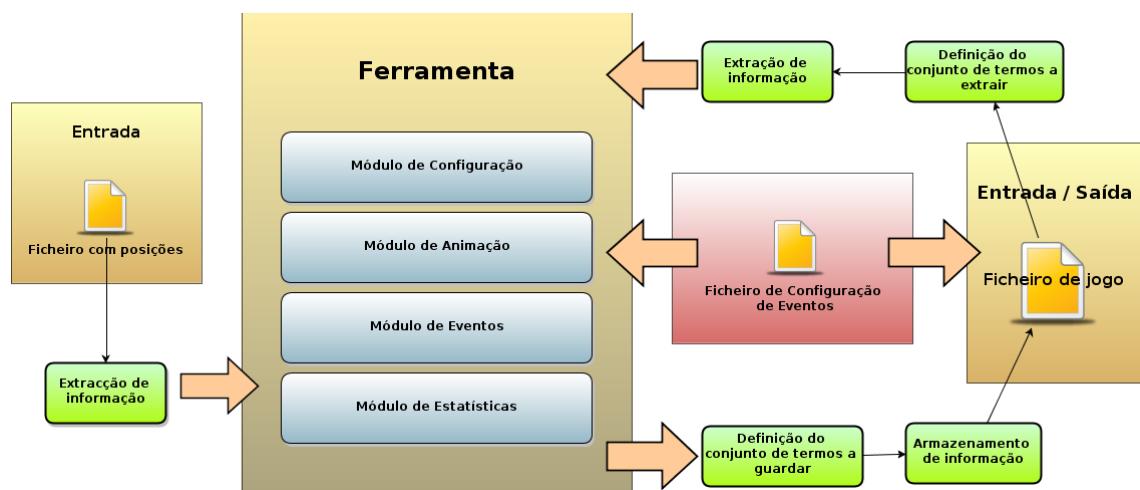


Figura 4.1: Arquitectura da ferramenta desenvolvida

A interface inicial permite ao utilizador iniciar um novo projecto, escolhendo o desporto e configurando as dimensões e algumas características do campo, ou carregar um ficheiro antigo criado pelo programa e continuar o seu trabalho.

Durante a reprodução do jogo, é possível gerir os acontecimentos do desporto escolhido, ver estatísticas e pedir que a ferramenta faça a detecção automática de alguns eventos.

¹ Disponível online em <http://code.google.com/p/java-xmlbuilder/>

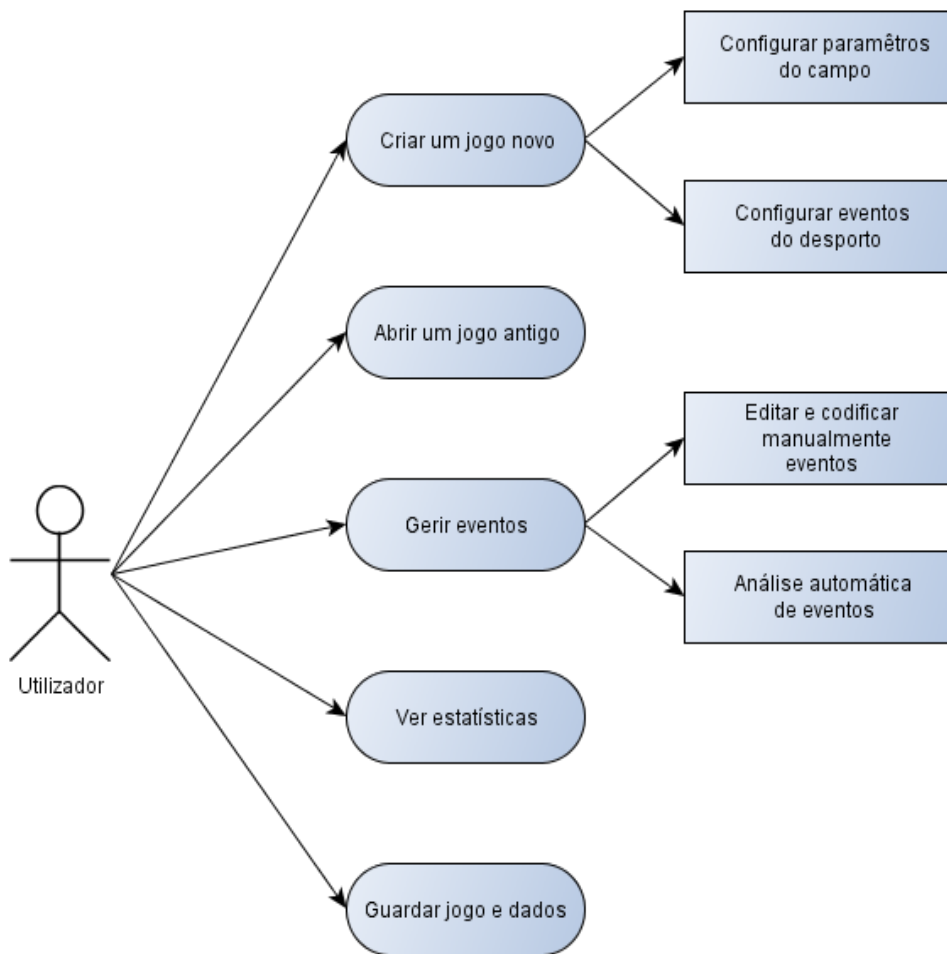


Figura 4.2: Diagrama de casos de uso

Como os desportos escolhidos são uma pequena amostra do universo de desportos colectivos, e o número de acções e situações definidas na linguagem são limitadas, a possibilidade de criação de eventos ou até de um novo desporto foi implementada. Um ficheiro *xml* com uma estrutura simples que contém os eventos associados a cada desporto é processado no início da ferramenta. O utilizador pode facilmente editar este ficheiro de configuração aumentando a quantidade e qualidade da informação que o sistema gere.

4.2 Módulos da Ferramenta

Além da interface de configuração inicial a ferramenta é constituída por 3 módulos. O módulo de animação que permite visualizar o jogo em 2D, o módulo de eventos que permite ao utilizador gerir acções e situações para cada desporto e o módulo de estatísticas.

Os próximos capítulos descrevem com maior detalhe cada um dos módulos da ferramenta, os ficheiros de entrada e saída e o ficheiro de configuração de eventos.

4.2.1 Interface Inicial

A ferramenta inicia com a janela de configuração dos parâmetros do campo. Esta interface permite iniciar um novo projecto ou continuar um projecto antigo.

Para a primeira situação encontram-se definidas as dimensões e características do campo, habituais de cada desporto. Consoante a escolha feita, o utilizador pode alterar os aspectos que desejar. Além das dimensões do terreno de jogo, é possível escolher o tipo de área e as suas dimensões, as marcas de penalti/lançamento, os cantos, o tamanho do círculo central e as dimensões dos alvos. Além dos desportos mencionados, foi criada uma opção que permite configurar todas as características do campo. Quando a opção “Other” é seleccionada, surge uma janela com a lista dos outros desportos conhecidos pela ferramenta, isto é, que estão contidos no ficheiro de configuração do sistema. Esta funcionalidade permite criar variações dos jogos desportivos conhecidos ou até inventar um.

The screenshot displays a software window titled "1. Choose Sport / Open File". It features radio buttons for "Handball", "Basketball", "Soccer", "Futsal", "Other", and "RoboCup 2D". An "Open" button is located to the right of a text input field. Below this, the "2. Edit Parameters" section contains two tabs: "Default" and "New". The "New" tab is active, showing various input fields and checkboxes for configuring the field. Parameters include Pitch Length (40), Pitch Width (20), Area Type (Handball), Area 1 Length, Area 1 Width (6), Area 2 Length, Area 2 Width (9), Goal Length (3), Basket Radius, Penalty Spot 1 from Goal (4), Penalty Spot 2 from Goal (7), Center Circle Radius, Corners, and Basket Dist from Line. A "Continuar" button is at the bottom.

Figura 4.3: Interface inicial de configuração

A segunda situação que a interface inicial permite, é o carregamento de um ficheiro antigo. Neste caso o utilizador deverá apenas seleccionar um ficheiro com o formato *xml* que já tenha sido gravado pela ferramenta, não precisando de definir as características do campo e do desporto, uma vez que são lidas directamente do ficheiro.

4.2.2 Módulo de Animação

O módulo de animação é consituído por 3 partes, representadas na figura 4.4.

- A barra de ferramentas (azul) onde é possível abrir um novo ficheiro com as coordenadas cartesianas dos jogadores e da bola, guardar o projecto aberto e controlar a área de visualização, como por exemplo fazer zoom.

Ferramenta Desenvolvida

- A área de visualização (vermelho), mostra o campo de jogo onde decorre a animação em 2 dimensões.
- A barra de controlo do vídeo (verde), onde se pode definir a velocidade da animação ou saltar directamente para o tempo desejado.



Figura 4.4: Janela principal da ferramenta

Um jogo é constituído por uma sequência de cenas (Figura: 4.5), que representam instantes de tempo. Em cada cena são conhecidas as coordenadas cartesianas de todos os jogadores e da bola, lidas do ficheiro de entrada e armazenadas num *arrayList*. No fundo, a reprodução do jogo é como um filme, quantas mais imagens forem mostradas num espaço de tempo, mais fluida e detalhada será a animação.

