UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Análise do jogo de futebol por sistemas dinâmicos categóricos

RENE DREZNER

SÃO PAULO
2014

RENE DREZNER

Análise do jogo de futebol por sistemas dinâmicos categóricos

Versão Corrigida
(versão original se encontra disponível na biblioteca da EEFE – USP)

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Universidade de São Paulo, para obtenção do título de mestre em Educação Física.

Área de concentração: Estudos do Esporte

ORIENTADOR: PROF. DR. Luiz Eduardo Pinto Bastos Tourinho Dantas

São Paulo
2014

Drezner, Renê
Análise do jogo de futebol por sistemas dinâmicos categóricos / Renê Drezner. – São Paulo : [s.n.], 2014.
137p.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.
Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo P. Basto Tourinho Dantas

1. Futebol 2. Análise de jogo 3. Modelos matemáticos I. Título.

Nome: DREZNER, Renê

Título: Análise do jogo de futebol por sistemas dinâmicos categóricos.

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de mestre em Educação Física.

Aprovado em:

Banca examinadora

Prof. Dr. _____Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

AGRADECIMENTOS

Ao professor doutor Junior Barrera pela ajuda substancial na elaboração desta dissertação. Apesar de não ser meu co-orientador oficial agiu como se fosse e sem sua orientação não seria possível desenvolver e organizar muitas ideias desta dissertação.

Ao Fernando Seabra pela colaboração na organização da apresentação dos resultados, como na elaboração do nome de algumas classes de segmentos.

Ao Fabrício Pimenta pela disposição em ajudar na obtenção de contato com alguns clubes de futebol para aquisição de filmagens de jogos das categorias de base, que seria necessário no projeto inicial desta dissertação.

Ao Rodolfo Canavesi, ao Daniel Croco Sanna e ao Desportivo Brasil, pela atenção e boa vontade em disponibilizar as filmagens de alguns jogos das categorias menores do Desportivo Brasil para fazer parte da amostra deste estudo. Mesmo que no projeto final não houve necessidade de utilização.

Ao professor Clever Ricardo Guareis de Farias pelo suporte no uso do software de reconhecimento e identificação das dinâmicas.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS..... p. viii
LISTA DE FIGURAS..... p. x
LISTA DE QUADROS..... p. xii
LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES..... p. xii
RESUMO..... p. xiv
ABSTRACT..... p. xv
1. INTRODUÇÃO..... p. 1
1.1 Objetivo geral..... p. 3
1.2 Objetivos específicos..... p. 3
1.3 Justificativa..... p. 4
2. REVISÃO DE LITERATURA..... p. 5
2.1 Caracterização dos Esportes Coletivos de Invasão..... p. 5
2.2 Linhas de pesquisa na análise do jogo de futebol..... p. 14
2.3 Modelos dinâmicos de representação dos Esportes coletivos de Invasão..... p. 25
3. METODOLOGIA..... p. 31
3.1 Elaboração do modelo semântico..... p. 31
3.1.1 Apresentação do modelo semântico de Lamas (2012)..... p. 31
3.1.2 Apresentação das ideias de Bayer (1986)..... p. 33
3.1.3 Adaptação das ideias de Bayer ao modelo semântico..... p. 33
3.1.4 Proposta de detalhamento do modelo semântico..... p. 34
3.2 Proposta de elaboração da Escala de Equilíbrio do confronto..... p. 36
3.3 Detalhamento da linguagem de descrição dos eventos de Seabra (2010)..... p. 38
3.3.1 Apresentação da linguagem de descrição dos eventos de Seabra (2010)..... p. 38
3.3.2 Reclassificação das ações e eventos do jogo..... p. 39
3.3.3 Detalhamento da metodologia de observação do Espaço de Ocupação Defensiva..... p. 40
3.4 Adequação do modelo dinâmico de fases detalhado ao modelo de Seabra (2010) p. 45
3.5 Descrição do processo de criação das classes dinâmicas de segmentação do jogo p. 47
3.5 .1 Ajuste do modelo de fases adaptado à formalização das categorias de segmentação..... p. 47

3.5.2 Formalização das categorias de agrupamento (gramáticas)..... p. 51
3.5.3 Criação das categorias de agrupamento (gramáticas)..... p. 54
3.5.4 Estruturação das classes principais..... p. 62
3.5.5 Teste das categorias de agrupamento (gramáticas)..... p. 69
3.5.6 Apresentação da árvore hierárquica de segmentos..... p. 70
3.5.7 Limitações do modelo..... p. 75
3.6 Utilização da frequência de ocorrência das classes como variável aleatória..... p. 78
3.7 Aplicação..... p. 80
3.7.1 Amostra..... p. 80
3.7.2 Material..... p. 81
3.7.3 Processo de análise..... p. 81
3.7.4 Objeto de análise..... p. 82
3.7.5 Metodologia estatística..... p. 84
4 RESULTADOS..... p. 85
4.1 Comparação do desempenho entre equipes no campeonato..... p. 85
4.2 Comparação do desempenho entre equipes no confronto..... p. 89
4,3 Comparação da variação de desempenho do Barcelona no campeonato..... p. 93
4.4 Comparação da variação de desempenho do Manchester no campeonato..... p. 97
4.5 Comparação da zona de início da posse da bola com o desenvolvimento dos segmentos..... p. 101
5 DISCUSSÃO..... p. 104
6 CONCLUSÃO..... p. 114
7 PROPOSTA PARA COMPLEMENTO DO MODELO..... p. 115
REFERÊNCIAS..... p. 117

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1- Trecho codificado de um jogo de futebol ao modelo de descrição dos eventos de Seabra (2010)..... p. 51
Tabela 2- Exemplo de captura de classe elementar de segmento pelo software “Máquina de estados”..... p. 53
Tabela 3- Exemplo de trecho de jogo codificado ao modelo de descrição dos eventos de Seabra (2010)..... p. 82
Tabela 4- Frequência entre as classes principais de segmentos – campeonato..... p. 86
Tabela 5- Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva – campeonato..... p. 87
Tabela 6- Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que resultaram em finalização – campeonato..... p. 88
Tabela 7- Frequência entre as classes principais de segmentos – confronto... p. 90
Tabela 8- Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva – confronto..... p. 91
Tabela 9- Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que resultaram em finalização – confronto..... p. 92
Tabela 10- Frequência entre as classes principais de segmentos – variação de desempenho da equipe do Barcelona ao longo dos jogos..... p. 94
Tabela 11- Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva – variação de desempenho da equipe do Barcelona ao longo dos jogos..... p. 95
Tabela 12- Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que resultaram em finalização – variação de desempenho de cada equipe ao longo dos jogos..... p. 96
Tabela 13- Frequência da lateralidade dos segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva – variação de desempenho da equipe do Barcelona ao longo dos jogos..... p. 96
Tabela 14- Frequência entre as classes principais de segmentos – variação de desempenho da equipe do Manchester ao longo dos jogos..... p. 98
Tabela 15- Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que p. 99

chegaram à penetração ou ação ofensiva – variação de desempenho da equipe do Manchester ao longo dos jogos.

Tabela 16- Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que resultaram em finalização – variação de desempenho da equipe do Manchester ao longo dos jogos..... p. 100

Tabela 17- Frequência da lateralidade dos segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva – variação de desempenho da equipe do Manchester ao longo dos jogos..... p. 100

Tabela 18- Frequência entre classes e subclasses intermediárias de acordo com a zona do EOD de início..... p. 102

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1- Frequência das sequências de passes ocorridas nos jogos das Copas do Mundo de 1990 e 1994. Adaptado de Hughes e Franks (2005)..... p. 13

Figura 2- "Fitplot" da média de pontos conquistados por partida com a média da porcentagem de posse de bola pelas equipes nas edições de 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 da Liga dos Campeões da Europa. Adaptado de Collet (2013)..... p. 16

Figura 3- Representação do Espaço de Jogo Efetivo (SEABRA, 2010)..... p. 21

Figura 4- Representação de medida das equipes como um todo. Figura 4a: Representação do "*convex hull*" (menor espaço de ocupação no campo de jogo) das equipes. Figura 4b: representação da área de superfície das equipes. Moura et al. (2013)..... p. 23

Figura 5- Representação da distância Euclidiana entre companheiros de equipe em um dado momento de tempo. Moura et al. (2013)..... p. 23

Figura 6- Representação do fluxo de passes e finalizações de duas equipes de polo aquático. Figuras 6a e 6b representam o fluxo de duas equipes diferentes. Adaptado de Duarte et al. (2012)..... p. 26

Figura 7- Distribuição das equipes finalistas e desclassificadas quanto à circulação da bola do setor defensivo ao ofensivo (SEABRA, 2010)..... p. 29

Figura 8- Diagrama de fases do jogo. (LAMAS, 2012)..... p. 32

Figura 9- Modelo dinâmico de fases do jogo de futebol..... p. 36

Figura 10- Divisão geométrica do campo de jogo (SEABRA, 2010)..... p. 39

Figura 11- Representação gráfica das zonas do EOD (SEABRA & DANTAS, 2006)..... p. 41

Figura 12- Representação das zonas do EOD na imagem de transmissão televisiva de um jogo real (SEABRA, 2010)..... p. 42

Figura 13- Representação do posicionamento de cobertura defensiva. Figura 13a: Com cobertura defensiva. Figura 13b: Sem cobertura defensiva..... p. 43

Figura 14- Representação do posicionamento de cobertura lateral Figura 14a: p. 44

Cobertura lateral utilizando com referência o jogador de apoio ao jogador que está fazendo a cobertura defensiva. Figura 14b: Sem cobertura lateral utilizando com referência o jogador de apoio ao jogador que está fazendo a cobertura defensiva. Figura 14c: Cobertura lateral utilizando com referência o jogador que está fazendo a cobertura defensiva. Figura 14d: Sem cobertura lateral utilizando com referência o jogador que está fazendo a cobertura defensiva

Figura 15- Modelo dinâmico de fases do jogo de futebol simplificado à descrição dos eventos de Seabra (2010)..... p. 47
Figura 16- Representação da estruturação das classes principais..... p. 68
Figura 17- Ramificação dos segmentos de acordo com a zona de início..... p. 71
Figura 18- Ramificação dos segmentos que se iniciam na zona F..... p. 71
Figura 19- Ramificação dos segmentos das subclasses elaboradas que se iniciam em F..... p. 72
Figura 20- Ramificação dos segmentos que se iniciam na zona M defensivo.... p. 72
Figura 21- Ramificação dos segmentos das subclasses elaboradas que se iniciam em M defensivo..... p. 73
Figura 22- Ramificação dos segmentos que se iniciam na zona M ofensivo..... p. 74
Figura 23- Ramificação dos segmentos das subclasses elaboradas que se iniciam em M ofensivo..... p. 74
Figura 24- Ramificação dos segmentos que se iniciam na zona D/A..... p. 75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Escala de Equilíbrio do Confronto..... p. 37
Quadro 2 - Exemplo de regra de agrupamento (gramática)..... p. 52
Quadro 3 - 3a - Exemplo de regra de agrupamento (gramática) sem utilização de pré-radical, 3b - Exemplo de regra de agrupamento (gramática) com a utilização de pré-radical..... p. 57

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

AOF	Ações Ofensivas
BG	Bola ganha
BJ	Bola em Jogo
BP	Bola perdida
BPAR	Bola Parada
CRU	Cruzamento
DA	Zona de Confronto com a Linha de Defesa ou Atrás
DEF	Definição
DIR	Jogo Direto
ECI	Esportes Coletivos de Invasão
EOD	Espaço de Ocupação Defensiva
F	Fora do Espaço de Ocupação defensiva
FIN	Finalização
GBJ	Ganho Bola em Jogo
GBP	Ganho Bola Parada
INC MD	Segmentos incompletos que não alcançam o campo ofensivo
INC MO	Segmentos incompletos que alcançam o campo ofensivo
JDISP	Jogo de Disputa
MD	Zona de Confronto com o Meio de Campo no campo de defesa
MO	Zona de Confronto com o Meio de Campo no campo de ataque
PBJ	Perda Bola em Jogo
PBJin	Perda Bola em Jogo Incompleta
PBP	Perda Bola Parada
PEN	Penetração
RET	Retorno
RETMD	Retorno sem penetração e sem passar pelo campo ofensivo
RETMO	Retorno sem penetração com passagem pelo campo ofensivo
RETDA	Retorno com penetração
SEA	Sem movimentação da bola

RESUMO

DREZNER, R. Análise do jogo de futebol por sistemas dinâmicos categóricos. 2014. 137 páginas. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

O presente trabalho teve o objetivo de elaborar um modelo de análise do jogo de futebol baseado em uma referência dinâmica de descrição do jogo. A elaboração deste modelo foi feita com base no modelo semântico de Lamas (2012) e na linguagem de descrição dos eventos de Seabra (2010). A partir da proposta de Lamas (2012) foi elaborado um modelo com maior resolução conceitual inspirado na categorização de tarefas de Bayer (1986), específico ao jogo de futebol. Depois disso, este modelo com maior resolução conceitual foi adaptado à linguagem de descrição dos eventos de Seabra (2010). Com o modelo adaptado foram elaboradas categorias de segmentos (classes de dinâmicas) a partir da decomposição do jogo em segmentos elementares e posterior reagrupamento destes em classes maiores que representam as transições entre as fases do modelo. A frequência de ocorrência destes segmentos foi o objeto de análise. Foram criadas três tipos de comparações entre classes a partir das frequências: classes principais, subclasses de penetração e subclasses de penetração que resultam em finalização. A aplicação do modelo na mesma unidade amostral de Seabra (2010) demonstrou que as classes de comparação são eficientes na discriminação da forma de jogar das equipes. Entretanto, o modelo final apresenta ainda muitas simplificações que diminuem seu potencial descritivo. Em virtude disto, ainda é necessário aprimora-lo para potencializar a descrição dos eventos jogo.

Palavras-chave: modelagem matemática, análise de jogo, sistema dinâmico, futebol, esportes coletivos de invasão.

ABSTRACT

DREZNER, R. Soccer match analysis by categorical dynamic systems. 2014. 137 pages. Dissertation (Master's degree) – School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, São Paulo, 2014.

The aim of this study was to create model soccer analysis based dynamic model. The preparation this model was based on semantic model of Lamas (2012) and events description language of Seabra (2010). A model with greater resolution inspired by the conceptual categorization tasks of Bayer (1986), specific to soccer game was elaborated from semantic model of Lamas (2012). After that, this conceptual model with higher resolution was adapted to events description language of Seabra (2010). From the adapted model, categories of segments (dynamic classes) were created from the decomposition of the game in elementary segments and subsequent reunification of these segments into larger segments classes that represent the transitions between the stages of the model. The frequency of these class was the central point of analyze. It was create three types of comparisons from class' frequencies: main classes, penetration subclasses and finalization subclasses penetration. The application gave strong indications that the classes should be efficient in predicting the form of the teams playing. However, the final model has many simplifications that reduce its descriptive potential. For this reason, it is still necessary to improve the model to enhance the description of the game events.

Keywords: mathematical modeling, match analysis, dynamic system, soccer, invasion team sports

1. INTRODUÇÃO:

O jogo de futebol (como os Esportes Coletivos de Invasão - ECI) se baseia no confronto entre duas equipes, em um espaço comum, com cada equipe tendo o objetivo de pontuar e evitar que a outra pontue. O confronto entre as equipes é uma das principais referências para caracterização dos ECI, pois modula o desempenho dos jogadores (e equipe), além da dinâmica do jogo. O desempenho dos jogadores é influenciado pelas relações de cooperação com seus companheiros de equipe (conceito de unidade, sinergia de ações, equipe) (WARD; ECCLES, 2006) e pelas relações de oposição com os seus oponentes que vão dificultar as ações com intuito de gerar instabilidade na organização da equipe adversária (SEABRA, 2010), e consequentemente aumentar a probabilidade de levar vantagem no confronto.