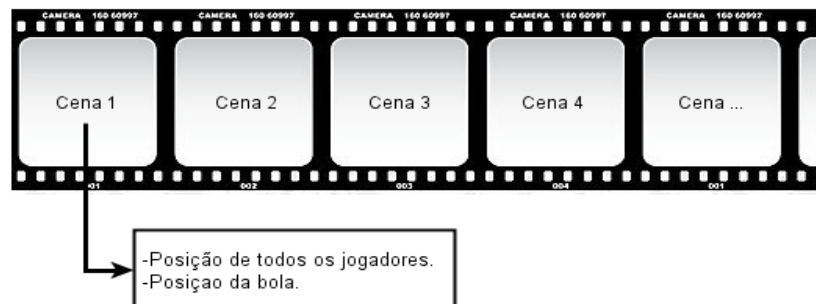


Figura 4.5: Representação da estrutura de um jogo

4.2.3 Módulo de Eventos

O módulo de eventos é composto pela janela de edição e a janela *log* de eventos. O editor permite ao utilizador codificar os acontecimentos do jogo manualmente. Como mostra a figura 4.6, é composto por 4 partes, que é necessário preencher para adicionar um evento. Nas duas primeiras partes encontram-se as acções e as situações disponíveis enquanto que as outras duas partes contêm os parametros associados a cada evento. As opções disponíveis dependem do desporto escolhido e encontram-se definidas no ficheiro de configuração de eventos. Deste modo se o desporto escolhido for por exemplo o basquetebol, é possível codificar um lançamento de 3 pontos, se for o futebol, futsal ou o andebol é possível adicionar um remate à baliza.

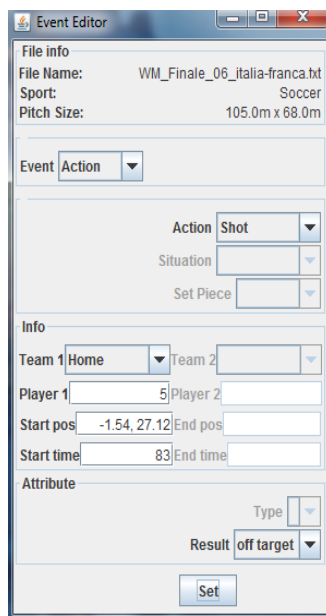


Figura 4.6: Janela do editor de eventos

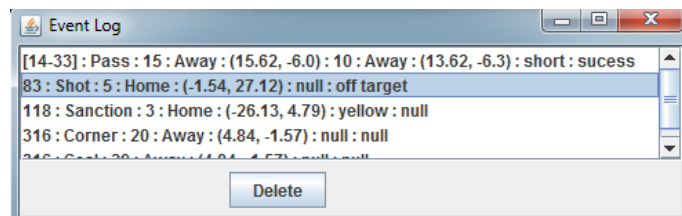


Figura 4.7: Janela do log de eventos

Para adicionar um evento, o utilizador deve primeiro escolher o tipo de acção ou situação que pretende e depois clicar no jogador envolvido. Para facilitar esta tarefa pode-se pausar a animação e aumentar o *zoom* da cena, a ferramenta preenche automaticamente os campos da equipa, da posição inicial e do tempo inicial. Se o evento escolhido envolver 2 jogadores, o utilizador pode optar por preencher os dados do segundo jogador. Além disso também pode escolher o tipo e o resultado conforme os conceitos definidos no ficheiro de configuração. A tabela seguinte exemplifica a codificação completa de um passe.

Ferramenta Desenvolvida

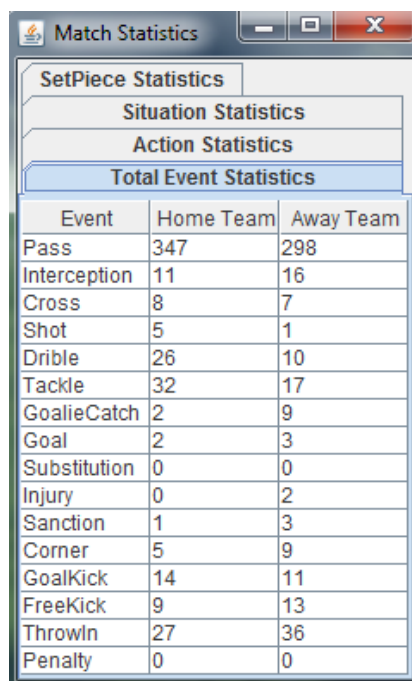
Tipo de Evento		Acção	
Tipo de Acção		Passe	
Equipa 1	Casa	Equipa 2	Casa
Jogador 1	4	Jogador 2	10
Posição inicial	x = 12.54, y = 32.22	Posição final	x = 14.78, y = -5.19
Tempo inicial	14	Tempo final	80
Tipo de Passe		Longo	
Resultado		Bem sucedido	

Tabela 4.1: Exemplo da codificação manual de um passe

A janela com o *log* dos eventos (Figura: 4.7), permite visualizar todos os eventos do jogo por tempo. Quando um evento da lista é seleccionado, a sua informação é passada para a janela de edição e o utilizador pode fazer as alterações que pretender ou eliminá-lo de vez.

4.2.4 Módulo de Estatísticas

A janela de estatísticas contém em forma de tabelas a contagem dos eventos do jogo. É possível ver estatísticas dos totais das acções, das situações e dos lances de bola parada de cada equipa. Quer os eventos que sejam detectados automaticamente pela ferramenta, como os que forem manualmente introduzidos são contabilizados para as estatísticas finais apresentadas nesta janela.



The screenshot shows a window titled 'Match Statistics' with a tabbed interface. The 'Total Event Statistics' tab is selected. Below the tabs is a table with three columns: 'Event', 'Home Team', and 'Away Team'. The table lists various football events and their counts for both teams.

Event	Home Team	Away Team
Pass	347	298
Interception	11	16
Cross	8	7
Shot	5	1
Dribble	26	10
Tackle	32	17
GoalieCatch	2	9
Goal	2	3
Substitution	0	0
Injury	0	2
Sanction	1	3
Corner	5	9
GoalKick	14	11
FreeKick	9	13
ThrowIn	27	36
Penalty	0	0

Figura 4.8: Janela de estatísticas

4.2.5 Dados de Entrada/Saída

A ferramenta usa o formato *xml* para os ficheiros de entrada e saída. Estes ficheiros (Figura: 4.8) são compostos por 3 partes: o tipo de desporto e a configuração do campo (a verde), os eventos do jogo (a amarelo) e por último, as posições dos jogadores e da bola (a vermelho).

```

<FinalMundial06>
  <Sport type="Soccer">
    <Parameters>
      <Pitch length="105.0" width="68.0"/>
      <Area type="Soccer">
        <Target basketRadius="0.0" goalLength="7.32"/>
        <Other basketPosition="0.0" centerCircleRadius="9.15" corners="true" penaltyS
      </Parameters>
    <Events>
      <Actions>
        <Pass endpos="13.62,-6.3" endtime="33" player1="15" player2="10" result="
        <Shot player1="5" result="off target" startpos="-1.54,27.12" starttime="8
      </Actions>
      <Situations>
        <SetPieces>
          <Corner player1="20" result="" startpos="4.84,-1.57" starttime="316" team
        </SetPieces>
        <Sanction player1="3" result="" startpos="-26.13,4.79" starttime="118" team1=
        <Goal player1="20" result="" startpos="4.84,-1.57" starttime="316" team1="Awa
      </Situations>
    </Events>
  </Sport>
  <Positions>
    <frame1>-0.45999908,-0.86999893;-42.5,2.0;-18.5,-11.030001;-23.53,-4.0;-24.3,5.0;
    <frame2>-0.45999908,-0.86999893;-42.5,2.0;-18.5,-11.030001;-23.53,-4.0;-24.25,5.0
    <frame3>-0.45999908,-0.86999893;-42.5,2.0;-18.5,-11.030001;-23.53,-4.0;-24.23,5.0
    <frame4>-0.45999908,-0.86999893;-42.5,2.0;-18.5,-11.040001;-23.53,-4.0;-24.2,5.0;
    <frame5>-0.45999908,-0.86999893;-42.5,2.0;-18.5,-11.040001;-23.53,-4.0;-24.16,5.0
  </Positions>

```

Figura 4.9: Extracto de um ficheiro criado pela ferramenta

Além deste tipo de ficheiros de entrada, a ferramenta reconhece os ficheiros usados durante os testes e o desenvolvimento, mencionados anteriormente. No entanto, como os seus formatos eram diferentes, foi necessário desenvolver funções de leitura específicas para cada tipo de ficheiro. Uma vez lidos pela ferramenta, foram convertidos para o formato *xml*, com a estrutura mostrada.

4.2.6 Detecção de Eventos (Análise Automática)

Após o carregamento da informação de um ficheiro de jogo, o utilizador pode pedir uma análise automática dos eventos. A ferramenta é capaz de detectar, utilizando apenas as coordenadas cartesianas dos jogadores e da bola: passes bem sucedidos, golos, pontapés de baliza, pontapés de canto e lançamentos de linha lateral. Uma vez que o basquetebol não partilha alguns destes conceitos, optou-se por não incluir esta funcionalidade para este desporto.

De modo que cada evento seja contabilizado correctamente para as estatísticas finais do jogo, o primeiro passo consiste em detectar o início do jogo e de cada parte (*KickOff*), uma vez que as equipas trocam de campo no final de cada período. O início do jogo e de cada parte requer que os jogadores de cada equipa estejam na metade do campo que defendem e a bola parada no circulo central por alguns instantes antes de ser passada entre dois jogadores. No entanto, é necessário que o evento anterior não seja um golo, já que a reposição da bola no meio campo também acontece depois desta situação. Desta forma, em todas as cenas contidas no *ArrayList*, é feita uma pesquisa da situações de reposição da bola no meio campo sem ser precedida de um golo e de cada vez que é

identificada, a variável *períod* de cada cena que resta até ao fim do jogo é aumentada uma unidade.

Detecção do início de cada período e validação de golo

```

for Scene i = 1 to i = finalScene do
    if ( KickOff(scene[i]) == true ) then
        if ( playmode(scene[i-1]) ≠ GOAL ) then
            for j = i to j = finalScene do
                period(scene[j])++
                j++
            end for
        end if
        if ( playmode(scene[i-1]) = GOAL ) then
            addGoal ( getLastGoal(scene[i]) )
            break
        end if
    end if
end for

```

Para marcar um golo, a equipa atacante necessita de fazer com que a bola ultrapasse completamente a linha que define a baliza contrária. Para detectar esta situação o *arrayList* das cenas é percorrido em busca dos instantes em que a trajetória da bola intercepte uma linha de baliza. Quando esta situação é identificada, a ferramenta procura o ultimo jogador que “rematou” (*kick*) a bola.

Detecção de golo

```

for Scene i = 1 to i = finalScene do
    Line trajectory = ( ball.position(scene[i-1]), ball.position(scene[i]) )
    Line goalLine = ( leftGoalLine || rightGoalLine )
    if ( trajectory.intersect(goalLine) ) then
        for j = i to j = 0 do
            if ( getKicker(scene[j]) ) then
                playmode = GOAL
                break
            end if
            j--
        end for
    end if
end for

```

Por último, é necessário que a reposição da bola seja feita no círculo central, evitando que golos anulados ou até mal detectados sejam contabilizados.

Para fazer um passe bem sucedido é necessário que um jogador envie a bola, para outro companheiro de equipa. Para isso um jogador necessita de ter a bola no seu alcance, imprimir-lhe certa velocidade e mudar a sua direcção (*kick*) e o seguinte jogador a tocar na bola terá que ser outro jogador (senão seria um drible) mas da mesma equipa. A equação seguinte mostra o conceito de *kick*, onde $t1$ e $t0$ são instantes de tempo e $Vball$ e $Dball$ são velocidade e direcção respectivamente [Abr10].

$$kick(t0) \leftarrow \|V\vec{ball}(t0)\| < \|V\vec{ball}(t1)\| \wedge t1 = t0 + 1 \wedge Dball(t0) \neq Dball(t1)$$

Assim para detectar os passes bem sucedidos, a ferramenta percorre o *arrayList* de cenas e marca todos os kicks detectados quando a bola está dentro do campo, registando a informação do tempo, das coordenadas, do número e equipa do jogador num *array* de *kicks*. A última etapa consiste em analisar este *array*, identificando a ocorrência de dois kicks consecutivos, de distintos jogadores da mesma equipa, sem que a bola tenha saído do campo. Este método é incapaz de distinguir os passes em situações que o jogo esteja parado, como por exemplo nas faltas.

Quando a bola sai através de uma linha de fundo, implica que a seguinte situação, excepto se houver uma interrupção no jogo, seja um pontapé de canto (*cornerKick*) ou um pontapé de baliza (*goalKick*). Para identificar correctamente a situação resultante, bastaria conhecer o último jogador a tocar na bola antes de ter saído. No entanto, numa situação de disputa, o jogador pode não ser correctamente identificado, tendo em conta que apenas se conhecem as suas coordenadas.

O método desenvolvido, baseia-se na detecção por regiões do campo, como é exemplificado para o futebol na figura seguinte. Se a reposição da bola for detectada na região da área interior, é identificado como pontapé de baliza. Caso seja detectada numa região dos cantos, é identificado um canto.

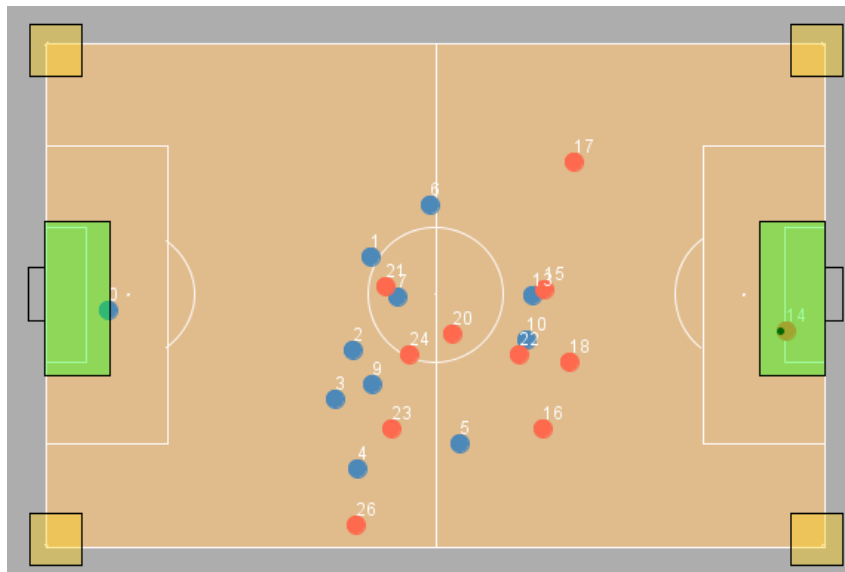


Figura 4.10: Regiões dos cantos e dos pontapés de baliza no campo de futebol

Para contabilizar correctamente as estatísticas das equipas para estas situações, basta conhecer o jogador que chutou a bola (*kick*).

Detecção de canto e pontapé de baliza

```

for Scene  $i = 1$  to  $i = \text{finalScene}$  do
    Line trajectory = (ball.position(scene[i-1]), ball.position(scene[i]))
    Line endLine
    if ( trajectory.intersect(endLine) ) then
        playmode = Ball_Out_EndLine
        Region cornerRegion = (botLeftCorner || topLeftCorner ||
                                botRightCorner || topRightCorner)
        Region insideAreaRegion = (leftInsideArea || rightInsideArea)
        for  $j = i$  to  $j = \text{finalScene}$  do
            if ( ball.position(scene[j-1]).in( cornerRegion) ) then
                if ( getKicker(scene[j]) ) then
                    addCornerKick(scene[j])
                    break
                end if
            else if ( ball.position(scene[j-1]).in( insideAreaRegion) ) then
                if ( getKicker(scene[j]) ) then
                    addGoalKick(scene[j])
                    break
                end if
            end if
             $j++$ 
        end for
    end for

```

```

end if
end for

```

Para o reconhecimento dos lançamentos de linha lateral (*throwIn*) foi utilizado o mesmo método das situações de pontapé de canto e de pontapé baliza, isto é através da definição das regiões. A ferramenta detecta o instante em que a bola ultrapassa completamente uma linha lateral e depois é identificado o jogador que faz o reposicionamento da bola nestas regiões.

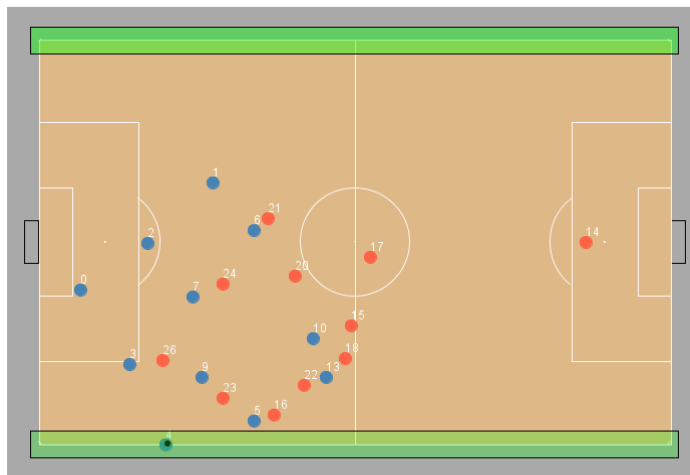


Figura 4.11: Regiões dos lançamentos de linha lateral para o futebol

Detecção de lançamento de linha lateral

```

for Scene i = 1 to i = finalScene do
Line trajectory = (ball.position(scene[i-1]), ball.position(scene[i]))
Line sideLine
if ( trajectory.intersect(sideLine) ) then
    playmode = Ball_Out_SideLine
    Region sideLineRegion = (botSideLine || topSideLine )
    for j = i to j = finalScene do
        if ( ball.position(scene[j-1]).in( sideLineRegion) ) then
            if ( getKicker(scene[j]) ) then
                addThrowInscene[j]
                break
            end if
        end if
    end for
    j++
end for
end if
end for

```

4.3 Ficheiro de Configuração de Eventos

O ficheiro de configuração de eventos permite ao utilizador criar ou editar os eventos dos desportos tratados, ou até criar um desporto novo com eventos únicos. Este ficheiro está escrito na linguagem *XML* e os dados que contém são carregado pela ferramenta no início da execução.

```
<Events>
  <Sport type="Soccer">
    <Actions>
      <Pass twoplayer="enable" result="sucess,miss,intercept" mode="short,long"/>
      <Shot twoplayer="disable" result="sucess,on target,off target" mode=""/>
      <Goal twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    </Actions>
    <Situations>
      <Injury twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <Sanction twoplayer="disable" result="" mode="yellow,red"/>
      <SetPieces>
        <Corner twoplayer="disable" result="" mode=""/>
        <GoalKick twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      </SetPieces>
    </Situations>
  </Sport>
  <Sport type="Handball">
    <Actions>
      <Pass twoplayer="enable" result="sucess,miss,intercept" mode="support,break"/>
      <Interception twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    </Actions>
  </Sport>
</Events>
```

Figura 4.12: Extracto do ficheiro de configuração de eventos

Como mostra a figura anterior, cada nó *Sport* representa um JDC diferente e contém nós filhos que representam as acções, as situações e os lances de bola parada. Para cada desporto é possível adicionar o número de eventos desejados, bastando indicar o nome do evento e os parâmetros obrigatórios: *twoplayer* que indica se o evento envolve dois jogadores, *result* que contém os resultados possíveis do evento e *mode* que contém os sub-tipos possíveis do evento.

5 Resultados

Este capítulo apresenta uma avaliação dos resultados atingidos pela especificação do sistema e da ferramenta desenvolvida. Primeiro é avaliada a detecção automática de eventos com ficheiros de jogos de futebol real e de futebol robótico simulado, e depois é feita uma demonstração das funcionalidades da ferramenta com foco na criação dos campos e na configuração e gestão manual dos eventos de cada desporto.

5.1 Detecção Automática de Eventos

Das estatísticas de cada JDC, estudadas no capítulo do estado de arte, a ferramenta consegue calcular automaticamente uma pequena parte. No entanto, todos os eventos que forem adicionados manualmente são contabilizados nas estatísticas finais.