Com relação à dinâmica do jogo, o duelo provoca grande oscilação de equilíbrio entre as equipes, com alternâncias de vantagem entre elas e momentos de equilíbrio, sem uma ordem definida. Este comportamento de alternância de estabilidade entre as equipes e não linearidade da evolução do jogo motivou muitos pesquisadores a caracterizar o jogo de futebol como um sistema dinâmico não linear (GARGANTA, 2006; REED; HUGHES, 2006; HUGHES et al., 1998; MCGARRY et al., 2002).

Sistema dinâmico não linear é um termo que representa uma categoria de sistemas caracterizados como instáveis, que sofrem constantes mudanças irregulares ao longo do tempo entre seus elementos e que não podem ser determinadas apenas pela análise de seus elementos. O sistema dinâmico pode ser modelado matematicamente e sua evolução ao longo do tempo pode ser traçada probabilisticamente. Caracterizar o jogo de futebol sobre esta perspectiva implica em assumir que para compreender a partida é fundamental entender como acontecem as transições entre os eventos ao longo do jogo no confronto entre as equipes. Essas transições podem ser investigadas através da identificação e rastreamento das mudanças de configurações entre os jogadores e a bola (baseada nas relações de cooperação e oposição). E para isso, é necessário à utilização de modelos de análise que sejam compatíveis com esta concepção baseada na relação entre os indicadores de desempenho e a base conceitual sobre a caracterização do jogo, para propiciar resultados que apresentem maior valor semântico (GARGANTA, 1997).

A revisão de estudos sobre análise da organização do jogo de futebol mostra que o desenvolvimento de ferramentas capazes de mensurar o jogo na perspectiva de um sistema dinâmico não linear tem sido um obstáculo para o avanço do conhecimento nesse campo

(SEABRA, 2010). A maioria dos estudos existentes utilizam análises descontextualizadas, geralmente centrada nas ações com bola, com o uso de indicadores sem prévia orientação conceitual de como é o jogo (SEABRA, 2010; DUTT-MAZUMDER et al., 2011). Atualmente a maior parte das pesquisas está mais interessada em realizar novos tipos de comparações com os mesmo indicadores de desempenho do que elaborar novos modelos conceituais e operacionais para realização da análise. Assim, continua sendo um dos maiores desafios no campo da análise de jogo a identificação de padrões que melhor explicam o desempenho da equipe (DUTT-MAZUMDER et al., 2011).

Uma das alternativas para avançar neste problema está relacionada com a elaboração de bases conceituais e modelos operacionais do jogo de futebol com base na organização de um sistema dinâmico não linear. É importante ressaltar que o conceito de "modelo de jogo" neste trabalho está mais relacionado com uma forma simplificada de representação do jogo (como um todo, duelo entre as equipes), diferente do utilizado na literatura de análise de jogo, principalmente pelos estudos portugueses (GARGANTA, 1997; SOUSA, 2005; PEREIRA, 2006) que usam este termo com ênfase na representação da forma de jogar das equipes, plano de jogo, modelo de estratégia. A elaboração de modelos é necessária para simplificar a complexidade do jogo de futebol (muitos elementos, com muitas interações) facilitando a organização estrutural do jogo, e consequentemente sua análise.

Na literatura dois estudos se destacam na elaboração de modelos dinâmicos para os ECI. Lamas (2012) elaborou um modelo genérico para os ECI que decompõe o jogo em dois níveis (micro e macro). No nível micro ele apresenta uma forma detalhada de caracterização dos eventos do jogo através da combinação do posicionamento e movimentação de todos os jogadores e o objeto. A partir das sequências dos eventos são prescritas combinações de sequências de eventos ("jogadas") para elaboração de planos estratégicos. No nível macro é apresentado um modelo semântico genérico de fases do jogo para os ECI, denominado "Diagrama de Fases do Jogo", mas sem aprofundamento.

O estudo realizado por Seabra (2010) analisa a circulação da bola das equipes que acabam em confronto com os jogadores de defesa adversário a partir de padrões de sequência de ações com bola (caminhos de circulação da bola) previamente determinados com base num pressuposto empírico. As comparações entre as frequências mais utilizadas por cada equipe são utilizadas como indicadores da forma de atacar. O detalhamento dos eventos foi mais superficial do que o modelo de Lamas (2012), tendo como parâmetro principal para discriminação dos padrões e dos eventos do jogo o Espaço de Ocupação Defensiva (EOD).

Os estudos de Seabra (2010) e Lamas (2012) propiciaram grande avanço sobre as formas de análise de jogo nos ECI e futebol. Mas, apesar disso, ainda existem algumas limitações. O estudo de Lamas (2012) apresenta um modelo muito detalhista no nível micro (que torna difícil aplicação desta descrição no jogo de futebol, necessitando de simplificação) e muito superficial no nível macro (que traz necessidade de aprofundamento do modelo). O estudo de Seabra (2010) não apresenta um modelo teórico geral sobre a dinâmica do jogo (modelo macro), realiza as descrições dos eventos de maneira superficial e analisa apenas uma situação específica do jogo com padrões pré-determinados e com descrição muito superficial, até mesmo em relação ao seu modelo de descrição do jogo. Na comparação entre os dois estudos é possível perceber que eles apresentam limitações e virtudes diferentes entre as suas propostas. Uma combinação entre as metodologias destes estudos pode ser uma forma eficiente de elaborar um novo modelo de análise do jogo de futebol.

Baseado nisso este trabalho tem o objetivo de elaborar um modelo de análise do jogo de futebol baseado em um modelo dinâmico de descrição do jogo a partir do detalhamento e especificação do "Diagrama de Fases do Jogo", modelo genérico (LAMAS, 2012) e posterior simplificação à linguagem de descrição do jogo de futebol de Seabra (2010).

1.1 Objetivo geral

Elaborar um modelo formal de descrição do jogo de futebol com base na organização de um sistema dinâmico não linear a partir de uma linguagem categórica, com formalização de classes de dinâmicas.

1.2 Objetivos específicos

a. Detalhar o modelo semântico de jogo de Lamas (2012), que é generalizado às modalidades coletivas de invasão, à modalidade do futebol.
b. Elaborar uma escala para mensurar o equilíbrio do confronto.
c. Detalhar e adaptar descrição das ações e eventos do jogo de futebol de Seabra (2010) ao modelo de Lamas (2012).
d. Detalhar a descrição da metodologia do Espaço de Ocupação Defensivo (EOD).
e. Adaptar o modelo semântico específico ao jogo de futebol à linguagem desenvolvida por Seabra (2010).

f. Elaborar classes de dinâmicas a partir do aprofundamento do modelo adaptado à linguagem de descrição do jogo de Seabra (2010) (modelo segmentado categórico).
g. Utilizar a frequência das classes de dinâmicas como variável aleatória para descrição do jogo.

Analisar a eficiência do modelo para caracterizar a forma de jogar das equipes (e do jogo) através das classes de dinâmicas criadas.

1.3 Justificativa

A caracterização do jogo de futebol como um sistema dinâmico é uma tendência muito forte no campo de estudo atual, com a proposição de vários modelos teóricos (SEABRA, 2010). Apesar disso, existe grande dificuldade na criação de ferramentas de análise capazes de mensurar o jogo com base neste fenômeno. Elaborar um novo modelo, ou detalhar um modelo existente permite uma segmentação das dinâmicas do jogo com mais resolução. Este fato é significativo, pois permite uma análise dinâmica da semântica do jogo com a identificação de diversos elementos que compõe a estratégia das equipes. Isto pode ajudar na melhor avaliação do desempenho realizado pelas equipes e jogadores e com isso aprimorar a compreensão do jogo de futebol. Além disso, pode influenciar em intervenções mais eficazes, com a criação de programas de treinamento mais eficientes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura deste trabalho foi dividida em três partes: caracterização dos Esportes Coletivos de Invasão (ECI), apresentação das principais linhas de pesquisa que tem como objetivo analisar o jogo de futebol e apresentação dos modelos dinâmicos utilizados para representação do jogo dos ECI.

Na caracterização dos ECI foi dada grande ênfase na influência que os objetivos de superar o adversário têm sobre o desempenho dos jogadores, e consequentemente, na dinâmica do jogo, que faz os ECI serem classificados como sistema dinâmico. Após isso, foi realizada uma breve caracterização de sistemas dinâmicos e a relação entre sistemas dinâmicos com os métodos de análise do jogo dos ECI. E no final foi descrito alguns aspectos particulares do jogo de futebol.

Na segunda parte as pesquisas que analisam o jogo de futebol foram divididas em cinco blocos principais: estudos com foco no somatório de ações com bola, estudos que investigam características das sequências de posse de bola como um todo (análises sequenciais), estudos que investigam o confronto entre as equipes, estudos que investigam as ações sem bola e estudos que investigam os padrões dinâmicos ("*t-patterns*"). Em todos os blocos foi realizada uma análise crítica dos aspectos positivos e negativos do emprego das metodologias para compreensão do jogo. No final é realizada uma conclusão geral sobre os métodos de análise.

Na terceira, e última parte, foram apresentados os trabalhos que investigam os ECI como sistema dinâmico. Com destaque para as pesquisas de Lamas (2012) e Seabra (2010). Ao longo da descrição dos estudos foi realizada uma discussão dos aspectos positivos e negativos dos modelos utilizados.

2.1 Caracterização dos Esportes Coletivos de Invasão

O futebol, por sua característica, está inserido dentro de um grupo de jogos denominado *Esportes coletivos de invasão (ECI)*. Estes jogos são praticados em um espaço comum delimitado aonde duas equipes vão se confrontar com objetivo de transportar um objeto (geralmente bola) até um alvo, ou espaço, definido mediante as regras impostas de cada modalidade. Estas regras são responsáveis por estruturar os ECI.

Os ECI podem ser decompostos em quatro elementos básicos: jogadores pertencentes à equipe A, jogadores pertencentes à equipe B, o objeto e a meta. A disputa entre os jogadores da equipe A e da equipe B é modulada pela posse do objeto (geralmente a bola), e a posse ou

a não posse do objeto pode determinar duas fases distintas do jogo (ataque e defesa) e suas transições (ataque – defesa e defesa – ataque); além destas, também pode ocorrer a fase de disputa, quando nenhuma das equipes tem a posse do objeto. Operacionalmente, a fase de ataque pode ser caracterizada pela posse do objeto e a fase de defesa pela não posse. As transições referem-se àqueles momentos em que a posse do objeto passa de uma equipe para a outra, o que leva uma inversão de papeis das equipes. Por exemplo, quando a equipe A que estava atacando vai realizar transição para a fase de defesa e equipe B que estava defendendo vai para a fase de ataque. Os jogos dos ECI costumam apresentar uma grande alternância das fases de ataque e defesa entre as equipes, com constantes deslocamentos dos jogadores e da bola.

Os deslocamentos dos jogadores e da bola não acontecem de maneira aleatória, mas de forma intencional, com os jogadores de cada equipe tentando criar situações para poder superar seu adversário durante o confronto. E este objetivo, de superar seu oponente (ganhar o jogo), é que vai influenciar a ação dos jogadores (e equipe) no decorrer do jogo, e consequentemente, a dinâmica do jogo.

Nesta revisão o conceito de ação será a referência base para descrição do desempenho dos jogadores e à dinâmica do jogo. Ação pode ser definida como uma forma de relação entre um agente e o ambiente, onde o agente tenta manipular o ambiente com intenção de alcançar seu objetivo através da emissão de um comportamento (motor) “planejado” e guiado pelas informações extraídas do ambiente (HOMMEL, 2009; CRANACH et al., 1982). Dentro desta definição podemos extrair três pontos principais que caracterizam o desempenho da ação: intenção (objetivo), expressão de um comportamento motor e relação entre agente e ambiente.

A intenção caracteriza o desempenho da ação pela orientação ao alcance de um objetivo (CRANACH et al., 1982). O que torna o objetivo aspecto central da ação. Este objetivo pode ser decompostos em várias subclasses de objetivos parciais de acordo com sua especificidade, sendo mais gerais ou mais específicos. Por exemplo, o objetivo geral dos ECI são de ganhar o jogo, mas para atingir este objetivo é necessário marcar mais pontos que o adverário. Para marcar mais pontos que o adversário é necessário fazer e evitar que o adversário faça, para fazer pontos é necessário finalizar... Assim finalizar fica sendo um objetivo parcial vinculado ao de fazer pontos que está vinculado ao de ganhar o confronto. Cranach et al. (1982) decopõe as ações em várias subações de acordo com o objetivo a ser alcançado. Esta decomposição chega até ao nivel onde não é possível atribuir intenção ao comportamento motor.

Esta forma de decomposição faz as ações mais abrangentes serem analisadas como um encadeamento de “subações”. O encadeamento de “subações” pode variar dentro da mesma

ação, proporcionando a possibilidade de variação dos meios de uma mesma ação (CRANACH et al., 1982). Assim, uma equipe pode ter caracterizado a sua ação de finalização através da identificação das subações utilizadas para este fim. Por sua vez, essas variáveis podem ser descritas como indicadores de desempenho da equipe.

A expressão de comportamento motor caracteriza o desempenho da ação pois materializa o seu aspecto intencional, com produção de comportamentos. Por exemplo, as ações com bola nos ECI: passe, chute, drible... Estes comportamentos podem ser observados objetivamente, o que permite a interpretação da intenção do comportamento por outras pessoas dando significado social a ele. Isto torna possível prever futuras ações a partir de expressões de comportamento motor (CRANACH et al., 1982) o que possibilita a observação das ações ser objeto de análise.

A relação entre agente e ambiente caracteriza o desempenho da ação pois, sengundo Cranach et al. (1982), o resultado da ação é dependente dos dois conjuntos de condições: a aptidão do agente e fatores inerentes do ambiente. A aptidão do agente é dependente da sua capacidade de extração de informação e interpretação do ambiente, além da capacidade de operacionalização de uma resposta motora. Os fatores inerentes do ambiente estão relacionados com as opções ofertadas pelo ambiente para realização da ação. A extração de informações do ambiente (percepção) é subjetiva, dependente de um conhecimento presumido que influencia a interpretação das informações. Assim o mesmo ambiente pode ter significado completamente diferente entre dois agentes. Nos ECI a relação entre agente e o ambiente é formada pela relação entre o jogador, campo de jogo (além do objeto, meta e regras), companheiros de equipes e oponentes. Formando um ambiente com muitos agentes (jogador, companheiros de equipe e oponentes) que interagem entre si. Desta interação pode surgir um comportamento coletivo, ação coletiva.

Ação coletiva é produto da interação entre dois ou mais agentes (vizinhos), sem importar o tipo de interação (confronto ou cooperação), que compartilham os mesmos objetivos para realização de sua ação (tarefa). Dessas interações podem (ou não) surgir padrões maiores (comportamentos coletivos emergentes) que refletem a ação coletiva (JOHNSON, 2003). Por exemplo, o comportamento coletivo da equipe emerge das interações entre os jogadores.