Para verificar a correcta implementação dos métodos de detecção automática, utilizou-se o ficheiro relativo ao jogo final do FIFA World Cup de 2006 entre as selecções da Itália e da França. Este teste consistiu na visualização do tempo regulamentar (90 minutos) do filme do jogo, acompanhado pela reprodução em paralelo, do ficheiro de log na ferramenta. A tabela seguinte mostra os resultados obtidos.

Evento	Observados no Jogo	Detectados na Ferramenta	Detectados Incorrectamente	Percentagem de Acerto	Percentagem de Erro
Passe com sucesso	641	661	41	96,7 %	6,4 %
Golo	2	2	0	100,0 %	0,0 %
Canto	10	7	0	70,0 %	0,0 %
Lançamento de Linha Lateral	44	33	1	72,7 %	3,0 %
Pontapé de Baliza	21	21	0	100,0 %	0,0 %

Tabela 5.1: Resultados da detecção dos eventos do jogo final do FIFA World Cup 2006

Resultados

Nesta tabela as percentagens de acerto e erro de cada evento foi calculada através das seguinte fórmula:

$$\text{Percentagem Acerto} = \frac{\text{Detectados} - \text{Detectados Incorrectamente}}{\text{Observados no Jogo}} \times 100$$

$$\text{Percentagem Erro} = \frac{\text{Detectados Incorrectamente}}{\text{Observados no Jogo}} \times 100$$

A maioria dos passes detectados incorrectamente, provêm de interrupções como faltas ou foras de jogo. É de salientar também, o facto ter sido detectada uma zona do campo, perto de um dos cantos, em que o sistema de localização não estava bem configurado, pois os jogadores e a bola “desaparecem” por momentos. Esta situação provocou a não detecção de 3 pontapés de canto e de 8 lançamentos de linha lateral.

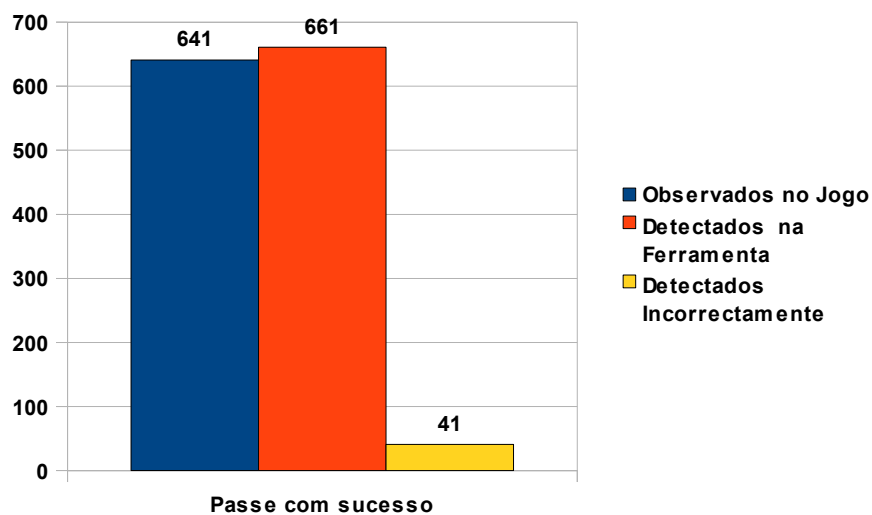


Figura 5.1: Comparação de passes bem sucedidos detectados e observados

Resultados

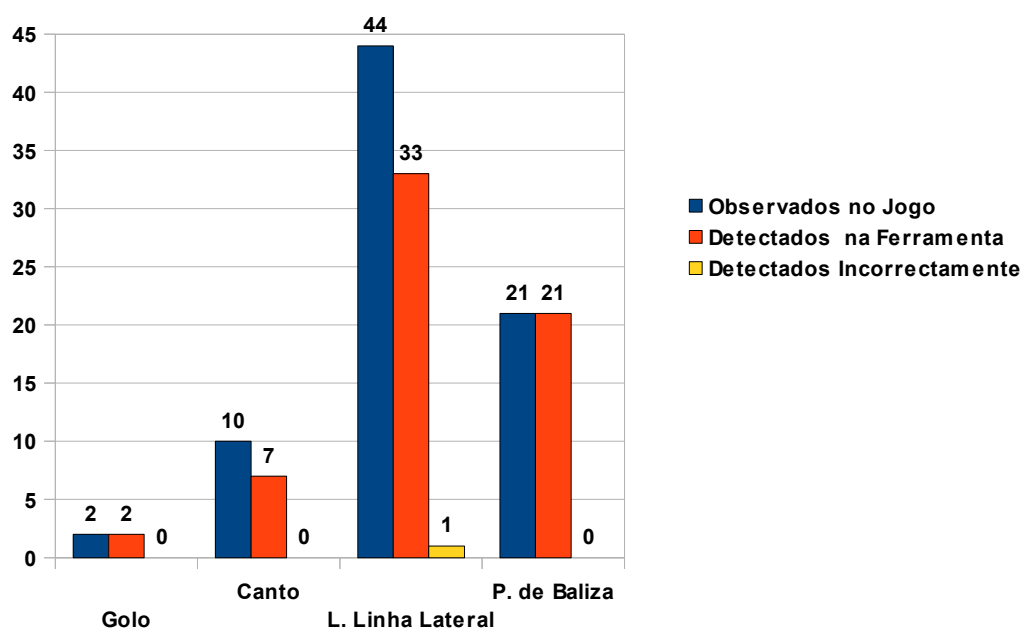


Figura 5.2: Comparação dos eventos observados e detectados

Além do futebol real, também foram testados 10 ficheiros de futebol robótico simulado. Para validar os resultados, estes ficheiros foram também processados pela ferramenta Logalyzer, falada no capítulo do estado da arte. A tabela e os gráficos seguintes mostram os resultados da detecção na ferramenta desenvolvida, comparando-os com os resultados obtidos na ferramenta Logalyzer.

Evento	Ferramenta Desenvolvida	Ferramenta Logalyzer	Percentagem de Acerto
Passe com sucesso	1713	1999	85,7 %
Golo	41	42	97,6 %
Canto	9	13	69,2 %
Lançamento de Linha Lateral	104	110	94,5 %
Pontapé de Baliza	22	26	84,6 %

Tabela 5.2: Resultados da detecção dos eventos em 10 ficheiros do RoboCup

Resultados

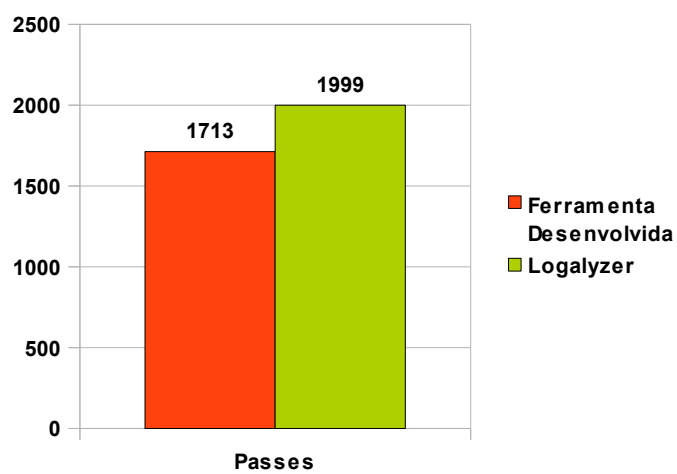


Figura 5.4: Comparação da detecção de passes nas ferramentas

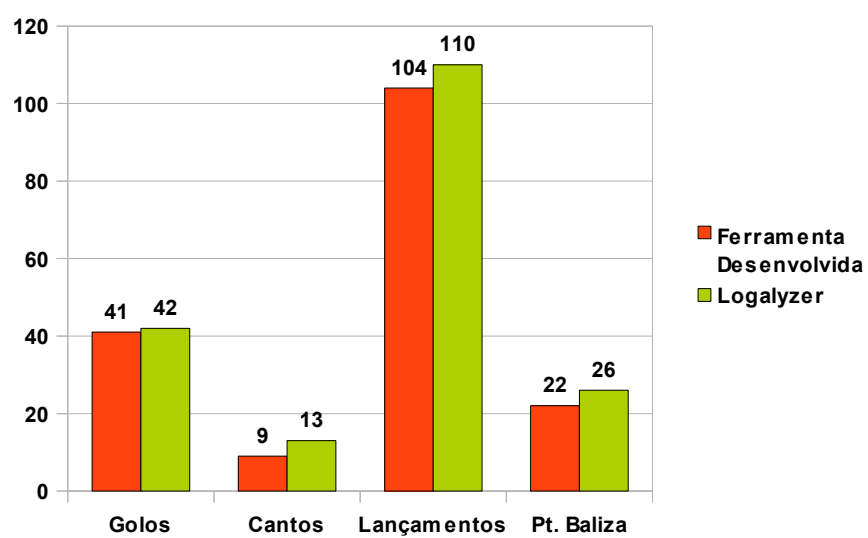


Figura 5.5: Comparação da detecção dos eventos nas ferramentas

5.2 Análise da Usabilidade da Ferramenta

Como foi referido anteriormente, a ferramenta suporta a criação de JDC através da configuração manual dos eventos no ficheiro de configuração e das características do campo. A seguir são mostrados as definições implementadas para os JDC tratados neste trabalho.