A ação coletiva emerge com base em uma referência compartilhada socialmente dentro de uma comunidade cultural (jogadores em geral, ou específicos de uma equipe, por exemplo) que guia a interpretação das ações. Esta regra foi denominada por Cranach et al. (1982) de *convenção*. Ela é composta por regras implícitas de costumes sociais. Com o compartilhamento de convenções é possível surgir comportamentos coletivos oriundos de

sistemas de controle indireto com gerenciamento de baixo para cima (“bottom up) que se auto organizam sem necessidade de um controle central (JOHNSON, 2003). Ex, a organização do formigueiro pelas formigas. A auto-organização_surge da auto regulação, ação de correção com intenção de aproximação do estado atual de um sistema com o estado desejado (JOHNSON, 2003).

Nos ECI os comportamentos coletivos auto-organizados emergem das ações dos jogadores baseadas no autoconhecimento do jogo e do compartilhamento deste conhecimento implícito (*convenção)* com os outros jogadores (é o chamado “entrosamento”). São ações de continua coadaptação ao comportamento dos outros jogadores, principalmente os mais próximos do campo de jogo, estas interações entre os jogadores variam com o contexto (resultado parcial do confronto, tipo de campeonato entre outros) (PASSOS; ARAÚJO; DAVIDS, 2013).

Além da auto-organização, que é fruto das interações mediadas pelas “*convenções”* da comunidade cultural, a ação coletiva é, simultaneamente, fruto também de outro tipo de controle baseado em regras formalizadas. Segundo Cranach et al. (1982) as regras formalizadas são compostas por duas formas especiais de convenções sociais, elas são denominadas de *normas e regras.* As *normas* são compostas por leis rígidas que se não forem cumpridas acarretarão em sansão (punição). Nos ECI as normas são representadas pelas “regras” do jogo que delimitam obrigatoriamente a forma de atuar (por exemplo, no basquete não pode andar com a bola e no futebol não pode colocar a mão na bola, com exceção do goleiro). As *regras* são compostas por orientações formalizadas da forma de atuar, elas não acarretam em sansão, mas apresentam característica de obrigação. Elas asseguram regularidade no desempenho da ação, mas subjetivamente causam valorização da idoneidade (cumprimento da *regra*) e sentimento de obrigação. Nos ECI o compartilhamento destas *regras* forma a estratégia das equipes. Sabe-se que na linguagem dos ECI e dos esportes em geral, o conceito de regra tem o sentido de **norma** mencionado por Cranach et al. (1982) e o conceito de regra tem o sentido de **estratégia**. Apesar da confusão linguística, esta distinção entre restrições imperativas (regras) e orientações de conduta (estratégias) é importante para melhorar a caracterização dos ECI.

Segundo Grehaigne e Godbout (1999) estratégia nos ECI refere-se a todos os planos, princípios de jogo ou orientações de ação decididos antes da partida com intuito de organizar a atividade da equipe e dos jogadores durante o jogo. Porém, na perspectiva adotada na presente dissertação o planejamento estratégico não precisa ser elaborado necessariamente antes das partidas, mas anteriores à realização da ação. Isso porque é possível alterar os planos

através de regras formalizadas durante o jogo. Devido à complexidade do jogo, a estratégia é formalizada sistemicamente, ou seja, é composta pela integração de subconjuntos de *regras* específicas a determinados jogadores e setores da equipe. Pela sua característica sistêmica ela também costuma ser chamada de *sistemas de jogo* por alguns autores (CASTELO, 1999) e *sistemas táticos* no senso comum.

A estratégia da equipe (específica à equipe) pode ser representada por uma ordem preferida de planos (subconjunto de *regras*) dentro de uma rede de planos possíveis (CRANACH et al., 1982). A utilização destes planos visam centralizar o controle do comportamento coletivo da equipe, minimizando o efeito da auto-organização (que muitas vezes pode levar a ações coletivas não eficientes do ponto de vista da equipe). A inserção da segunda modalidade de controle faz o jogo dos ECI possuir um duplo controle da ação coletiva, emergente e central (DUTT-MAZUMDER et al., 2011).

O desempenho da equipe vai ser influenciado por estas duas formas de controle. Desta junção será formado um novo padrão emeregente (ARAUJO, 2009). Este padrão varia de acordo com o confronto (pois a interação irá ocorrer com diferentes parceiros-oponentes), mas, independente dos parceiros e oponentes, jogadores e equipes apresentam padrões de ação invariantes (MCGARRY et al., 2002). A detecção e comparação desses padrões de ação apresentados pelos jogadores e equipes é um dos caminhos mais utilizados para analisar a forma de jogar das equipes. E uma das maneiras mais utilizadas para isso é a análise da "circulação do objeto (bola)" (movimentação do objeto ao longo do jogo). Em síntese as ações identificadas são reflexo da forma coletiva de ser de uma equipe, fruto da sua relação de cooperação e oposição, mediada por regras formalizadas e planejadas (estratégias) e por compartilhamento de conhecimento implícito entre os jogadores, uma forma hibrida.

Além disso, esta forma de controle vai influenciar a dinâmica do jogo. Pois o jogo é baseado no confronto entre duas equipes, que podem ser considerados dois subsistemas, com cada equipe agindo com intenção de superar a equipe adversária. Para isso ela terá que perturbar ou romper o estado de equilíbrio da equipe adversária para gerar desordem na sua organização (SOUSA, 2005). Ao mesmo tempo a equipe adversária tentará evitar que ocorra o estado de desequilíbrio, fazendo o sistema "jogo" ter alternâncias entre equilíbrio e desequilíbrio (VILAR et al., 2012) tendendo na maioria das vezes para o equilíbrio. Esta instabilidade, além da múltipla interação entre os subsistemas (equipes e jogadores), tendência à auto-organização e natureza probabilística (não é possível determinar a sequência futura de um evento dentro do jogo, somente sua probabilidade de ocorrência) fazem alguns autores caracterizarem o comportamento do jogo dos ECI como sistema dinâmico não linear

(GARGANTA, 2006; REED; HUGHES, 2006; HUGHES et al.1998; MCGARRY et al., 2002).

2.1.1 Sistemas Dinâmicos

Sistema é uma forma de organização abstrata que representa a formação de um todo unitário funcional por um conjunto de elementos que interagem entre si. Cranach et al. (1982) reportam duas ideias fundamentais inerentes aos sistemas: regulação e estrutura. Regulação está relacionada com os meios de controle para manutenção da estabilidade do sistema. Estrutura está relacionada com a forma hierárquica de organização dos elementos que compõe o sistema com intuito de integração destes elementos com o todo.

Os sistemas podem ser subdivididos em duas categorias: sistemas estáveis e sistemas dinâmicos. Os sistemas estáveis não sofrem alteração ao longo do tempo e os sistemas dinâmicos mudam com o passar do tempo, com variação dos componentes no tempo e espaço (DUTT-MAZUMDER et al., 2011), formando várias fases dentro do sistema. Estas fases são denominadas comumente de estados do sistema. Nos fenômenos que se comportam como sistemas dinâmicos prever os estados futuros é um dos pontos de maior interesse para compreensão do fenômeno. Por exemplo, prever o clima da cidade de São Paulo para os próximos sete dias. Mas não é possível determinar os estados futuros de todos os sistemas dinâmicos, somente os de comportamento linear. Os sistemas dinâmicos não lineares não apresentam sequências regulares entre os estados por isso eles não podem ser determinados. Nestes sistemas só é possível prever a probabilidade de ocorrência de um estado futuro. Os ECI apresentam comportamento similar ao sistema dinâmico não linear (SAMPAIO; MAÇÃS, 2012) pelo seu caráter aleatório oriundo do confronto.

2.1.2 Instrumentos de análise baseados em sistemas dinâmicos

O comportamento similar ao de um sistema dinâmico não linear vai influenciar a forma de análise para compreensão do jogo dos ECI. O primeiro aspecto de influência está relacionado com a dinâmica do sistema. Por apresentar caráter dinâmico as ferramentas de análise não podem usar um simples somatórios de ações ou eventos para descrever o jogo, pois vão reduzir de forma significativa a complexidade do fenômeno (VILAR et al., 2012). Por apresentar estados diferentes, com diferentes características, é necessário a utilização de análises sequenciais para descrever os estados e suas respectivas transições. Mas os ECI

apresentam movimentações constantes entre todos os elementos ao longo do jogo, o que pode acarretar o surgimento de infinitos estados. Assim é necessário realizar simplificações na descrição do jogo para poder operacionalizar uma forma de análise. A simplificação do fenômeno, apesar de diminuir sua complexidade, pode ser uma ferramenta eficiente para ampliar seu conhecimento.

Cranach et al. (1982) reportam duas formas de simplificação para análise de ações do cotidiano e estas formas podem ser generalizadas para os ECI. A primeira foi chamada de "isolamento das unidades de fluxo de comportamento". Este isolamento nada mais é que transformar um fluxo contínuo em intervalos discretos. Com esta simplificação o fluxo de comportamento (jogo) se transforma em sequência de quadros (unidades), com a possibilidade de cada quadro representar um estado do jogo. Segundo Anguera et al. (2000) as unidades de fluxo (que eles denominam como unidades de conduta) representam a mínima informação capaz de ser identificada, denominada e que possui significado próprio. E é a partir delas que será possível quantificar comportamentos qualitativos.

A segunda simplificação foi denominada de "classificação das unidades de fluxo de comportamento em diferentes categorias, que define um comportamento particular". Esta classificação consiste em categorizar os quadros criados para definição de um comportamento particular, ao qual possa ser atribuído um caráter semântico. Ou seja, agrupar as unidades destacadas em diferentes categorias com sentido de simplificar a comparação entre elas e suas transições. Só que é necessário que estas categorias representem o alcance de um objetivo (valor semântico), ou seja, determinação do objetivo da ação (Cranach et al., 1982).

Em resumo estas duas simplificações transformam um sistema dinâmico contínuo em sistema dinâmico discreto categórico. Este aspecto categórico também possibilita a formalização do aspecto não linear do sistema. Pois a análise de sistemas não lineares tem que ser baseada na probabilidade de transição entre os estados. Com a categorização as transições são simplificadas em categorias maiores com redução do número de transições facilitando a contagem das frequências, e consequentemente, comparação entre as frequências (base para calcular as probabilidades), ocorrência de padrões dinâmicos categorizados.

O que não pode ser esquecido é o caráter semântico das categorias criadas. De nada adianta realizar todo processo se as categorias criadas não significarem algo relevante para compreensão do jogo. Este problema foi reportado por Garganta (1997), Cranach et al. (1982) e Vilar et al. (2012). Assim a análise vai ter que ser sistematizada conforme a teoria base (com conhecimento circunstancial e metodológico) (CRANACH et al., 1982). Na mensuração do desempenho das equipes nos ECI a forma que se atinge um objetivo pode ser uma das

referências de maior valor semântico. Esta forma pode ser operacionalizada pela observação das ações.

Segundo Cranach et al. (1982) as observação objetivas das ações correspondem a uma representação subjetiva. Isto é, a observação de uma ação é influenciada pela percepção do observador, que vai supor (interpretar) o comportamento observado de acordo com seu julgamento subjetivo. Essa suposição é denominada de atribuição. Assim o desafio é dar significado ao comportamento observado objetivamente (mas com representação subjetiva). Este problema enfatiza a necessidade da observação de comportamento ser realizada por peritos do fenômeno a ser analisado. Anguera et al. (2000) elaboraram uma equação funcional para a observação: **O = P + I + Cp – Ds**, sendo O: observação; P: percepção; I: interpretação; Cp: conhecimento prévio; Ds: distorção subjetiva ("*sesgos*").

2.1.3 Aspectos particulares do jogo de futebol

Além de ser caracterizado com ECI, o futebol apresenta características muito peculiares que influenciam diretamente a dinâmica do seu jogo, entre elas a vantagem da defesa sobre o ataque, a predominância de que as sequências de ações que culminam em gols ser originadas de ataques com poucos passes e as situações de bola parada. No futebol existe uma tendência da defesa levar vantagem sobre o ataque durante o confronto. Isso pode ser demonstrado pela pequena porcentagem de ataques que acabam em finalização (10%) e gols (1%) (DUFOUR, 1989) e pela predominância de sequências com poucos passes durante a posse de bola das equipes, como pode ser observado (Figura 1) nos jogos das Copas do Mundo de 1990 e 1994 (HUGHES; FRANKS, 2005).

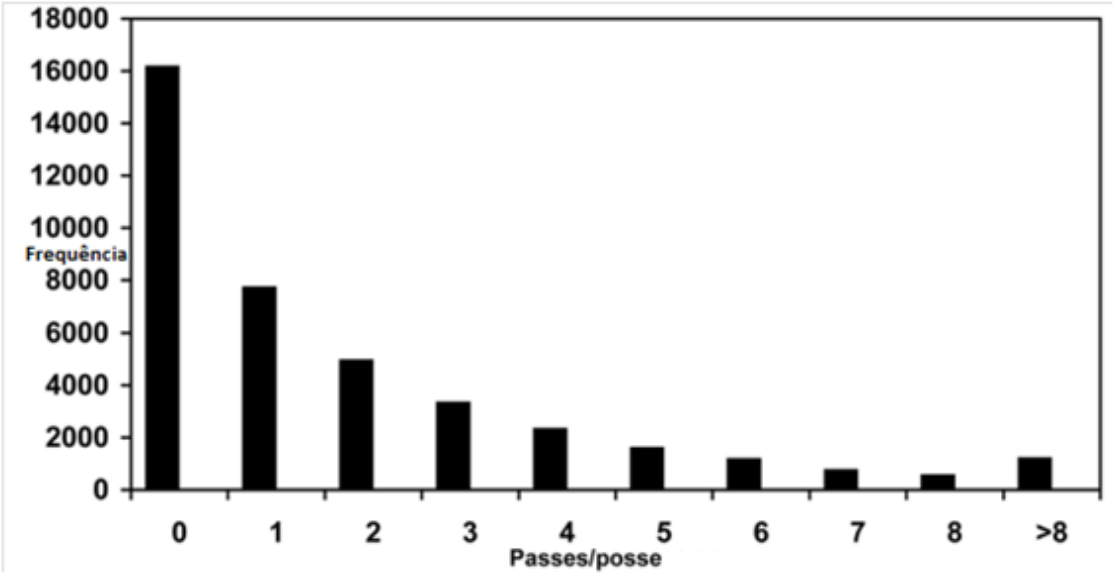


Figura 1 – Frequência das sequências de passes ocorridas nos jogos das Copas do Mundo de 1990 e 1994. Adaptado de Hughes e Franks (2005).

Outra característica do jogo é que a maioria dos gols acontece a partir de um ataque curto logo após a retomada da posse da bola. Isso pode ser demonstrado pela predominância de obtenção dos gols através de ataques rápidos, com poucos passes (mais de 70% dos gols acontecem com menos de três passes), com participação de poucos jogadores (três ou menos) e que começam com a roubada de bola no setor ofensivo do campo (REEP; BENJAMIN apud HUGHES; FRANKS, 2005; BATE, 1988; GARGANTA; MAIA; BASTOS, 1997; OLSEN, 1988). Esse fato vai influenciar bastante a forma de jogar das equipes quando têm a posse da bola.

Durante a fase ofensiva as equipes precisam, além de tentar fazer o gol, manter a sua organização defensiva equilibrada prevenindo de uma possível repentina perda da posse de bola. Em virtude disso, em muitas situações do jogo as equipes que estão atacando vão preferir abdicar da manutenção da posse de bola realizando passes longos e com menos precisão em um setor longe da defesa (jogo aéreo), ou até mesmo um chutão sem direção, com o intuito de evitar uma perda da bola no setor defensivo do campo com os jogadores de defesa desorganizados. Esta situação de bola em disputa intencional é um momento muito específico do jogo e que ocorre com bastante frequência. Muitas equipes possuem estratégias ofensivas e defensivas especiais para obter vantagem do rebote deste momento (“ganhar a segunda bola”). Um exemplo claro deste momento do jogo é a reposição com chute longo do tiro de meta geralmente realizado pelo goleiro.