5.2.1 Basquetebol

```
<Sport type="Basketball">
  <Actions>
    <Pass twoplayer="enable" result="sucess,miss,intercept" mode="bounce,chest,overhead,touch,jump"/>
    <Rebound twoplayer="disable" result="sucess,miss" mode="defensive,offensive"/>
    <Block twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Interception twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Shot twoplayer="disable" result="sucess,miss" mode="finger_roll,tear_drop,power_stop_drive,double_clutch"/>
    <Dribble twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Tackle twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Score twoplayer="disable" result="" mode="1point,2point,3point"/>
  </Actions>
  <Situations>
    <Substitution twoplayer="enable" result="" mode=""/>
    <Injury twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Sanction twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <SetPieces>
      <FreeKick twoplayer="disable" result="" mode="free_throw, normal"/>
      <ThrowIn twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    </SetPieces>
  </Situations>
</Sport>
```

Figura 5.6: Configuração dos eventos do Basquetebol

1. Choose Sport / Open File

☐ Handball ☒ Basketball ☐ Soccer ☐ Futsal ☐ Other ☐ RoboCup 2D

Open

2. Edit Parameters

☐ Default ☒ New

Pitch Length: 28

Pitch Width: 15

Area Type: Basketball

☒ Area 1 Length: 4.90

☒ Area 1 Width: 5.80

☐ Goal Length:

☒ Basket Radius: 0.225

☐ Area 2 Length:

☐ Area 2 Width:

☐ Penalty Spot 1 from Goal:

☐ Penalty Spot 2 from Goal:

☒ Center Circle Radius: 1.80

☐ Corners

☒ Basket Dist from Line: 1.575

Continuar

Figura 5.7: Características e dimensões do campo de Basquetebol

Resultados

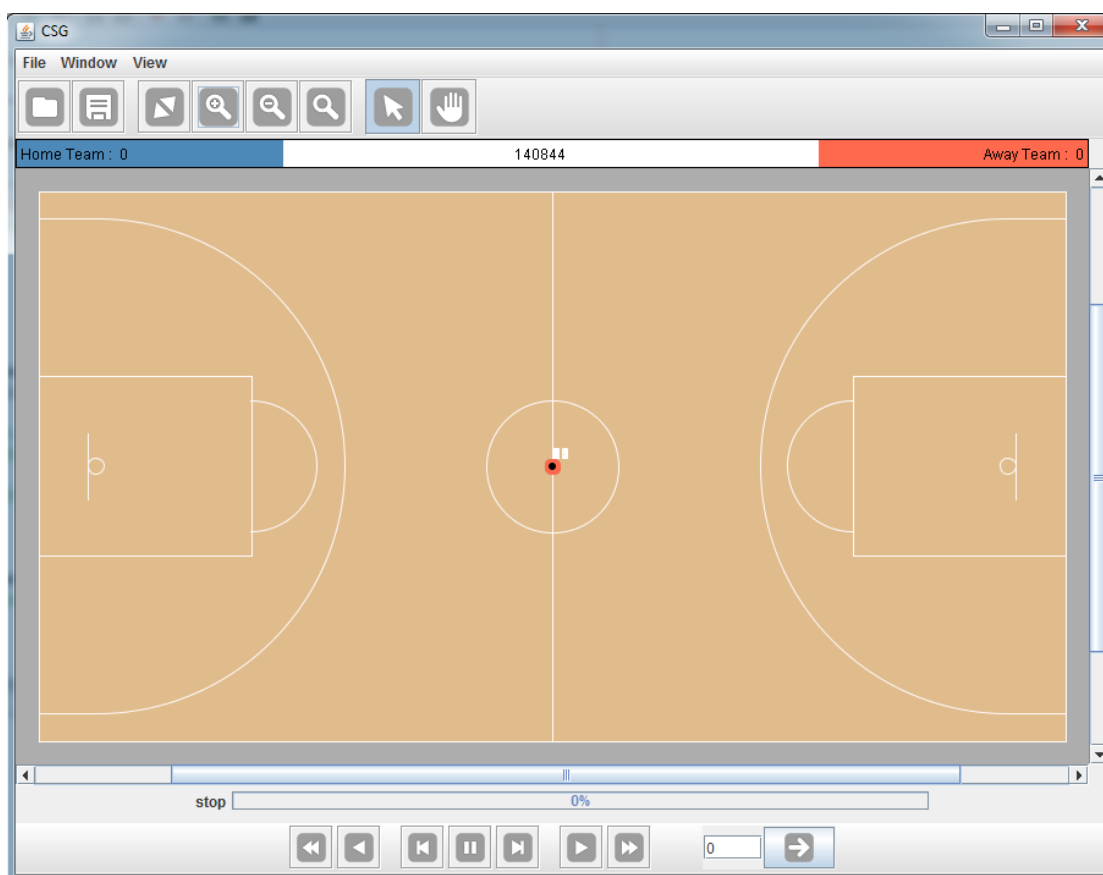


Figura 5.8: Janela principal do campo de Basquetebol

5.2.2 Andebol

```
<Sport type="Handball">
  <Actions>
    <Pass twoplayer="enable" result="sucess,miss,intercept" mode="support,breaking"/>
    <Assist twoplayer="enable" result="" mode=""/>
    <Interception twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Block twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Shot twoplayer="disable" result="sucess,on target,off target" mode="with_oposition,without_oposition"/>
    <Dribble twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Tackle twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <GoalieDefense twoplayer="disable" result="catch,outside,inside" mode=""/>
  </Actions>
  <Situations>
    <Goal twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Substitution twoplayer="enable" result="" mode=""/>
    <Injury twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Sanction twoplayer="disable" result="" mode="yellow,red"/>
    <SetPieces>
      <Corner twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <GoalKick twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <FreeKick twoplayer="disable" result="" mode="7m,9m,normal"/>
      <ThrowIn twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    </SetPieces>
  </Situations>
</Sport>
```

Figura 5.9: Configuração dos eventos do Andebol

Resultados

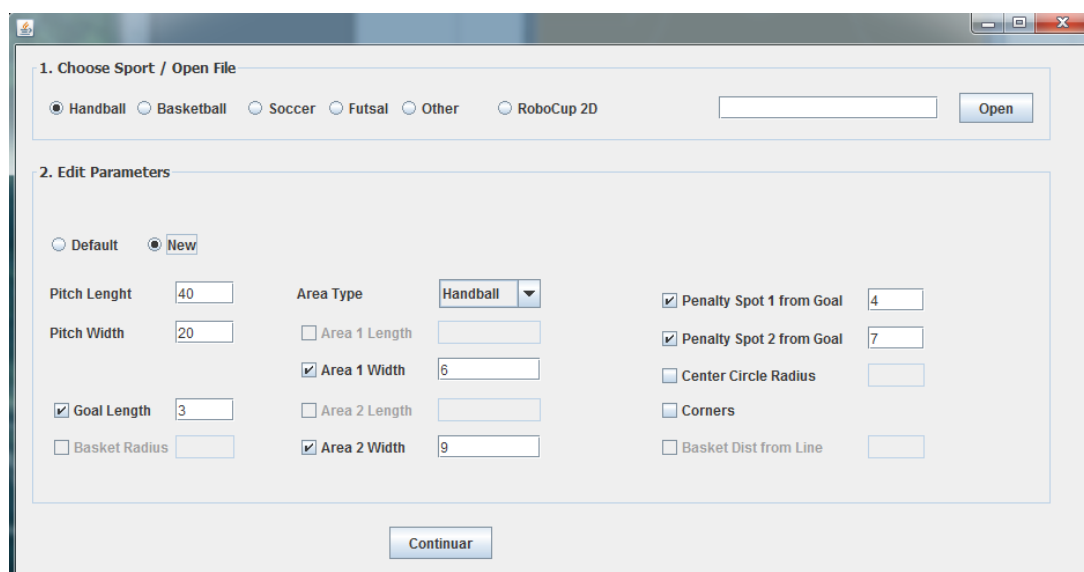


Figura 5.10: Características e dimensões do campo de Andebol

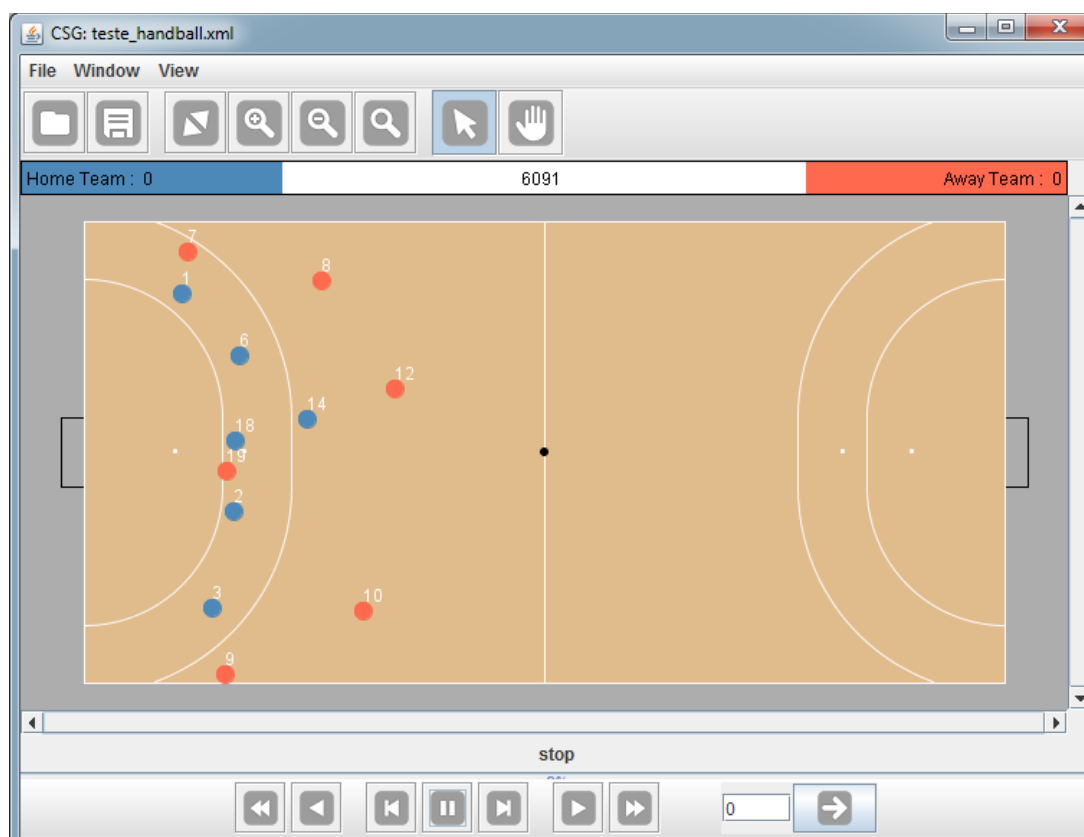


Figura 5.11: Janela principal de um jogo de Andebol

5.2.3 Futebol

```

<Events>
  <Sport type="Soccer">
    <Actions>
      <Pass twoplayer="enable" result="sucess,miss,intercept" mode="short,long"/>
      <Interception twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <Cross twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <Shot twoplayer="disable" result="sucess,on target,off target" mode=""/>
      <Dribble twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <Tackle twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <GoalieCatch twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <Goal twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    </Actions>
    <Situations>
      <Substitution twoplayer="enable" result="" mode=""/>
      <Injury twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <Sanction twoplayer="disable" result="" mode="yellow,red"/>
      <SetPieces>
        <Corner twoplayer="disable" result="" mode=""/>
        <GoalKick twoplayer="disable" result="" mode=""/>
        <FreeKick twoplayer="disable" result="" mode=""/>
        <ThrowIn twoplayer="disable" result="" mode=""/>
        <Penalty twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      </SetPieces>
    </Situations>
  </Sport>

```

Figura 5.12: Configuração dos eventos de Futebol

1. Choose Sport / Open File

☐ Handball
 ☐ Basketball
 ☒ Soccer
 ☐ Futsal
 ☐ Other
 ☐ RoboCup 2D

2. Edit Parameters

☐ Default
 ☒ New

Pitch Lenght:
 Area Type:
☒ Penalty Spot 1 from Goal:

Pitch Width:
☒ Area 1 Length:
☐ Penalty Spot 2 from Goal:

☒ Goal Length:
☒ Area 1 Width:
☒ Center Circle Radius:

☐ Basket Radius:
☒ Area 2 Length:
☒ Corners:

☐ Area 2 Width:
☐ Basket Dist from Line:

Figura 5.13: Características e dimensões do campo de Futebol

Resultados

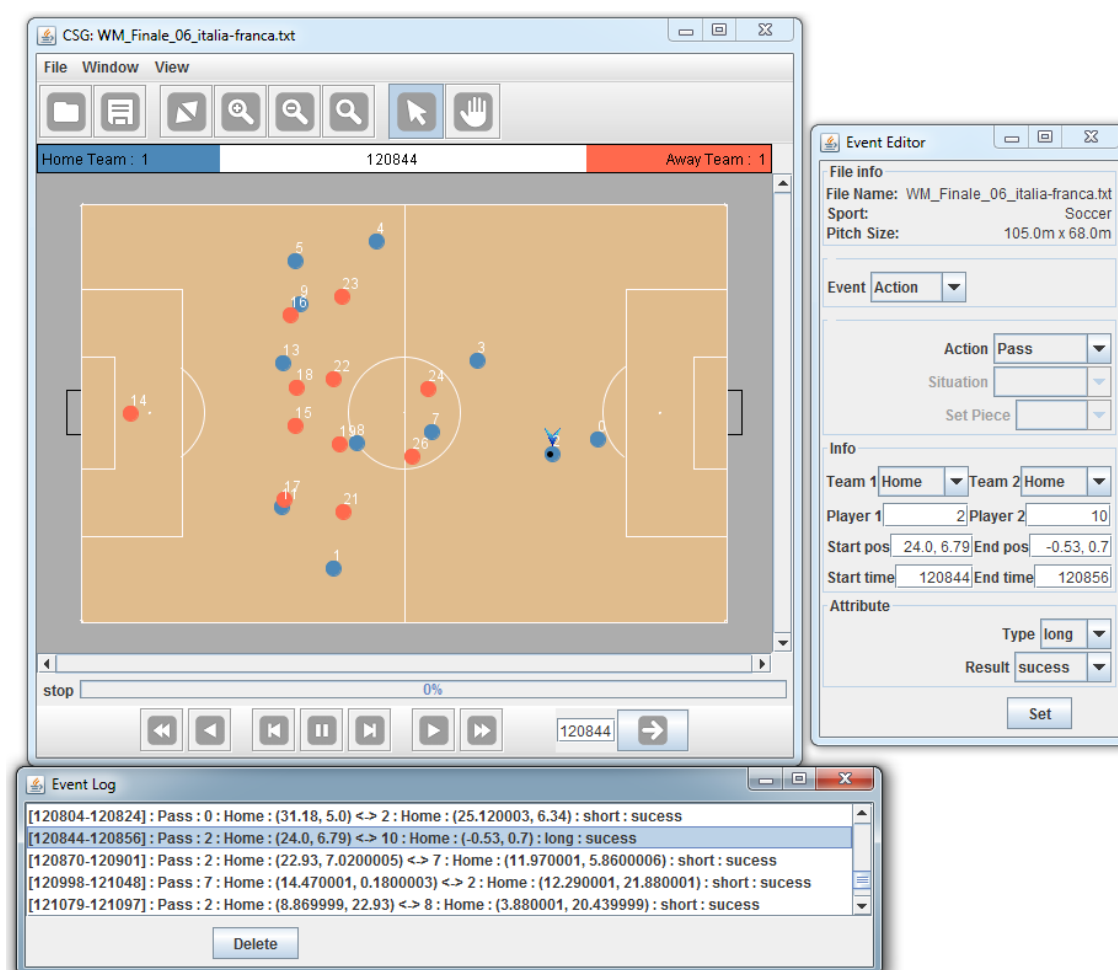


Figura 5.15: Janelas da ferramenta durante um jogo de Futebol

5.2.4 Futsal

Resultados

```
</Sport>
<Sport type="Futsal">
  <Actions>
    <Pass twoplayer="enable" result="sucess,miss,intercept" mode="support,breaking"/>
    <Assist twoplayer="enable" result="" mode=""/>
    <Interception twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Cross twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Shot twoplayer="disable" result="sucess,on target,off target" mode=""/>
    <Dribble twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Tackle twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <GoalieCatch twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Goal twoplayer="disable" result="" mode=""/>
  </Actions>
  <Situations>
    <Substitution twoplayer="enable" result="" mode=""/>
    <Injury twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    <Sanction twoplayer="disable" result="" mode="yellow,red"/>
    <SetPieces>
      <Corner twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <GoalKick twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <FreeKick twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <ThrowIn twoplayer="disable" result="" mode=""/>
      <Penalty twoplayer="disable" result="" mode=""/>
    </SetPieces>
  </Situations>
</Sport>
```

Figura 5.17: Configuração dos eventos de Futsal

1. Choose Sport / Open File

☐ Handball ☐ Basketball ☐ Soccer ☒ Futsal ☐ Other ☐ RoboCup 2D

Open

2. Edit Parameters

☐ Default ☒ New

Pitch Length: 42

Pitch Width: 25

Area Type: Futsal

☒ Goal Length: 3

☐ Basket Radius:

☐ Area 1 Length:

☒ Area 1 Width: 6

☐ Area 2 Length:

☐ Area 2 Width:

☒ Penalty Spot 1 from Goal: 6

☒ Penalty Spot 2 from Goal: 10

☒ Center Circle Radius: 3

☒ Corners

☐ Basket Dist from Line:

Continuar

Figura 5.18: Características e dimensões do campo de Futsal

Resultados

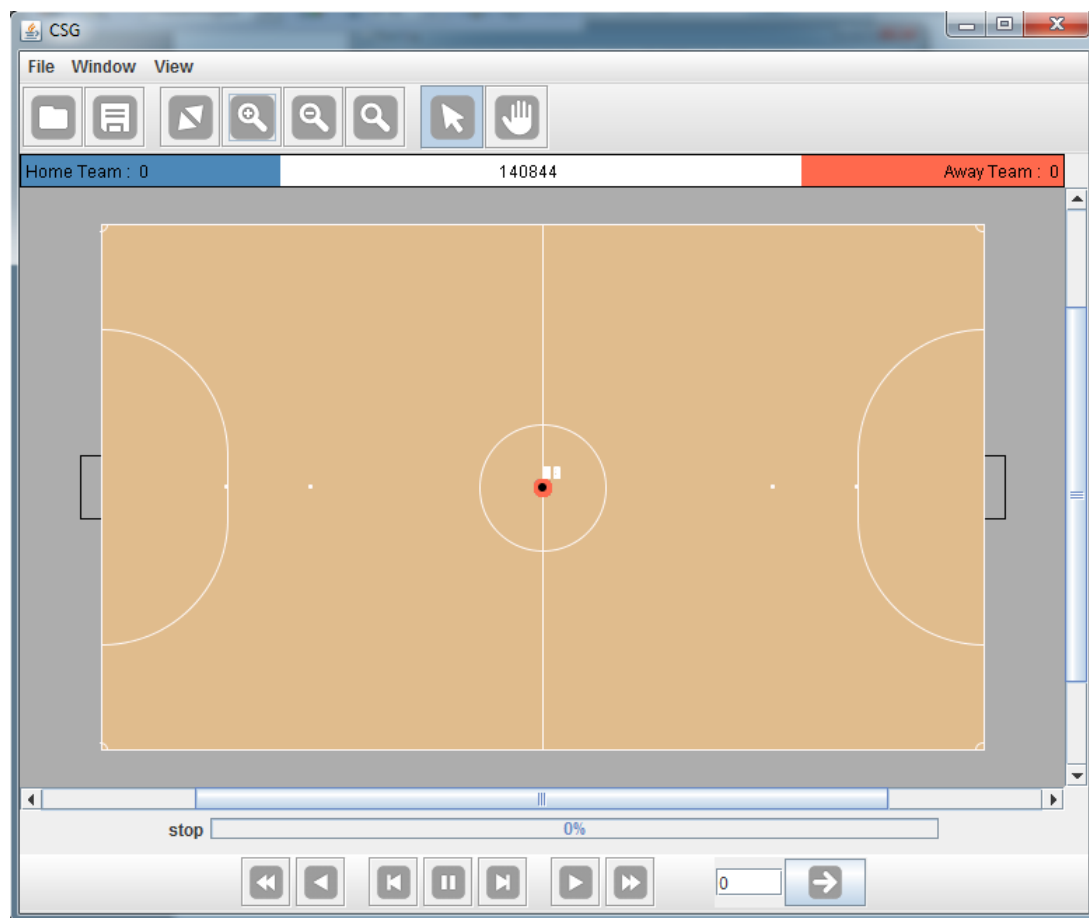


Figura 5.19: Janela principal de um jogo de Futsal

6 Conclusões e Trabalho Futuro

Este capítulo apresenta as conclusões do projecto, fornece ideias para continuar o seu desenvolvimento e para melhorar as funcionalidades implementadas na ferramenta.