Outro momento muito peculiar no jogo é a situação de bola parada. Estas situações geralmente são provenientes de tiros livres na zona ofensiva do campo de jogo (oriundo de falta e escanteios). Diferente da maior parte do jogo, nestas situações as jogadas vão começar com o jogo parado, a bola parada e o jogador que realiza a ação não vai sofrer pressão do adversário (distância mínima de 9 metros e 15 centímetros). Isso confere ao futebol um momento em que as equipes e os jogadores individualmente podem lançar mão de planos estratégicos restritos e específicos ao momento do jogo (jogadas ensaiadas à aquele contexto), isto é, que abrangem uma sequência de ações a priori. Nestas situações podem ser realizados tiros diretos ao gol (falta frontal e pênalti) ou cruzamentos em direção à área do adversário (faltas laterais e escanteios), nos quais as duas equipes têm a possibilidade de agirem de forma coordenada em função de um plano estratégico específico para a situação de jogo.

Como o jogo é interrompido nos momentos de escanteio e falta, os jogadores têm tempo de se posicionarem na região perto da área para tentar finalizar o cruzamento, em média ficam de 4 a 5 jogadores de ataque posicionados e entre 6 a 9 jogadores de defesa. Em geral, são criadas movimentações ensaiadas entre os jogadores de ataque para tentar levar vantagem sobre a defesa. Atualmente grande porcentagem dos gols acontece deste tipo de jogada, por exemplo, na última Copa do Mundo na África do Sul dos 145 gols marcados 35 gols ocorreram através de lances de bola parada (FIFA, 2010). Hoje as equipes estão cada vez mais se especializando nestas situações, tanto para defender como para atacar.

Se por um lado, do ponto de vista estratégico essa situação de bola parada permite certo controle ou iniciativa da equipe com a posse da bola (controle sobre o momento de iniciar a jogada; pouca pressão sobre o jogador de posse da bola) no momento de início da ação, não se pode deixar de destacar que às situações de levantamento na área vão originar um momento de incerteza único no jogo, uma grande disputa aérea dentro da área.

As características levantadas até aqui conferem ao futebol uma condição peculiar que deve ser considerada para construção de modelos que permitam investigar a dinâmica de um jogo de futebol em uma perspectiva sistêmica, que é o objetivo deste trabalho.

2.2 Linhas de pesquisa na análise do jogo de futebol

Os métodos de análise de jogo de uma maneira geral são baseados na escolha, classificação, observação e registro de indicadores de desempenho dos jogadores e equipes

durante a partida (SEABRA; DANTAS, 2006). Existe uma “história” dos métodos de análise de jogo e ela reflete os avanços, os problemas e as possibilidades abertas para esse campo. Via de regra, estes métodos precisam ser válidos para suportarem análises que permitam compreender melhor o jogo, como também inferências, no contexto profissional, que auxiliem o delineamento de treinamento e de estratégia com a intenção de aumentar a probabilidade de vitória de uma equipe.

Uma primeira perspectiva de observação, presente na maioria dos estudos realizados com jogos de futebol, teve como foco as ações com bola e os eventos decorridos destas ações para explicar o desempenho dos jogadores e equipes durante a partida (MCGARRY et al., 2002).

2.2.1 Quantificação das ações com bola

Com relação às ações com bola, os primeiros métodos de observação e análise comparavam times vitoriosos e derrotados em seus somatórios de ações tentando encontrar indicadores associados com o sucesso ou fracasso (por exemplo, total de passes, total de finalizações, total de roubadas de bola) (SUZUKI; NISHIJIMA, 2007). Na literatura são encontrados diversos tipos de comparações com base nesses indicadores, por exemplo, entre equipes mandantes e visitantes (TUCKER et al., 2005) e entre a classificação final na competição (LUHTANEN et al., 2001). Pode-se também encontrar análises que distribuem o somatório das ações por diferentes regiões do campo, como por exemplo: total de passes é divido em região de defesa, meio de campo e ataque (TAYLOR; MELLALIEU; JAMES, 2004; LEITÃO, 2004).

Outra alternativa utilizada para classificação das ações com bola é fazê-la de acordo com a qualidade de desempenho e tipo de execução. Scoulding, James e Taylor (2004), classificaram os tipos de passes executados pelas equipes e Thomas, Fellingham e Vehrs (2009), classificaram as ações de acordo com a sua eficiência. Nesse estudo, por exemplo, o passe foi classificado numa escala que teve oito categorias, sendo atribuído zero (passe errado) ao pior desempenho possível e sete (passe de oportunidade de finalização) ao melhor desempenho possível.

Os índices de eficiência são também muito usados em diversas modalidades (principalmente tênis, squash, badminton, basquete e vôlei) com o intuito de avaliar o desempenho entre as equipes e até criar perfis normativos de desempenho (O’DONOGHUE, 2005; HUGHES; EVANS; WELLS, 2001). No futebol foram criados vários índices para comparar as equipes, entre eles: índice de porcentagem de acerto (SZWARC, 2007; TAYLOR

et al., 2004), índice da relação entre finalizações realizadas e sofridas (LAGO, 2007) e índice de eficiência individual da posse de bola (GREHAIGNE; MAHUT; FERNANDEZ, 2001).

Ainda com foco na análise das ações com bola Collet (2013) investigou a relação entre o tempo de posse de bola (somatório de passes) com a média de pontos durante as partidas dentro de um torneio (Liga dos Campeões da Europa). O resultado apresentado na figura 2 mostra baixa correlação entre as duas variáveis (como mostra a curva de tendência).

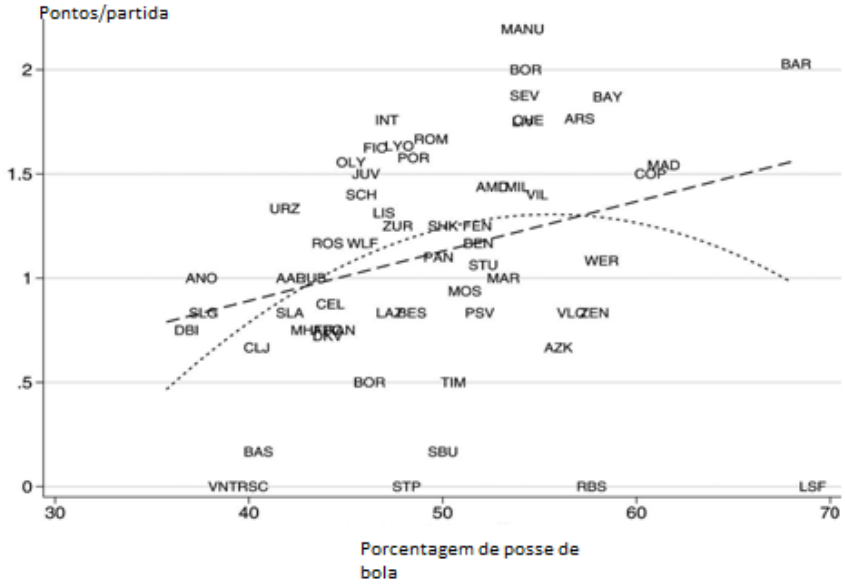


Figura 2 – “Fitplot” da média de pontos conquistados por partida com a média da porcentagem de posse de bola pelas equipes nas edições de 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 da Liga dos Campeões da Europa. As siglas representam às equipes. Adaptado de Collet (2013).

Apesar da grande quantidade de estudos e metodologias de análise das ações com bola, o avanço na compreensão do jogo tem sido pequeno o que tem gerado crítica com a aplicação desta metodologia (DUARTE et al., 2012). Isso pode ser evidenciado pela falta de resultados que apresentam uma correlação forte entre os indicadores propostos e o sucesso no jogo. Um problema com essas análises é que elas não têm sido capazes de abranger diferentes dimensões de desempenho presente em cada evento do jogo (ação, espaço e tempo) (SEABRA; DANTAS, 2006). Diferente de outras modalidades (como squash, tênis, vôlei), o jogo de futebol possui grande complexidade na construção de finalizações, podendo conter grande sequência de ações com muitas possibilidades de variações. A simples quantificação das ações isoladas sem analisar a sequência de ações a qual a ação isolada está subordinada, não é suficiente para caracterizar o confronto entre duas equipes.

2.2.2 Análises sequenciais

As primeiras análises sequenciais se restringiram àquelas que culminavam com a ocorrência dos gols. Nestes estudos foram realizadas descrições das posses de bola que resultaram em gol, como zona de início da posse de bola, número de toques e passes realizados pelos jogadores, número de jogadores envolvidos, tempo para realização do ataque, zona de finalização, entre outros. Este tipo de estudo tem o objetivo de identificar os encadeamentos de ações (sequência de ações) mais efetivos para fazer o gol (TENGA et al., 2010a). Diferente dos estudos das ações isoladas com bola, a maioria das pesquisas que estudaram as sequências que resultaram na ocorrência dos gols obteve resultados parecidos e consistentes (REEP; BENJAMIN apud HUGHES; FRANKS, 2005; BATE, 1988; GARGANTA et al., 1997; OLSEN, 1988).

Esses resultados mostraram que a maior parte dos gols acontece através de sequências rápidas, com poucos jogadores envolvidos (três ou menos), baixo número de passes (mais de 70% dos gols aconteceram com menos de três passes) e zona de início da posse de bola no campo ofensivo (REEP; BENJAMIN apud HUGHES; FRANKS, 2005; BATE, 1988; GARGANTA et al., 1997; OLSEN, 1988). Consequentemente, analisando os resultados, alguns autores concluíram que para obter sucesso na marcação de gols é necessário verticalizar o jogo o máximo possível, evitando passes para trás e para o lado e aumentando o número de passes longos para frente, características do que ficou conhecido como jogo direto (BATE, 1988). Estas conclusões influenciaram bastante o futebol inglês durante muito tempo (HUGHES; FRANKS, 2005). Posteriormente estas conclusões foram desmentidas e reavaliadas pela limitação metodológica utilizada na análise das sequências de ações que resultaram em gols.

No jogo de futebol acontecem poucos gols por partida, analisar somente as sequências que terminam em gols pode levar apenas a um entendimento parcial do fenômeno (LAGO; MARTÍN, 2007; HUGHES; FRANKS, 2005). E, além disso, pode-se cometer um erro de análise grave ao tratar os dados das posses de bola que resultam em gol sem normalizar pela frequência de tipos de posse de bola (sequência de ações com bola desde o momento de retomada da posse da bola até a perda da posse da bola) durante o jogo. Para resolver este problema, Hughes e Franks (2005) realizaram análise das sequências de posse de bola que resultaram em gols e que resultaram em finalizações (sem a ocorrência de gols), mas normalizando pela frequência do tipo de posse de bola (ocorrência) que acontece no jogo. Eles dividiram os tipos de posse de bola em longas (mais de quatro passes) e curtas (menos de

quatro passes). Com esse delineamento, os resultados mostraram que o aproveitamento das posses de bolas longas e curtas foi parecido, com pequena superioridade na marcação de gols para as sequências longas e pequena superioridade na realização de finalizações para as sequências curtas. Assim, os resultados deste estudo apontam que tanto ataque rápido quanto ataque elaborado (com mais passes) podem ser eficientes na marcação dos gols.

A partir da identificação dos momentos de gols, finalizações e oportunidades de gol alguns estudos tem feito uso de análises qualitativas para caracterizar e comparar o estilo da criação de oportunidades de gol (como o tipo de ação que antecedeu a finalização e zona de criação das jogadas) (YANNAKOS; ARMATAS, 2006; KONSTANDINIDOU; TSIGILIS, 2005). Yannakos e Armatas (2006) encontraram diferenças no padrão de criação das oportunidades de gol entre as equipes participantes do campeonato europeu de seleções de 2004 e Konstandinidou e Tsigilis, (2005) também observaram diferenças no perfil ofensivo das equipes semifinalistas da Copa do Mundo de Futebol feminino de 1999. Estes resultados sugerem que o estilo de jogo das equipes pode ser um fator de influência no padrão de criação e obtenção dos gols.

A circulação da bola no campo de jogo é um dos tópicos mais estudados na análise do futebol. Estudos mostraram que a elaboração do jogo sofre influencia de vários fatores como resultado parcial do jogo**,** as equipes realizam posses de bolas mais longas quando estão perdendo do que quando estão empatando ou ganhando (JONES; JAMES; MELLALIEU, 2004; LAGO; MARTÍN, 2007; REDWOOD-BROWN, 2008), local da partida**,** equipes mandantes realizam posses mais longas do que as visitantes (LAGO; MARTÍN, 2007), estilo de jogo da equipe, equipes podem apresentar vários estilos de jogo que influenciam a circulação da bola, (LAGO; MARTÍN, 2007), nível técnico do adversário**,** equipes apresentam posses de bolas mais longas quando jogam contra adversários de menor nível técnico, (LAGO; MARTÍN, 2007) e tipo de campeonato disputado**,** pontos corridos ou eliminatório (JAMES; MELLALIEU; HOLLELY, 2002).

Ao analisar a circulação da bola, independente dos fatores de influência, foi demonstrada uma correlação alta da capacidade de retenção da posse de bola e realização de ataques mais elaborados e com o sucesso das equipes (LAGO; MARTÍN, 2007; JONES et al., 2004). Além disso, equipes de nível de desempenho diferentes podem apresentar padrões diferentes de circulação da bola. Hughes, Robertson e Nicholson (1988) evidenciaram, na Copa do Mundo de 1986, que equipes bem sucedidas concentraram mais ações no corredor central do campo enquanto equipes mal sucedidas concentraram mais ações nos corredores laterais.

Estas observações são indícios que o nível de desempenho das equipes pode influenciar o padrão de manutenção e circulação da posse de bola. Os resultados apontam que equipes bem sucedidas tendem a exibir um maior tempo de posse de bola (com maior variação do ritmo e direção dos passes) e um maior domínio da região central do campo (região mais povoada onde a pressão espaço-temporal para realização das ações é mais alta), o que vai ocasionar aumento das possibilidades de ação, principalmente aquelas que podem levar a equipe com a posse de bola ao confronto com a defesa. Uma limitação deste tipo de análise é que não são fornecidos dados da organização defensiva dos oponentes.

Como já destacamos anteriormente, o desempenho no jogo de futebol é dependente da interação com o adversário, pois os tipos de ações de ataque e defesa vão ser "balizados" continuamente pela forma como o confronto se desenvolve ao longo do tempo. Analisar os indicadores de maneira unidimensional, isto é, sem levar em conta o confronto, limita a visão do fenômeno do jogo e as possibilidades de interpretação dos resultados (SUZUKI, 2005; TENGA et al., 2010a). A análise do confronto entre as equipes é uma tendência atual do campo de análise do jogo.

2.2.3 Análise da relação de confronto

Harrys e Reilly (1988) foram os primeiros autores a apresentar um estudo com foco na análise do confronto. Eles avaliaram as sequencias de ataque pela relação numérica entre atacantes e defensores em cada momento de passe e recepção (sendo criado um índice de configuração) e o espaço disponível ao jogador portador da bola. Com esses dados foi comparado o sucesso das jogadas (finalizações certas VS finalizações erradas VS ataques sem finalização).

Apesar de inovadora, a metodologia utilizada apresenta um aspecto negativo. A avaliação da defesa só leva em conta o número de jogadores envolvidos na ação sem mensurar a organização entre eles. Isso limitou a conclusão dos pesquisadores.