6.1 Conclusões

O objectivo desta tese era desenvolver uma ferramenta capaz de calcular e representar informações de alto nível de um jogo, partindo apenas das coordenadas cartesianas dos jogadores e da bola.

O projecto foi realizado em 3 etapas. Primeiro realizado um estudo dos JDC, com principal foco nas características do Andebol, do Basquetebol, do Futsal e do Futebol. A segunda etapa consistiu na identificação dos conceitos comuns dos JDC e posterior criação de um meio capaz de representar estes conceitos. Por último foi desenvolvida a ferramenta genérica com base nos conceitos estudados, para validar a questão abordada.

Apesar da ferramenta não conseguir representar todos os JDC existentes, é importante notar que a principal questão do projecto é respondida: é possível calcular e representar as informações de mais de um JDC numa ferramenta apenas. Além disso o projecto foi desenvolvido de modo a permitir a representação de outros JDC que não foram abordados, através da configuração manual das características do campo e dos acontecimentos. Desportos colectivos como por exemplo: o hóquei em patins, o rugby, ou o polo aquático podem ser representados na ferramenta uma vez que partilham os conceitos básicos com os JDC considerados.

6.2 Trabalho Futuro

Embora a ferramenta seja completamente funcional e cumpra a maioria dos requisitos

Conclusões e Trabalho Futuro

propostos, algumas tarefas ficaram por terminar e alguns aspectos dos JDC não foram incluídos.

Linguagem de representação dos JDC:

- Possibilidade de representar as diferentes fases do jogo (Defesa, Ataque, Contra-Ataque).
- Possibilidade de representar formações tácticas, através do posicionamento e função dos jogadores.

Ferramenta Desenvolvida:

- Aumentar a quantidade de eventos detectados automaticamente.
- Melhorar os métodos usados para as detecções.
- Implementar detecção de eventos específicos de outros JDC, como o basquetebol.
- Apresentar estatísticas individuais.
- Cálculo de percentagens de alguns eventos como passes ou remates.

Referências

- [Abr02] A. Abreu. Análise e Caracterização do processo de transição da fase defensiva para a fase ofensiva, das acções de finalização em Selecções Seniores Masculinas de Futsal. Monografia de Licenciatura. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- [Abr10] P. Abeu. Artificial Intelligence Methodologies Applied in Soccer Analysis Team Performance. PhD thesis, Engineering Faculty of Porto University, Outubro 2010.
- [Ama04] R. Amaral. A Modelação do Jogo Em Futsal. Análise Sequencial do 1x1 no Processo Ofensivo. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Setembro 2004
- [Arg03] A. Argilaga. La observación. Evaluación psicológica: Concepto, processo y aplicación en las áreas del desarrollo y de la inteligencia. Madrid: Sanz y Torres.
- [AV03] A. Argilaga, B. Villaseñor. Registro y Codificación del Comportamiento Deportivo. Psicología del Deporte – Metodología. Buenos Aires: Efdeportes.
- [ASW+02] J. Alvarez, L. Salillas, L. Won e P. Marqueta. Necesidades cardiovasculares y metabólicas del fútbol sala: análisis de la competición. Apunts – Educación Física e Deportes. Páginas 45-51.
- [Bay79] C. Bayer. L'enseignement des jeux sportifs collectifs. Éditions Vigot. Paris.
- [Bay85] C. Bayer. Pour une pratique transférable dans l'enseignement des sports collectifs. In Teaching Team Sports. International Congress. SdS. Roma, 1985. Páginas 198-208.
- [BC01] I. Bota, D. Colibaba-Evulet. Jogos Desportivos Colectivos - Teoria e Metodologia. Instituto Piaget, 2001. Página: 22.
- [BPSM+04] T. Bray, J. Paoli, C. Sperberg-McQueen, E. Maler, and F. Yergeau. Extensible markup language (XML) 1.0 (third edition), W3C recommendation. Technical report, 2004.
- [BVF97] B. Brcic, N. Viskic-Stalec e Z. Fressi. The Predictive value of variables for the evaluation of technical-tactical elements in Handball. Kinesiology. Páginas: 60-70.
- [Cas08] A. Castaño. Populando ontologias através de informações em HTML - o caso do currículo lattes. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação. Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, Junho 2008.
- [CE91] J. Czerwinski e J. Erdmann. A Method of investigating movement of Team Handball Players in the whole field. Paper presented at the 9th International Symposium on Biomechanics in Sports, Iowa. 1991.
- [CFH+03] M. Chen, E. Foughi, S. Heintz, S. Kapetanakis, K. Kostiadis, J. Kummeneje, I. Noda, O. Obst, P. Riley, T. Steffens, Y. Wang, and X. Yin. Soccer

Referências

- server version 7.07 or latest, 2003. Available at <http://sourceforge.net/apps/mediawiki/sserver/>, consulted in 12/02/2011.
- [CHH+01] D. Connolly, F. van Harmelen, I. Horrocks, D. L. McGuinness, P. F. Patel-Schneider, L. A. Stein. DAML+OIL (March 2001) Reference Description.
- [Coe03] J. Coelho. A defesa do Andebol. Um estudo de caso com a equipa do Futebol Clube do Porto participante no Campeonato 2002-03 da Liga Portuguesa de Andebol. Monografia de Licenciatura. FCDEF-UP. Porto. 2003.
- [CP85] B. Cousy e F. G. Power Jr.. Basketball: concepts and techniques. Boston, Allin and Bacon.
- [Cra87] D. Cramer. Fútbol 1990. El entrenador español. 1987.
- [CVR98] M. Crampes, J. Veuillez, and S. Ranwez. Adaptive narrative abstraction. In Proceedings of the ACM conference on Hypertext and hypermedia : links, objects, time and space—structure in hypermedia systems, New York, USA, 1998. Páginas 97–105.
- [Dot97] S. D'Ottavio. Valutazione funzionale e modello di prestazione nel cálculo a 5. Notiziario dei Settore Técnico. Páginas 3-8.
- [Dai83] M. Daiuto. Basquetebol: metodologia de ensino. 5ª edição, Ed. Brasipal, São Paulo, 1983. Página: 11.
- [DMHF+00] S. Decket, S. Melnik, F. Van Harmelen, D. Fensel, M. Klein, J. Broekstra, M. Erdmann e I. Horrocks. The Semantic web: The roles of XML and RDF, IEEE Internet Computing. Páginas: 63-74. 2000.
- [Dou86] C. Doucet. Le memobser et les sports collectifs. Disponível online em: <http://sites.google.com/site/entraîneursdefootball/observation-des-matches/une-methode-d-observation>. Acedido em 15 de Janeiro de 2012.
- [DST89] H. Dobler, G. Schnabel e G. Theis. Grundbegriffe der Sportspiele. Berlin: Ed. Sportverlag, 1989.
- [Dua08] R. Duarte. Análise da Utilização da posse de bola durante o processo ofensivo no futsal. Contributo para a determinação da eficiência colectiva. Estudo de caso. Universidade de Évora, 2008.
- [Erd93] W. S. Erdmann. Quantification of games preliminary kinematic investigations in soccer. Science and Football II. Second World Congress of Science and Football. Eindhoven. Netherlands, 1993.
- [Fer01] H. B. Ferreira. Iniciação Esportiva: uma abordagem pedagógica sobre o processo de ensino-aprendizagem no basquetebol. Monografia de Bacharel em Educação Física da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001.
- [Fer03] M. Fernandes. O desenvolvimento das sequências ofensivas finalizadas em Futsal. Estudo comparativo entre as selecções Nacionais Seniores Masculinas de Portugal e Espanha no Campeonato da Europa de Futsal – Itália 2003. Monografia de Licenciatura, Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- [Gar97] J. Garganta. Modelação táctica do jogo de futebol – estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, 1997.
- [Gar98] J. Garganta. Para uma Teoria dos Jogos Desportivos colectivos Em: A. Graça, J. Oliveira, O ensino dos Jogos Desportivos. Centro de Estudos dos Jogos Desportivos, Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto,

Referências

1998. Páginas 11-25.

[Gar01] J. Garganta. A análise da performance nos jogos desportivos. Revisão acerca da análise do jogo. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto. Páginas: 57-64

[Gar04] G. A. García. Caracterización de los esfuerzos en el fútbol sala basado en el estudio cinemático y fisiológico de la competición. Revista Digital – Buenos Aires – Año 10 – N°77, Outubro 2004. Disponível online em <http://www.efdeportes.com/efd77/futsal.htm>, acedido em Abril 2011.

[Gar09] J. Garganta. Trends of tactical performance analysis in team sports: bridging the gap between research, training and competition. Rev. Port. Cien. Desp., vol.9, no.1, Janeiro 2009. Páginas 81-89.

[GFM01] J. P. Gallardo, J. H. Fernández e A. Madruga. Evaluación de las capacidades físicas necesarias en las habilidades de una unidad del Baloncesto. Revista Digital – Buenos Aires – Año 7 n°36, Maio 2001. Disponível online em <http://www.efdeportes.com>, acedido em Abril 2011.