A metodologia para avaliar a organização defensiva das equipes é um dos maiores desafios para os estudos que analisam o confronto. Suzuki e Nishijima (2004) desenvolverem sistema de medição denominado "*Escala de Habilidade Defensiva*". Nesse sistema nove indicadores de desempenho defensivos foram criados: vigilância do jogador com a bola, vigilância do jogador sem bola, cobertura do espaço de ataque, corte da linha de passe, corte do lado do ataque, controle do equilíbrio, troca de posição, concentração defensiva e redução da largura do ataque. Estes indicadores são mensurados através da relação do ângulo de

marcação com a distância do atacante. Eles validaram a metodologia de análise, mas não realizaram estudos de confronto.

Já o grupo de pesquisa liderado por Albin Tenga desenvolveu dois métodos de análise de desempenho defensivo para avaliar o confronto. O primeiro sistema de medição utilizava somente o local inicial da marcação defensiva e a intensidade da pressão na bola (TENGA; LARSEN, 2003). O segundo sistema possui três indicadores de desempenho: pressão executada sobre o homem da bola (distância ideal – menos de 1,5 metros), posicionamento do marcador que dá suporte ao marcador da bola (distância ideal – menos de 5 metros) e posicionamento do jogador que realiza a cobertura do espaço defensivo. Com estas referências eles avaliam o posicionamento dos jogadores de defesa em toda sequência da posse de bola da equipe adversária e classificam os indicadores da organização defensiva como equilibrado, parcialmente equilibrado e desequilibrado (TENGA et al., 2009). Os primeiros resultados com aplicação desta metodologia de análise mostraram que a manutenção do equilíbrio do posicionamento de cobertura do espaço é fundamental para o sucesso do sistema de defesa com porcentagem muito pequena de ocorrência de gols (TENGA et al., 2010a).

Apesar de apresentar alguns resultados, as análises realizadas nos estudos do grupo do Tenga (TENGA et al., 2010a; TENGA et al. 2010b) só classificam o comportamento defensivo em equilibrado, parcialmente equilibrado e desequilibrado em cada item de caracterização da marcação (pressão ao jogador com a posse da bola, suporte ao marcador do homem da bola e cobertura do espaço) analisando as sequencias de ações ofensivas como um todo, sem discriminar em que momento da sequência ofensiva acontece o desequilíbrio. Isto limita as conclusões dos estudos porque a não identificação do momento do desequilíbrio dificulta a detecção das circunstâncias e razões que o levam a acontecer.

Além disso, só é utilizada a distância entre os jogadores como parâmetro para classificar a marcação ao homem da bola, sem utilizar outros indicadores que poderiam capturar à dinâmica (velocidade, aceleração, sentido e direção) e a intenção do jogador marcador, o que empobrece a discriminação do confronto. Lorains, Ball e MacMahon (2012) validaram um modelo de caracterização da marcação ao homem da bola mais detalhado para avaliar os fatores de marcação que influenciam a tomada de decisão dos jogadores, criando categorias mais discriminativas como na iminência do defensor roubar a bola, futura iminência de o defensor roubar a bola e influência da marcação do defensor do homem da bola na ação ofensiva do jogador portador da posse da bola. Mas mesmo com este novo modelo, a caracterização do confronto entre o jogador portador da bola e o defensor precisa ser

aprimorada para realização de análises mais significativas porque existem mais possibilidades de variação de marcação que podem influenciar o tipo de ação do jogador com a bola.

2.2.3.1 Espaço relativo

O jogo de futebol é muito movimentado, com muitas variações de posicionamento entre os jogadores. Esta característica do jogo condiciona a análise espacial baseada na divisão geométrica do campo de jogo, pois em lances diferentes, na mesma zona do campo, podem ocorrer diferentes configurações defensivas e ofensivas. Por exemplo, na zona de meio de campo ofensivo um atacante pode receber a bola em situação de contra ataque sem ter nenhum marcador entre ele e o goleiro e em outra situação, em que a equipe que está defendendo está recuada, ter dez jogadores entre ele e o gol. Estudos mais recentes criaram modelos de análise com referência no espaço móvel construído pelo posicionamento das equipes.

O primeiro modelo de análise foi denominado Espaço de Jogo Efetivo (EJE). Grehaigne, Wallian e Godbout (2005) definem EJE como espaço de forma poligonal que engloba o posicionamento de todos os jogadores, excluídos os goleiros, em um dado momento do jogo, delimitado pelos jogadores posicionados na periferia (figura 3).

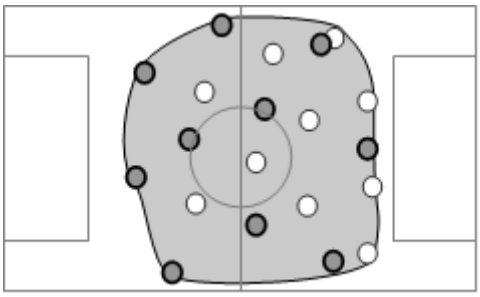


Figura 3 – Representação do Espaço de Jogo Efetivo (SEABRA, 2010).

Assim, utilizando esta metodologia, as ações são classificadas com base na sua localização dentro do espaço de jogo efetivo: periferia do EJE, por cima do EJE (lançamentos longos – jogo direto) ou interior do EJE. Garganta (1997) evidenciou que a circulação da bola acontece na maior parte das vezes na periferia do EJE, com isso ele sugere que as equipes procuram atacar utilizando a amplitude do campo, alternando os lugares de circulação da bola. Seabra (2010) critica este método de análise, pois não considera o posicionamento de todos os jogadores envolvidos na fase defensiva (só os da periferia), isto dificulta analisar o confronto

entre os diferentes setores das equipes (defesa, meio de campo e ataque) sem discriminar o grau de profundidade das ações no interior do EJE.

Considerando este problema de melhor discriminação do setor defensivo, Seabra e Dantas (2006) propuseram o Espaço de Ocupação Defensiva (EOD). O EOD é uma aplicação do conceito do EJE ao setor defensivo. Dentro deste sistema, as zonas do EOD são definidas entre zona frontal, zona de meio de campo, zona de defesa e zona atrás da defesa. Todas estas zonas são divididas em região central e periférica. A descrição do EOD será apresentada no capítulo da metodologia.

A utilização do EOD como metodologia de análise identificou diferenças no padrão de circulação da bola nas situações de finalização entre as equipes finalistas da copa do mundo de 2002 (SEABRA; DANTAS, 2006) e padrão de circulação da bola que progrediu ao confronto com a defesa adversária das equipes finalistas da liga dos campeões da Europa 2008/2009 (SEABRA, 2010). Para Seabra e Dantas (2006) as categorias do EOD identificaram a localização das finalizações de sucesso e fracasso. Estes dados revelam que a utilização do EOD pode ser um método eficiente para compreender algumas características da forma de jogar das equipes.

Apesar desse relativo avanço, esta metodologia apresenta algumas limitações, sendo a principal a não possibilidade de caracterizar o equilíbrio defensivo da equipe adversária no momento da realização das ações. Assim utilizar apenas o EOD como indicador de desempenho para caracterizar o confronto entre as equipes vai resultar em uma descrição incompleta do fenômeno, e consequentemente uma compreensão incompleta da forma de jogar das equipes.

2.2.3.2 Análise do confronto entre equipes (como um todo): “superorganismos”

A evolução dos sistemas automáticos e semiautomáticos de rastreamento de movimento possibilitou a captura da trajetória de todos os jogadores simultaneamente ao longo do jogo. Isto permitiu que pesquisadores utilizassem estes dados para analisar o confronto entre as equipes utilizando como referência variáveis do posicionamento integrado dos jogadores. Analisando a equipe como uma “entidade” (BARLETT et al., 2012) ou “superorganismo” (DUARTE et al., 2012).

A partir das variáveis de posicionamento integrado dos jogadores foram criadas diversas medidas de caracterização do “todo” (equipe): área se superfície (similar à área poligonal do EJE), centro geométrico (posição média dos dez jogadores de linha no sentido longitudinal e

lateral), índice de dispersão (média de dispersão dos jogadores em relação ao centro geométrico, compactação) e extensão da equipe (perímetro) (DUARTE et al, 2012). As figuras 4a e 4b ilustram a representação da área de superfície das equipes e a figura 5 ilustra o posicionamento do centro geométrico e do índice de dispersão dentro da área de superfície.

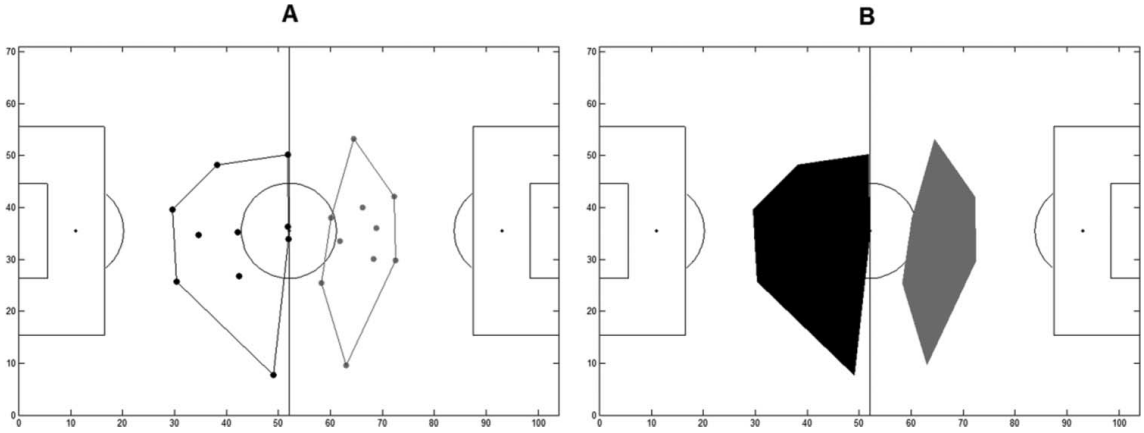


Figura 4a – representação do "*convex hull*" (menor espaço de ocupação no campo de jogo) das equipes (utilizado como referência para calcular a área de superfície) e figura 4b – representação da área de superfície das equipes (MOURA et al., 2013).

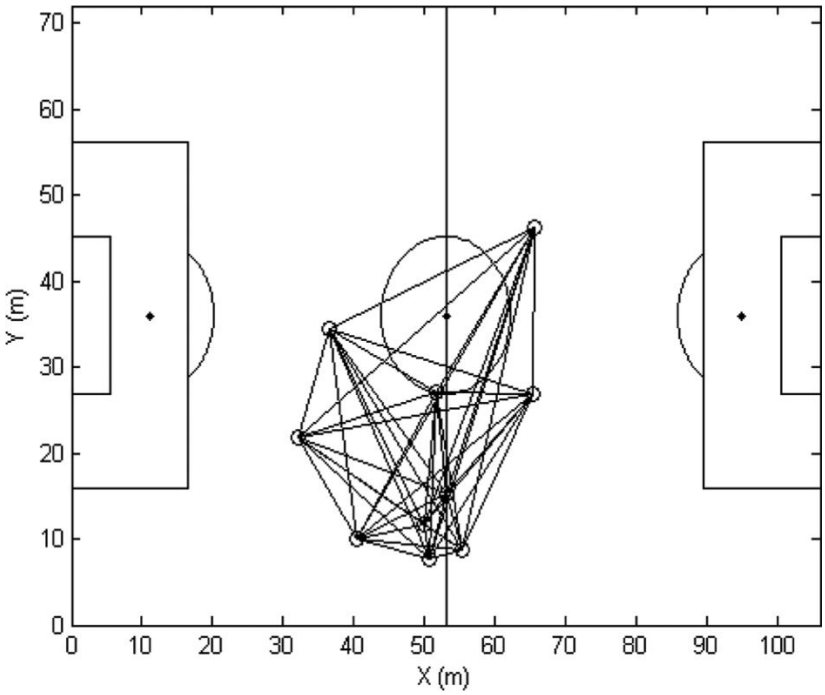


Figura 5 – representação da distância Euclidiana entre companheiros de equipe em um dado momento de tempo. Referência para calcular o índice de dispersão. A intersecção central de pontos representa o posicionamento do centro geométrico da equipe (MOURA et al., 2013).

Com estas medidas é possível analisar os padrões de coordenação entre as equipes, como a variação da distância (através do centro médio) em diferentes situações de jogo (FRENCKEN et al., 2012; BARLETT et al., 2012) e verificar a variação do todo (equipe) em

relação à alguma situação específica do jogo. Por exemplo, Moura et al. (2013) evidenciou que a área de superfície e a distância entre os companheiros de equipe (dispersão) diminuem com a perda da bola e aumenta com a posse dela.

Apesar destes resultados, as análises da equipe (como um todo) ainda não conseguiram produzir dados que contribuam de maneira efetiva para o aprofundamento da compreensão do jogo. Uma das razões para isso acontecer é que o comportamento coletivo de um sistema dinâmico não pode ser observado através da soma de comportamento de suas subfases (DUTT-MAZUMDER et al., 2011), pois os jogadores não vão ter sempre o mesmo "peso" no comportamento social coletivo (DUARTE et al., 2012).

2.2.4 Análise das ações sem bola dos jogadores

Outra possibilidade de medida encontrada na literatura é a análise das ações sem bola dos jogadores. Costa (2010) categorizou as ações sem bola nas fases de defesa e ataque (também foi caracterizada uma ação com bola) com o intuito de avaliar o comportamento tático do jogador de futebol. Foram utilizados como referência para análise os princípios táticos fundamentais do jogo, representação de um conjunto de regras que orientam as ações dos jogadores para realizar uma função específica do jogo. Foram selecionados cinco princípios ofensivos e cinco de defensivos, os princípios ofensivos foram divididos em penetração, cobertura ofensiva, mobilidade, espaço e unidade ofensiva e os princípios defensivos foram divididos em contenção, cobertura defensiva, concentração, equilíbrio e unidade ofensiva. Basicamente a referência de medida utilizada é composta pela relação da movimentação do jogador com o posicionamento da bola, dos companheiros de equipe, adversários e da meta.

Esta forma de medida permite caracterizar as ações ofensivas e defensivas dos jogadores e equipes (pelo somatório das ações dos jogadores), criando um perfil individual e coletivo de atuação. Ainda não são encontrados estudos utilizando estes indicadores para avaliar o desempenho dos jogadores em situação de jogo formal. Os resultados encontrados são referentes ao teste "GR3 – 3GR" (realizado através de um jogo reduzido de três contra três mais dois goleiros). Com a utilização deste teste já foram encontradas diferenças de comportamento entre faixas etárias diferentes. (COSTA, 2010).

2.2.5 Análise dos padrões dinâmicos

A caracterização do jogo de futebol com sistema dinâmico não linear motivou o surgimento de pesquisas com enfoque na detecção de padrões dinâmicos (sequenciais ou temporais) "*t-patterns*" ao longo do jogo. Na metodologia destas pesquisas são utilizados sofisticados tratamentos matemáticos de localização de padrões não regulares a partir de um modelo descritivo do jogo. São encontradas diversas ferramentas de tratamentos matemáticos para tratamento dos dados: Expoente Lyapunov, Dimensão de Correlação, Aproximação Entrópica e Redes de Trabalho Neurais, por exemplo, (DUTT-MAZUMDER et al., 2011; BORRIE; JONSSON; MAGNUSSON, 2002). E também softwares específicos de análise, SDIS-GSEQ e THEME (LAPRESA et al., 2013).

Esta forma de análise se mostrou muito eficiente na identificação de padrões no decorrer do jogo. Mas ainda não foi possível utilizar os padrões detectados como indicador de desempenho das equipes ou de caracterização do jogo. Segundo Lamas (2012), uma das razões para isto acontecer é que os indicadores utilizados para descrever o jogo (e consequentemente, base para a detecção dos padrões) não têm suporte teórico sensível a algum aspecto circunstancial do jogo.

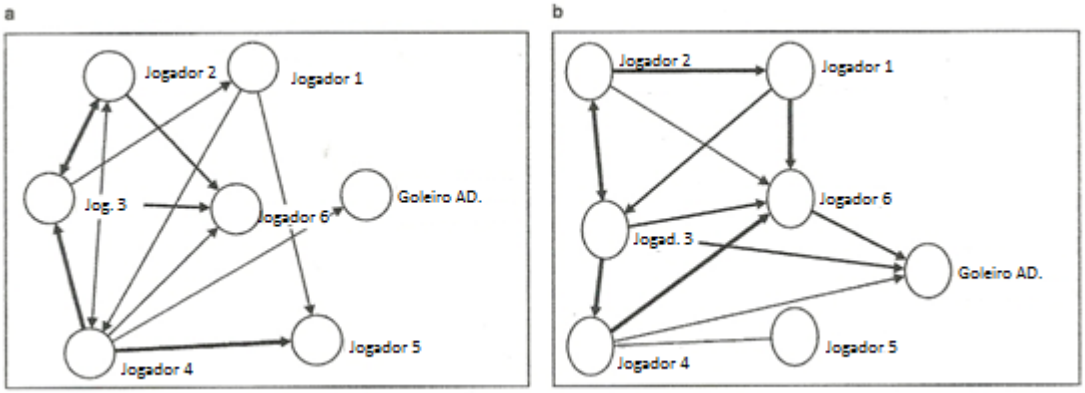
2.2.6 Conclusão geral sobre os métodos de análise do jogo

Após a apresentação das variadas linhas de pesquisa utilizadas para analisar o jogo de futebol é possível perceber que ainda não são encontrados ferramentas de análise eficientes para aprofundar o conhecimento sobre o jogo. Este problema foi evidenciado numa recente revisão de literatura realizada por Mackenzie e Cushion (2013). Neste artigo uma das principais causas apontadas foi a falta de contexto teórico para suportar a utilização das ferramentas de medida. Com isso é possível concluir que o aprimoramento dos modelos dinâmicos de descrição do jogo é um dos pontos chave para possibilitar o desenvolvimento da área.

2.3 Modelos dinâmicos de representação dos Esportes Coletivos de Invasão

A tendência atual de caracterização do jogo de futebol como sistema dinâmico não linear traz a necessidade de elaboração de modelos que sejam compatíveis com esta perspectiva, isto é, que respeitem as características essenciais de um sistema dinâmico. Isto implica na

modelação do jogo (como um todo) pela relação entre os elementos fundamentais (jogadores da Equipe A, jogadores da Equipe B e a bola) e modelação das mudanças de configuração destes elementos (estados) ao longo do tempo (sequência) que originem um evento importante dentro do jogo, geralmente associado com alcance de um objetivo e com influência no equilíbrio do sistema. Desta forma, o jogo será representado por sequências entre estados e o desempenho das equipes será mensurado pela frequência de transições entre os estados. Um exemplo deste tipo de representação pode ser observado nas figuras 6a e 6b que representam o desempenho ofensivo de uma equipe em um jogo de polo aquático através de frequência de passes entre os jogadores. Nesta representação a posse de bola no domínio de cada jogador representa um estado do jogo e as transições são representadas pelas trocas de passes entre os jogadores e finalização. As flechas mais grossas representam maior fluxo de transições entre as fases (passes entre os jogadores).



Figuras 6a e 6b – Representação do fluxo de passes e finalizações de duas equipes de polo aquático. Os círculos representam os jogadores da equipe e o goleiro adversário, as flechas representam a orientação dos passes e finalizações (em direção ao goleiro adversário). As flechas mais grossas representam maior fluxo de passes. Adaptado de Duarte et al. (2012).

A seguir serão apresentados dois modelos dinâmicos encontrados na literatura. O primeiro é genérico a todos os ECI (LAMAS, 2012) e o segundo é específico para o futebol (SEABRA, 2010).

2.3.1 Modelo dinâmico do jogo genérico aos ECI

Lamas (2012) elaborou um modelo dinâmico no contexto do Basquetebol, mas que é proposto para qualquer ECI. Com este modelo ele decompôs o jogo em dois níveis: um micro (estados) e um macro (fases do jogo). Além disso, foram criadas classes dinâmicas específicas

para duas situações no jogo de basquete, criação de espaço e proteção de espaço. Em ambas as decomposições os eventos contínuos do jogo foram transformados em eventos discretos (retratos de determinados momentos do jogo).

Na decomposição micro (descrição dos estados) cada evento discreto (estado) foi definido por uma configuração do confronto entre as duas equipes. Ele foi composto por todos os jogadores (da própria equipe e adversários) que possuam influência na jogada, região que cada jogador ocupa no campo de jogo, dinâmica de cada jogador (velocidade, aceleração e direção), jogador com a posse da bola e dinâmica da bola (ação com bola realizada pelo jogador). Além disso, foram classificados os jogadores de cada equipe que tinham forte interação cooperativa entre eles (dependência) em "unidades estratégicas", o que possibilitou agrupar jogadores que interagissem entre si em apenas uma unidade (unidade estratégica), simplificando a descrição do estado.

As alterações da configuração do jogo representam a ocorrência de um novo estado, modulando o jogo em sequências de estados. A partir disso, foram formuladas jogadas em sequência de estados e a partir destas jogadas foi elaborado um grafo de variação da estratégia ofensiva. Grafo representa os diversos "caminhos" (sequências de estados) de configurações do jogo da fase ofensiva no basquete (a representação deste grafo só contempla relação de cooperação entre os jogadores).

Na decomposição macro o jogo foi divido em fases, fase de ataque contra defesa e fase de disputa (além do jogo parado) e suas possíveis transições entre fases com ambos os times. O que gerou um diagrama de fases genérico aos ECI. (o diagrama de fases será mais aprofundado no capítulo de metodologia deste trabalho).

Em relação às classes dinâmicas, foram criadas classes para duas situações no jogo de basquete: criação de espaço e proteção de espaço (criação e proteção de espaço são subfases da fase de ataque e defesa, elas não foram especificadas no diagrama de fases). A criação destas classes possibilitou realizar comparações entre as equipes na frequência de utilização das mesmas ao longo do jogo e competição (LAMAS et al., 2011).

Como conclusão pode-se destacar a capacidade do modelo em captar uma gama maior de elementos que compõe o jogo na descrição dos estados, já que tradicionalmente só é descrito o jogador com a posse da bola. No futebol este modelo apresenta uma limitação, pois o número de jogadores é bem maior, o que possibilita aumento de variação de relação entre os jogadores, e consequentemente o número de estados possíveis, o que dificulta a categorização (agrupamento dos estados). Além disso, os dados captados do jogo de futebol geralmente são oriundos de transmissões televisivas, que não capturam a trajetória de todos os jogadores na

imagem impossibilitando a descrição aprofundada utilizada neste modelo. Por esta razão parece necessário realizar uma simplificação na descrição dos estados para utilização no jogo de futebol. Por outro lado, no nível macro, o diagrama de fases é um bem descrito, mas carece de um maior detalhamento para sua utilização no futebol. O que traz a necessidade de aprofundamento com o detalhamento das fases do jogo.

2.3.2 Modelo dinâmico do jogo de futebol simplificado

Seabra (2010) elaborou um modelo dinâmico simplificado específico ao jogo de futebol. Através da análise da circulação da bola e com o uso de indicadores de diferenciação das equipes, localização das ações com bola, tempo (ordem dos eventos), localização das ações com bola em relação ao posicionamento dos jogadores de defesa adversários (Espaço de Ocupação Defensivo - EOD) e ação realizada (ou evento decorrido), Seabra (2010) codificou o jogo em uma sequência de eventos discretos. A partir desta descrição foi verificado variações de padrões das sequências (encadeamento de ações com bola) que chegaram ao confronto com o setor defensivo adversário. Foram pré-concebidos alguns "caminhos de circulação da bola" padrões (classes de dinâmicas) através de regras de agrupamento que serviram de critério para classificação. Para criação dos caminhos pré-concebidos foi utilizado critérios de classificação do início, meio e final do encadeamento das ações, tendo como referência principal a localização das ações em relação ao posicionamento dos jogadores de defesa adversários (EOD).

Como foi colocado anteriormente, o EOD divide a localização dos eventos de acordo com o posicionamento do sistema defensivo adversário. A partir desse posicionamento foram criadas sete classes: zona F (fora do espaço de ocupação defensiva, equivalente a zona da defesa da equipe que possui a posse da bola), zona Mc (confronto com o meio de campo por dentro do EOD), zona Mp (confronto com o meio de campo por fora, lateral, do EOD), zona Dc (confronto com a defesa adversária por dentro), zona Dp (confronto com a defesa adversária por fora, lateral), zona Ac (nas costas da defesa por dentro) e zona Ap (nas costas da defesa por fora).

O confronto com o setor defensivo da equipe adversária foi considerado quando a equipe com a posse da bola realiza ações de manutenção de posse da bola e finalização nas zonas Dc, Dp, Ac e Ap do EOD. Estas zonas representam o final das classes dinâmicas (classes de segmentos). Com relação ao início foram criadas duas comparações: sequências que se

iniciavam na zona F e sequências que se iniciavam nas zonas Mc e Mp do EOD. O meio das sequências foi a parte discriminativa das classes de dinâmicas.

Por exemplo, nas classes que se iniciam na zona F foram criadas seis categorias de circulação da bola: F-Mc-DAcp (sequência se inicia em F, passa pela zona de confronto Mc e termina no confronto com a defesa), F-Mp-DAcp (sequência se inicia em F, passa pela zona de confronto Mp e termina no confronto com a defesa), F-Mc-Mp-DAcp (sequência se inicia em F, passa pela zona de confronto Mc, depois pela zona Mp e termina no confronto com a defesa), F-Mp-Mc-DAcp (sequência se inicia em F, passa pela zona de confronto Mp, depois pela zona Mc e termina no confronto com a defesa), F-DAcp (sequência se inicia em F e passa direto para o confronto com a defesa) e F-DAcp ar. (sequência se inicia em F e passa direto para o confronto com a defesa através de jogo aéreo, bola em disputa).

Para verificar a plausibilidade do modelo Seabra (2010) observou diferenças nas frequências das classes de dinâmicas entre as equipes, diferenças no padrão de circulação da bola. Como está representado na figura 7.

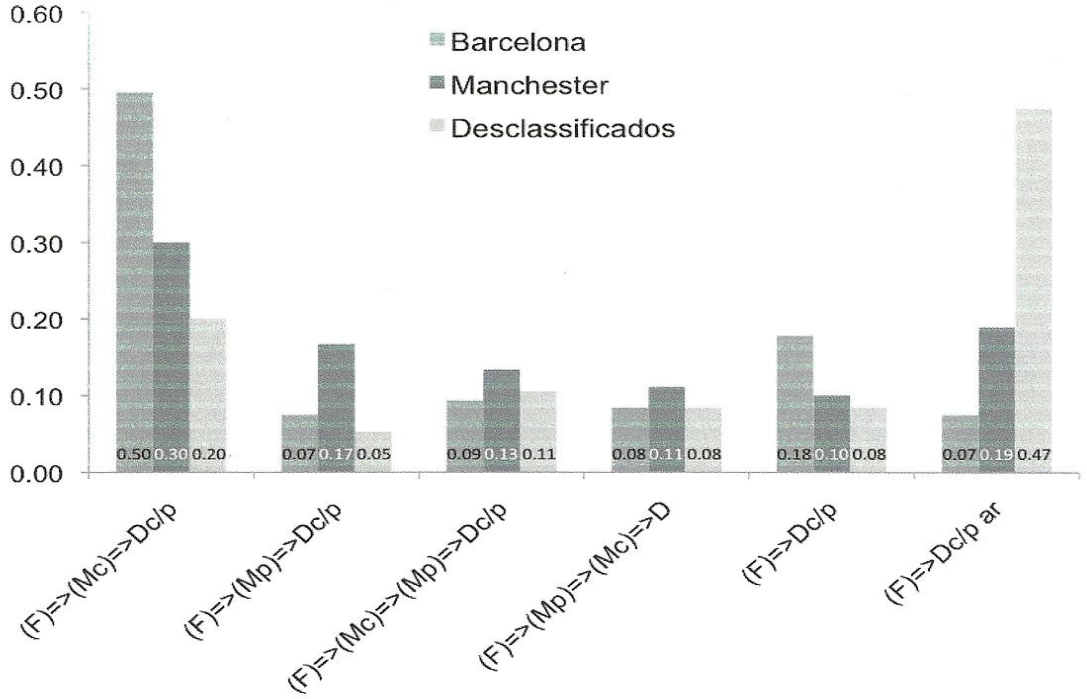


Figura 7 – Distribuição das equipes finalistas e desclassificadas quanto à circulação da bola do setor defensivo ao ofensivo (SEABRA, 2010).

A eficiência na detecção de diferenciação no padrão de circulação da bola entre as equipes mostra que a utilização de classes dinâmicas pré-concebidas a partir de aspectos relevantes do jogo pode ser uma maneira promissora de aprofundar a compreensão do jogo. Outro ponto positivo é que estes padrões foram obtidos através de gravações de transmissões televisivas,

que são popularmente utilizadas nas pesquisas de análise do jogo, mostrando que esta forma simplificada de descrição do jogo pode produzir resultados relevantes.

Mas, apesar disso, a análise dos dados pode ser aprimorada: primeiro, os padrões pré-concebidos foram criados sem ter uma base teórica sobre a dinâmica do jogo como um todo. Segundo, a análise das sequências que terminam em confronto com o setor defensivo adversário representa somente uma parte muito pequena das sequências que ocorrem ao longo do jogo. Terceiro, a zona localização das ações no campo de jogo não foi utilizada para discriminar as classes dinâmicas. E quarto, a penetração no confronto com a defesa não define vantagem ofensiva, que faz carecer da utilização de outros parâmetros para avaliar o equilíbrio defensivo.

2.3.2 Conclusão

Os modelos dinâmicos utilizados para analisar os ECI e futebol ainda carecem de muitos aprimoramentos, tanto na sua elaboração, como na operacionalização de indicadores de desempenho que consigam descrever de maneira satisfatória os eventos (estados) do jogo. Além disso, ainda é necessário elaborar uma ferramenta de análise que consiga integrar a base conceitual, o modelo operacional, a linguagem de descrição dos eventos e a segmentação de todo o jogo.

3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho será dividida em sete partes:

- Elaboração do modelo semântico a partir do detalhamento do diagrama de fases de Lamas (2012) aplicado ao futebol.
- Proposta da criação da Escala de Equilíbrio do Confronto
- Detalhamento do modelo de descrição dos eventos de Seabra (2010).
- Adequação do modelo semântico ao modelo de Seabra (2010).
- Descrição do processo de criação das classes de dinâmicas (sequências de eventos).
- Utilização da frequência das classes como variável aleatória.
- Aplicação.