[GP94] J. Garganta e J. Pinho. O ensino do Futebol Em: A. Graça, J. Oliveira, O ensino dos Jogos Desportivos. Centro de Estudos dos Jogos Desportivos, Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, 1998. Página 95.

[Gro90] Grosgeorge, B. (1990) Observation Et Entrainement En Sports Collectives. INSEP, Paris.

[Gru93] T. Gruber. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. In Human-Computer Studies Journal. Kluwer Academic Publishers, 1993. Páginas 907–928.

[Gas01] A. B. Gaspar. Estatística e “scouting” no basquetebol. São Paulo, EEFUEUSP, Monografia de Bacharelado em Esporte.

[Har82] D. Harre. Principles of Sports Training. Sportverlag. Berlin

[HF01] M. Hughes e I. Franks. Notational Analysis of Sport: Systems for Better Coaching and Performance in Sport. Routledge, 2001.

[JGS02] D. de R. Junior, A. Gaspar e M. Siniscalchi. Análise estatística do desempenho técnico colectivo no basquetebol. Disponível online em <http://www.efdeportes.com/efd49/estatis.htm>, acedido em Abril, 2011.

[KAK+95] H. Kitano, M. Asada, Y. Kuniyoshi, I. Noda e E. Osawa. Robocup: The robot world cup initiative. *Preceedings of the International conference on Autonomous agents*, páginas 340-347. ACM, 1997.

[KB74] J. E. Knowles e J. D. Brooke. A movement analysis of player behavior in soccer match performance. Comunicação apresentada em: 8th Conference of the British Society of Sports Psychology. Salford 1974.

[KM01] D. V. Knudson e C. S. Morrison. Análise qualitativa do movimento humano. São Paulo, Manole.

[LM07] M. Lames e T. McGarry. On the search for reliable performance indicators in game sports. International Journal of Performance Analysis in Sport, 2007. Páginas 62-79.

[LS98] O. Lassila and R. Swick. Resource description framework (rdf) model and syntax specification, 1998.

[Mai85] J. Maia. Caracterização Kin Antropométrica de Equipas de Andebol de Alto Rendimento. Dissertação de Licenciatura. ISEF-UP. Porto.

Referências

- [Mat83] L. Matveiev. Aspects fondamentaux de l'entraînement. Éd. Vigot. Paris
- [MHY09] D. Martin, R. Hodgson, I. Horrocks, P. Yendluri. OWL 2 Web Ontology Language Document Overview. Outubro 2009.
- [Mol92] Futsal: um estudo das capacidades aeróbica e anaeróbica de jogadores e das suas actividades em jogo. Monografia de Licenciatura. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.
- [Mor01] J. Moreno. Análisis de los parámetros espacio y tiempo en el fútbol sala. La distancia recorrida, el ritmo y dirección del desplazamiento del jugador durante un encuentro de competición: Los casos de J. Gay (defensa), C. Marrero (cierre), J. Beto (pivote), J. Limones (ala) y J. Claveria (portero). Apunts – Educación Física e Deportes. Páginas 32-44.
- [MvH04] D. McGuinness and F. van Harmelen. Owl web ontology language review, February 2004. W3C Recommendation.
- [MWR09] E. Monier, P. Wilhelm e U. Ruckert. A Computer Vision Based Tracking System for Indoor Team Sports. System and Circuit Technology, Heinz Nixdorf Institute, University of Paderborn, Germany, 2009.
- [NNMH97] I. Noda, C. Noda, H. Matsubara e I. Hiraki. Soccer server: a tool for research on multi-agent systems. *Applied Artificial Intelligence Journal*, 12:233-250, 1997.
- [NSB07] F. M. P. Nobre, M. C. S. Saraiva e R. Breyner. Acompanhamento dos índices de desempenho técnico-colectivo do Juazeiro Basketball Clube: A importancia do scouting de jogo na análise da performance esportiva. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica João Pessoa – PB- 2007.
- [OINO93] J. Ohashi, E. Isokawa, H. Nagahama e T. Ogushi. The ratio of physiological intensity of movement during soccer match play. Science and football II. 124-128 Second World Congress of Science and Football. Eindhoven. Netherlands, 1993.
- [Oli96] A. Oliveira. O guarda-redes de Andebol: Um estudo exploratório das suas características e eficiência nos remates de 1ª linha e de ponta. Dissertação de Mestrado. FCDEF-UP. Porto. 1996.
- [Oli98] L. Oliveira. Perfil de actividade do jovem jogador de Futsal/Cinco. Um estudo em atletas juvenis masculinos. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.
- [Oli08] P. R. A. Oliveira. Amplitude e Profundidade dos Sismos de Jogo em Futsal. Estudo comparativo entre os sistemas de jogo 4:0 e 3:1, em ataque organizado, adoptados pelas selecções Nacionais de Portugal e de Espanha no Mundial de Futsal, Brasil 2008. Monografia de Licenciatura em Desporto e Educação Física da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, 2008.
- [Ort00] J. P. Ortega. Evolución de los instrumentos y métodos de observación en fútbol. Revista digital. Disponível online em: <http://www.efdeportes.com/efd17a/evalfut.htm>. Acedido em 12 de Janeiro de 2012.
- [Pau00] J. C. Paulis. Observación y Análisis de la acción de juego en fútbol. Tesis Doctoral. Revista Digital – Buenos Aires, Ano 5, Nº 22, Junho 2000. Disponível on-line em: <http://www.efdeportes.com/efd22b/julentd.htm>. Acedido em 15 de Janeiro de 2012.
- [Pru06] J. Prudente. Análise da performance táctico-técnica no andebol de alto nível. Funchal: J. Prudente. Dissertação de Doutoramento apresentada à Universidade da

Referências

Madeira.

- [Rem07] H. Remmert. Analysis of group-tactical offensive behavior in elite basketball on the basis of a process oriented model. *European Journal of Sport Science*, 2007.
- [Rib02] B. Ribeiro. A importância dos meios táticos de grupo ofensivos na obtenção de golos em Andebol. Um estudo com recurso à análise sequencial. Monografia de Licenciatura. FCDEF-UP. Porto. 2002.
- [Rie95] J. Riera. Estrategia, tática y técnica deportivas. *Apunts – Educación Física y Deportes*. Páginas 45-56.
- [RL02] L. P. Reis and N. Lau. Coach unilang - a standard language for coaching a (robo)soccer team. In *RoboCup 2001: Robot Soccer World Cup V*. Springer Berlin / Heidelberg, Janeiro 2002.
- [Sam97] J. Sampedro. Fútbol Sala – Las acciones del juego. Análisis metodológico de los sistemas de juego. Ed. Gymnos. Madrid
- [Sam98] J. Sampaio. Los indicadores estadísticos mas determinantes em el resultado final en los partidos de basquetbol. *Lecturas: Educación Física y Deportes. Revista Digital*. Buenos Aires, año 3, nº11, Outubro.
- [San09] C. Santiago. Image Analysis of Sports Events, Master thesis, Engineering Faculty of Porto University, Julho 2009. Página 26.
- [San10] C. Santiago. Automatic Tracking System for Team Sports. PhD thesis proposal, Engineering Faculty of Porto University, Julho 2010.
- [Set03] D. Setterwall. Computerised video analysis of football-technical and commercial possibilities for football coaching. MSc Thesis in Computer Science submitted in the University of Stockholm, 2003.
- [SF06] B. Soares e H. T. Filho. Análise da distância e intensidade dos deslocamentos, numa partida de futsal, das diferentes posições de jogo. *Revista Brasileira de Educação Física*, São Paulo, V. 20, N.2, Páginas: 93-101. Abril/Junho 2006.
- [Sil08] J. da Silva. Modelação Tática do Processo Ofensivo em Andebol. Estudo de Situações de igualdade numérica, 7 vs 7, com recurso à Análise Sequencial. Dissertação de Doutoramento. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, Outubro 2008.
- [Sim01] O. A. M. Simões. Análise da Dinâmica do Jogo e das Acções do Jogador de Basquetebol estudo de caso com as equipas do mundial de júniores/99. Dissertação Apresentada ao 6º Mestrado em Ciências do Desporto na Área de Treino de Alto Rendimento Desportivo. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto. Outubro 2001.
- [SRL04] R. Sampaio, L. P. Reis e N. Lau. O Agente Treinador e o Cálculo de Estatísticas do Jogo no Futebol Robótico Simulado. L. P. Reis et al. editores, *Proceedings of the Scientific Meeting of the Portuguese Robotics Open 2004*, FEUP Edições, Coleção Colectâneas, Vol 14, Abril 2004.
- [SVV+10] G. Sporis, D. Vuleta, D. Vuleta Jr. e D. Milanovic. Fitness Profiling in Handball: Physical and Psychological Characteristics of Elite Players. Faculty of Kinesiology, Zagreb University, Croatia, 2010.
- [Tho06] A. Thomas. The impact of puck possession and location on Ice Hockey strategy. *Journal of Quantitative Analysis in Sports* 2, 2006. Páginas 1-16.
- [Vel00] A. C. Velázquez. Estudio praxiológico en el fútbol de alta competición. Año 5, Nº20, Buenos Aires. Disponível online em: <http://efdeportes.com/efd20a/praxfut1.htm>.

Referências

Acedido em 15 de Janeiro de 2012.

[VMS99] D. Vuleta, D. Milanovic. H. Sertic. Latent structure of the spatial, phasic, positional and movement characteristics of the handball game. *Kinosiology*. Páginas: 37-53

[Wil82] W. H. G. Wilkinson. Sports strategy a nex discipline. Paper presented FEPSAC. Crystal Palace. England, 1982.

[YLH94] K. Yamanaka, Y. Liang e M. Hughes. An Analysis of playing in the final asian qualifying match of the 1994 World Cup for soccer. *Third World Congress of Science and Football*. 221-228. Spong, London.