3.1 Elaboração do modelo semântico

A modelação do jogo de futebol como um sistema dinâmico categórico traz a necessidade de criação de um modelo estruturado capaz de representar os diversos momentos do jogo (fases). Além disso, as classes e subclasses de segmentos (tipos de transições entre as fases e subfase do jogo) criadas precisam ter forte relação com a forma de jogar das equipes (ação coletiva) para poder produzir indicadores que realmente consigam representar a sua forma de jogar. Assim, a criação de um modelo semântico específico para o futebol a partir de uma definição do mesmo como um sistema dinâmico categórico, mais detalhado pode permitir uma análise dinâmica mais aprofundada do jogo com indicadores que consigam descrever melhor a forma de jogar das equipes. Visto isto, neste tópico do trabalho será apresentado o processo de criação de um novo modelo semântico do jogo de futebol a partir do detalhamento do diagrama de fases de Lamas (2012).

3.1.1 Apresentação do modelo semântico de Lamas (2012)

Lamas (2012) elaborou um modelo semântico para os esportes coletivos de invasão (ECI). Neste modelo o jogo como um todo é subdividido em três fases distintas de acordo com o domínio do objeto das equipes e se o jogo está em desenvolvimento ou parado. Assim foram criadas três grandes fases: ataque x defesa (quando uma das equipes tem a posse do

objeto), disputa (quando nenhuma das equipes tem a posse do objeto) e jogo parado (quando acontece alguma interrupção no jogo).

Durante o andamento do jogo pode acontecer transições entre as três fases com ambas as equipes, com isso a troca de posse de objeto entre as equipes (troca de fases entre ataque e defesa) pode acontecer de três maneiras distintas: através do jogo parado, recuperação através de disputa ou de uma retomada direta da posse do objeto. Além disso, é possível que a equipe recupere novamente a posse do objeto da fase de disputa sem que a outra equipe consiga retomar a posse do mesmo. Cada tipo de transição diferente de retomada da posse do objeto pode representar um momento específico do jogo. Este fluxo está representado na figura 8.

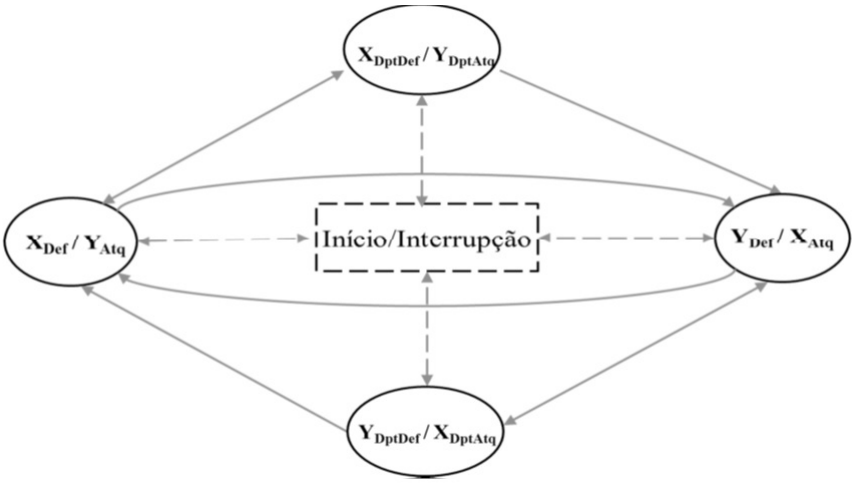


Figura 8 – Diagrama de fases do jogo, no qual: Defesa X *versus* Ataque Y (Xdef/Yatq); Disputa defensiva X *versus* disputa ofensiva Y (Xdptdef/Ydptatq); Defesa Y *versus* ataque X (Ydef/Xatq); Disputa defensiva Y *versus* disputa ofensiva X (Ydptdef/Xdptatq), (LAMAS, 2012).

A divisão do jogo em três fases distintas e suas respectivas transições de fases ainda não possibilita grande compreensão da forma de jogar das equipes e do andamento do jogo, pois principalmente a fase de ataque contra defesa (onde ocorre a maioria dos eventos relevantes no jogo) e a fase de disputa apresentam uma variabilidade de situações muito grandes que precisam ser especificadas para poder representar de maneira mais aprofundada o que acontece durante o jogo. Apesar disso, esta maneira genérica de representação dá um suporte base para criação de modelos mais detalhados específicos a uma dada modalidade esportiva, como o futebol.

3.1.2 Apresentação das ideias de BAYER (1986)

Para detalhar o modelo de Lamas (2012) foi utilizada como referência principal as ideias de Bayer (1986) que decompôs os problemas que o jogo das modalidades coletivas de invasão proporciona às equipes. Esta decomposição dos problemas de jogo foi utilizada como referência com intuito de dar valor semântico às novas classes e subclasses que serão criadas.

Bayer (1986) decompôs os problemas de jogo dividindo-os nas fases de ataque e defesa. Para a fase de ataque ele dividiu os problemas em quatro grandes classes: *manutenção* da posse do objeto, *progressão* do objeto em direção à meta adversária, *desequilíbrio* do sistema defensivo adversário e *finalização*. Já em relação à fase de defesa a decomposição gerou os seguintes problemas: *recuperar* a posse do objeto, *evitar a progressão* do adversário, manutenção do *equilíbrio* defensivo e *evitar que ocorra finalização*.

Estes problemas desenvolvidos por Bayer podem ser interpretados como objetivos parciais que às equipes precisam atingir (tarefas) para ter sucesso no confronto, tanto no momento de atacar, como de defender. Investigar como as equipes procuram atingir estes objetivos parciais e a frequência do número de sucessos e fracassos pode ser um eficiente indicador de caracterização do desempenho das equipes, e consequentemente, do jogo. Este fato viabiliza a utilização destes objetivos como objeto de análise, podendo representar subfases da fase de ataque contra defesa. Mas antes de usa-los como referência para criação das subfases é necessário adaptá-los a dinâmica dos acontecimentos do jogo.

3.1.3 Adaptação das ideias de Bayer ao modelo semântico

A dinâmica do jogo é modulada pelo confronto entre as duas equipes. Este confronto faz as equipes apresentarem uma relação antagônica durante todo o jogo (enquanto uma ataca a outra defende, por exemplo) que vai ser refletida também em relação aos objetivos. Se compararmos a decomposição de Bayer para os problemas de ataque e defesa pode-se perceber uma relação antagônica entre eles: *manutenção da posse do objeto x recuperação da posse do objeto, progressão x evitar a progressão, equilíbrio x manutenção do equilíbrio e finalizar x evitar finalização*. Assim, durante o jogo vai acontecer uma simultaneidade de objetivos de ataque e defesa, o que impossibilita a utilização destes objetivos em separado como referência para criação das subfases. Este problema fica mais evidente quando voltamos nossa atenção para a referência mais utilizada para descrever o jogo que é a circulação do objeto. Pois a circulação do objeto é resultante do confronto entre as duas equipes e a sua

descrição representa simultaneamente o desempenho ofensivo e defensivo das equipes (ofensivo da equipe que está com posse do objeto e defensivo da equipe que está sem a posse do objeto). Assim é necessário adaptar os objetivos parciais à dinâmica de circulação do objeto no detalhamento do modelo de fases ajustando os objetivos parciais às situações de jogo com referência ao aspecto ofensivo do confronto. Pois, apesar da circulação do objeto ser resultante do confronto, a análise vai ser centrada na equipe que tem a posse do mesmo.

Além desses ajustes, também foram realizadas outras mudanças às ideias de Bayer no detalhamento do modelo semântico com intuito de aprimorar a descrição da fase de ataque contra defesa. Basicamente foram feitas duas alterações: troca do termo "progressão" para "penetração"; detalhamento do "problema" de manutenção do objeto que originou dois novos problemas, tirar da pressão e prospecção. A troca do termo "progressão" para penetração foi realizada pelo motivo que o termo progressão se relaciona principalmente com o espaço físico do jogo sem considerar o sistema defensivo adversário e "penetração" é mais relacionado com o posicionamento do sistema defensivo adversário, sendo mais representativo na descrição do confronto entre as duas equipes.

Já o detalhamento do "problema" de manutenção do objeto foi realizado para discriminar duas situações distintas: a manutenção da posse do objeto em situação de pressão da equipe adversária e na situação sem pressão. Pois a pressão (tentativa da equipe que está defendendo de roubar a bola "diminuindo" as possibilidades e tempo de realização da ação da equipe que está atacando) influencia demasiadamente o problema parcial que a equipe que está atacando precisa resolver. Na situação de pressão o principal problema a ser resolvido é mover o objeto para uma zona mais "segura", com mais espaço (e tempo) para planejamento/realização das ações e mais opções para circular o objeto, o que vai possibilitar organizar melhor uma nova tentativa de reiniciar o ataque. Este objetivo foi denominado "tirar da pressão". E na situação sem pressão a equipe que está com o objeto não precisa se preocupar com a perda da posse do mesmo e assim pode direcionar suas ações na penetração ao sistema defensivo adversário. As ações realizadas nesta situação sem ter objetivo de penetração podem ser interpretadas como ações de estudo em que o objetivo é encontrar/provocar o melhor momento para realizar a penetração. Este objetivo foi denominado de "prospecção".

3.1.4 Proposta de detalhamento do modelo semântico

A partir das mudanças e adaptações concebidas foram criadas duas propostas de subdivisões diferentes da fase de ataque contra defesa. A primeira foi elaborada com intuito

de aprofundar modelo semântico do jogo. E a segunda, que será detalhada no próximo tópico do trabalho, tendo como parâmetro o confronto entre as duas equipes, teve o intuito de avaliar o equilíbrio entre as equipes na relação entre ataque e defesa. Esta classificação foi denominada de "Escala de Equilíbrio do Confronto". Esta escala tem o intuito de avaliar a relação do confronto entre ataque e defesa em um dado momento do jogo (supremacia de uma equipe sobre a outra).

Para detalhamento da fase de ataque contra defesa, os problemas de jogo adaptados de Bayer foram ajustados às ações ofensivas da equipe que está com a posse do objeto. Assim a circulação do objeto foi subdividida nas subfases: ***tirar da zona de pressão, prospecção, penetração, desequilíbrio defensivo*** **e** ***finalização***. Além de discriminar as fases, o modelo também representa as transições entre elas.

Além da fase de ataque contra defesa, a fase de disputa também foi aprofundada. As alterações foram realizadas com o intuito de aprimorar o modelo genérico geral ao jogo de futebol. O futebol é uma das poucas modalidades coletivas que utilizam o jogo de disputa de maneira proposital. Isto ocorre tanto com objetivo defensivo de não perder a bola em uma zona de risco, como uma maneira planejada de penetração e até mesmo finalização. Com base nisso a fase de disputa foi decomposta em três situações: jogo de disputa não proposital (ocasional) (através de um passe errado, desarme ou interceptação incompleta e defesa rebote do goleiro), jogo de disputa proposital de progressão (jogo aéreo) e jogo de disputa proposital de finalização (cruzamento), assim as três subfases foram nomeadas em ***disputa ocasional, jogo aéreo (ou jogo de disputa) e cruzamento***. Além destas, seria possível criar outra classe, que seria hibrida do jogo aéreo e cruzamento, *bola levantada na área.* Esta ação teria o intuito de jogar a bola em disputa na área para recuperação em uma zona de definição ou atém mesmo uma finalização direta. Mas por enquanto ela não será utilizada no modelo.

O fluxograma com o modelo de fases detalhado proposto específico ao futebol está representado na figura 9.

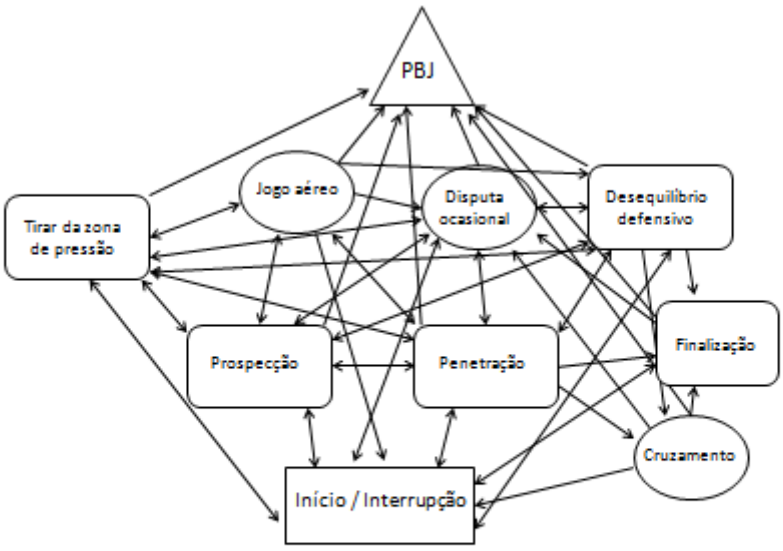


Figura 9 – Modelo dinâmico de fases do jogo de futebol de uma equipe. Retângulos com bordas arredondadas representam as fases do jogo, as formas arredondadas representam as subfases da disputa, o triângulo representa a perda da posse de bola para a outra equipe (Perda da bola no jogo - PBJ) e o retângulo ("reto") representa os momentos de reinício e interrupção do jogo. As flechas representam as transições entre as fases e subfases.

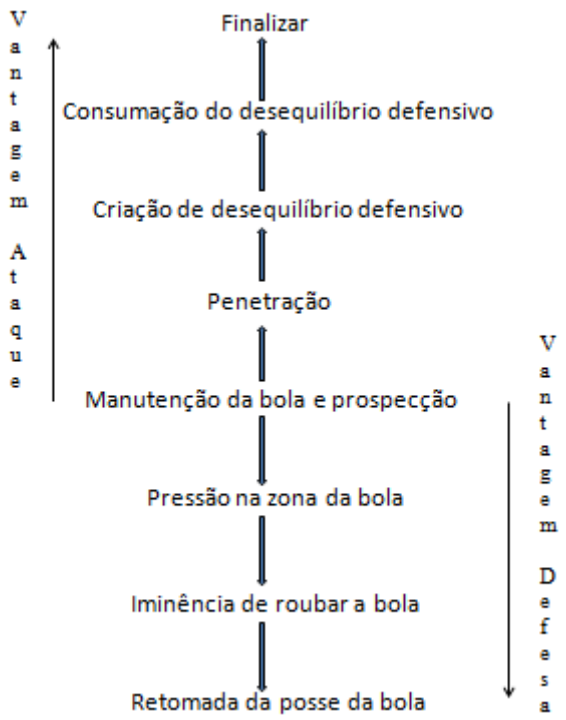
3.2 Proposta de elaboração da Escala de Equilíbrio do Confronto

A Escala de Equilíbrio do Confronto foi elaborada com intuito de avaliar a supremacia de uma equipe sobre a outra em um dado momento do jogo. Ela foi subdivida em oito classes agrupadas em três grandes grupos: classes de vantagem do ataque sobre a defesa, de equilíbrio e de vantagem da defesa sobre o ataque. As classes de vantagem do ataque sobre a defesa representam as situações em que a equipe de ataque consegue superar a marcação defensiva adversária. Esta vantagem pode variar entre apenas ***penetrar*** (atingir ao menos o confronto com o setor de meio de campo da equipe adversário no terço ofensivo do campo), ***criar desequilíbrio defensivo*** (criar uma situação que possibilite que um jogador do sistema ofensivo tenha chance de receber a bola em condições de criar uma situação de finalização), ***consumar o desequilíbrio*** criado (ter a posse de bola em situação de criação de uma oportunidade de finalização) e até ***conseguir finalizar***. A ação de finalizar apresenta o maior grau de vantagem, esta vantagem diminui com a consumação do desequilíbrio, que diminui com criação de desequilíbrio defensivo e penetração.

As classes de equilíbrio representam as situações em que não acontece vantagem de uma equipe sobre a outra. Estas situações ocorrem quando a equipe que ataca não tem o controle da posse de bola ameaçado mais também não consegue penetrar no sistema defensivo adversário. A classe que representa este momento do jogo é nomeada de ***manutenção da bola e prospecção***.

E por último, as classes de desequilíbrio da defesa sobre o ataque representam as situações em que a equipe que defende consegue ter vantagem no confronto. Esta vantagem vai acontecer quando a defesa conseguir colocar pressão sob o adversário diminuindo as possibilidades de circulação da bola e aumentando as chances de recuperar a posse da bola. São três classes: ***pressão na zona da bola, iminência de roubar a bola*** **e** ***retomada da posse de bola***. A retomada da posse da bola indica maior vantagem da defesa sobre o ataque e a pressão na zona da bola a menor.

Todas as classes estão representadas quadro 1.



Quadro 1 – Escala de equilíbrio do confronto.

Vale ressaltar que apesar destas classes estarem ordenadas de acordo com o grau de vantagem de uma equipe sobre a outra não necessariamente ao longo do jogo as transições vão variar respeitando a ordenação das classes. Por exemplo, uma equipe pode ter consumado o desequilíbrio e logo depois, através de um passe errado sem pressão do sistema defensivo

adversário perder a bola (consumando a retomada da posse da bola da outra equipe) ou uma equipe pode estar sobre uma zona de pressão da equipe adversária e criar uma situação que consiga consumar o desequilíbrio. Entretanto esta escala não tem o objetivo de analisar as transições entre as classes de avaliação, pois ela não é um instrumento de avaliação dinâmica do jogo.

Neste trabalho não serão realizados estudos com esta escala (e nem com outras escalas adaptadas), ficando somente sua formalização teórica como contribuição.

3.3 Detalhamento do modelo de descrição dos eventos de Seabra (2010)

Neste tópico da metodologia serão realizados dois aprofundamentos ao modelo de Seabra (2010). O primeiro está relacionado com a reclassificação das ações e eventos do jogo em relação ao modelo semântico proposto por Lamas (2012) e o segundo com o detalhamento da metodologia de observação do Espaço de Ocupação Defensivo (EOD). A compreensão da forma de classificação do EOD é de vital importância para o entendimento dos modelos propostos.

3.3.1 Apresentação do modelo de descrição dos eventos de Seabra 2010

O modelo de Seabra (2010) utiliza quatro categorias para descrever os eventos do jogo: equipe que realiza a ação (ou ganha o evento), ação realizada ou evento decorrido, Espaço de Ocupação Defensiva (EOD) e a localização no campo de jogo.

A categoria “equipe que realiza a ação (ou ganho o evento)” classifica as equipes em da casa ou visitante.

A categoria “localização do campo de jogo” classifica as ações (ou eventos) em dezoito zonas do campo. Esta classificação esta representada na figura 10:

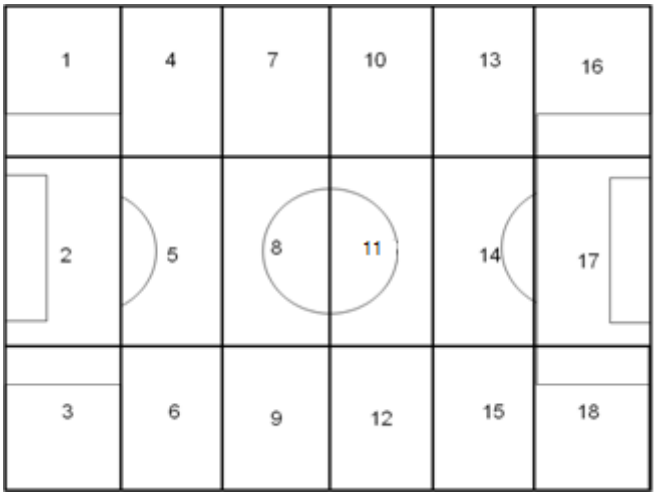


Figura 10 – Divisão geométrica do campo de jogo (SEABRA, 2010).

As categorias de classificação das ações e eventos do jogo e do EOD serão aprofundadas neste trabalho.

3.3.2 Reclassificação das ações e eventos do jogo

O modelo de Seabra (2010) utilizou como referência um parâmetro diferente de caracterização das fases do jogo do modelo semântico de Lamas (2012) (que será utilizado como referência neste trabalho). Esta incompatibilidade de modelos pode dificultar a compreensão do novo modelo proposto neste trabalho, pois ele vai utilizar componentes dos dois na sua construção. Assim é necessário reclassificar as ações e eventos do jogo de Seabra (2010) de acordo com a proposta de Lamas (2012).

Seabra (2010) divide as ações e eventos do jogo em início, desenvolvimento (ações ofensivas, defensivas e de transição entre a fase de ataque e defesa) e término. Esta divisão desconsidera a fase de disputa, muito importante no modelo de Lamas (2012). Além disso, na sua dissertação não é detalhada com profundidade todas as ações e eventos utilizados para descrição do jogo. Assim a seguir será apresentado de forma reclassificada todos os eventos e ações utilizados para descrever o jogo tanto no trabalho de Seabra (2010), como nesta pesquisa.

- Ações de <u>reinício de jogo</u>: *arremesso lateral, bola ao chão* (reinício após paralisação do jogo), *cobrança de escanteio, cobrança de pênalti, cobrança de tiro de meta, tiro livre, tiro livre indireto e tiro de saída* (reinício no começo dos tempos e após a ocorrência de gols).

- Ações ofensivas de manutenção da posse da bola: *individual* (desmarcação com bola ou condução), *passe, passe de primeira, passe em profundidade* (nas costas da defesa adversária, no espaço entre a defesa e o goleiro) *e recepção* (ação de recebimento de passe).
- Ações ofensivas de finalização: *cabeceio, chute e contra (adversário).*
- Ações ofensivas de colocar a bola em disputa: *cruzamento e jogo aéreo.*
- Ações defensivas de recuperação completa da posse da bola: *desarme* (ação de retomar a bola após a recepção ou ação individual), *interceptação* (retomar a bola através de uma ação proposital de interceptação de passe) *e recuperação* (retomar a bola de uma situação de disputa, jogo aéreo, cruzamento, defesa rebote, cabeceio defensivo, chute defensivo, disputa alto, disputa baixo e passe errado sem ação de intercepção, esta retomada pode ser realizada após um passe errado de um jogador da mesma equipe).
- Ações defensivas de recuperação incompleta da posse da bola: *bloqueio, desarme incompleto e interceptação incompleta* (estas ações iniciam a fase de disputa).
- Ações de defesa do goleiro: *defesa completa* (também é uma ação de recuperação completa da posse da bola), *defesa fora, defesa rebote* (defesa rebote também inicia a fase de disputa).
- Ações de disputa: *cabeceio defensivo, chute defensivo, disputa baixo e disputa alto*.
- Eventos e ações que indicam interrupção do jogo: *escanteio, falta, fim do período, gol, impedimento, lateral, pênalti, recuo, suspensão do jogo e tiro de meta*.
- Eventos ocorridos nos momentos em que o jogo está interrompido: *abandono, substituição e expulsão.*

3.3.3 Detalhamento da metodologia de observação do Espaço de Ocupação Defensiva (EOD):

A classificação do posicionamento dos jogadores no EOD respeita dois critérios principais: diferenciação entre os jogadores do centro e periferia do sistema e cobertura do companheiro de equipe em relação ao posicionamento da bola na ação de defender (SEABRA & DANTAS, 2006). Com estes dois critérios os jogadores são classificados em defesa, meio campo e ataque.

- Os jogadores de **defesa** são os jogadores que estão na periferia do sistema e que só podem receber cobertura dos jogadores também situados na periferia do sistema.

- Os jogadores de **meio de campo** são os que estão no centro do EOD (recebendo ou não cobertura de um jogador do setor defensivo) e os que estão na periferia do EOD com cobertura simultânea de um jogador que esteja no centro e de um jogador que pertence ao setor defensivo.
- Os jogadores de **ataque** são os que estão na periferia do EOD e não recebem cobertura do setor defensivo, apenas do setor de meio campo (SEABRA, 2010).

Com a definição dos jogadores que compõe os setores de defesa, meio de campo e ataque às zonas do EOD são classificadas em fora do EOD (**F**), no espaço entre um jogador de setor de meio de campo e ataque, pelo centro ou pela periferia (**Mc e Mp**), no espaço entre um jogador do setor de defesa e meio campo, pelo centro ou pela periferia (**Dc, Dp**) e atrás do setor defensivo, pelo centro ou pela periferia (**Ac e Ap**). O espaço classificado como central é situado entre os jogadores que compõe o EOD e o espaço classificado como periferia é situado entre um jogador da periferia do EOD e a linha lateral (SEABRA & DANTAS, 2006). As figuras 11 e 12 ilustram como as zonas do EOD são classificadas.

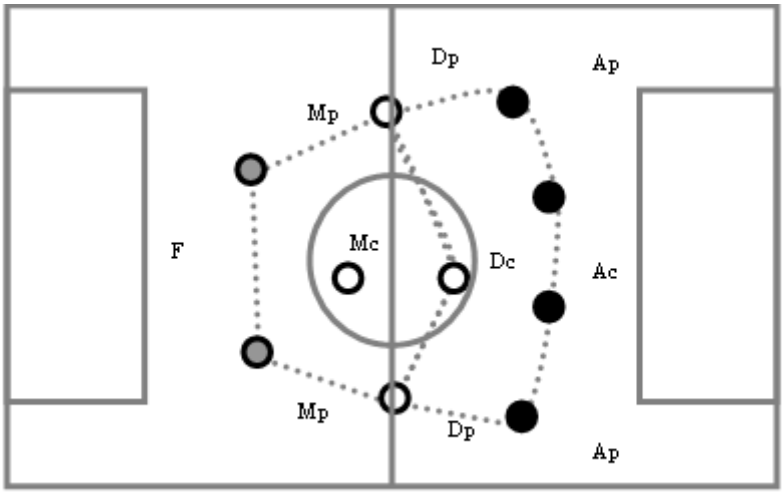


Figura 11 – Representação gráfica das zonas do EOD (SEABRA & DANTAS, 2006).

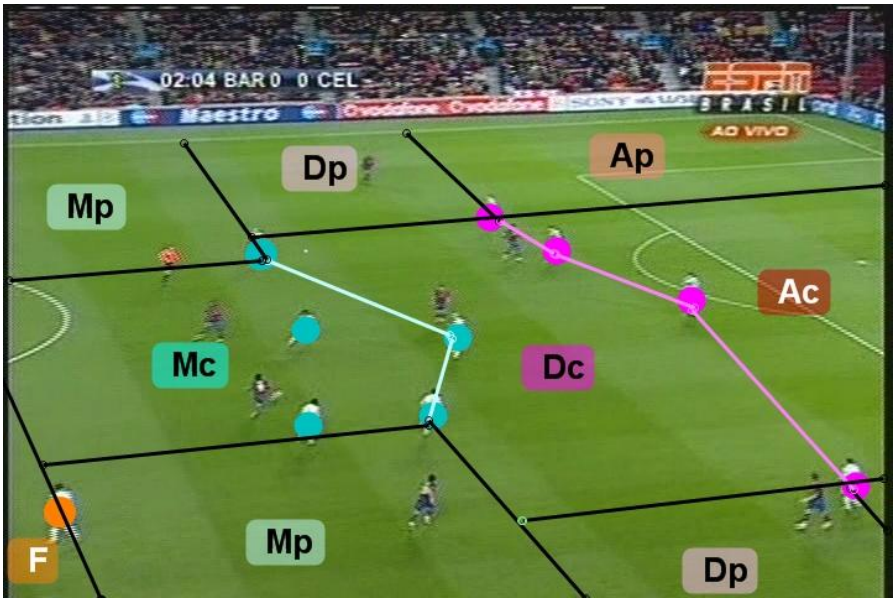


Figura 12 – representação das zonas do EOD na imagem de transmissão televisiva de um jogo real (SEABRA, 2010).

O problema com a descrição dos critérios de classificação do EOD é que o conceito de cobertura não é detalhado. Isto pode prejudicar a compreensão dos critérios de classificação e respectivamente a sua utilização em estudos realizados por outros pesquisadores. Assim neste tópico do trabalho será realizado um aprofundamento do conceito de cobertura.

A ação de cobertura defensiva pode ser definida como uma ação de apoio ao jogador de defesa que faz a contenção (marca o atacante com a bola). Esta ação tem a intenção de proteger o espaço de jogo "atrás" do jogador que faz a contenção com sentido de criar um novo obstáculo ao jogador portador da bola caso supere seu marcador (COSTA et al., 2009). Utilizando esta referência o EOD divide as zonas de profundidade de acordo com as linhas de "obstáculos" de defensores entre a posição da bola e o gol adversário: atrás de defesa, sem "obstáculo" de jogadores de linha, no confronto com a defesa, uma linha de "obstáculo", meio de campo, ao menos duas linhas e ataque, ao menos três linhas. Com esta classificação torna-se possível avaliar o grau de penetração da bola ao sistema defensivo adversário.

Para criar estas linhas de "obstáculos" é necessário avaliar se o posicionamento dos jogadores permite inferir se eles estão em condições ou não de realizar cobertura. Para isso é utilizado como referência principal a relação entre a distância horizontal e vertical dos jogadores do sistema defensivo de acordo com a posição da bola (além desta referência também é avaliado a velocidade de deslocamento, sentido e aceleração dos jogadores). Assim o jogador estará realizando cobertura se a distância horizontal for menor ou igual à distância

vertical como mostram as figuras 13a e 13b. Em caso de dúvida da comparação das distâncias é considerado que o jogador estará realizando cobertura.

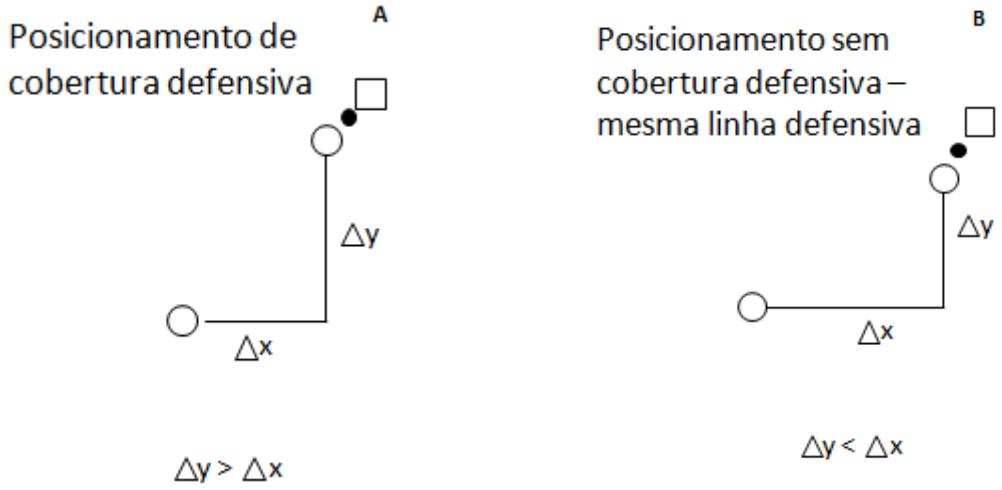


Figura 13a representação do posicionamento de cobertura defensiva (distância lateral menor do que a vertical) – Figura 13b representação do posicionamento sem cobertura defensiva (distância lateral maior do que a vertical).

Além desta referência, o texto de descrição da metodologia do EOD leva em consideração outro tipo de cobertura a "*cobertura lateral*". Este tipo de cobertura é realizado por um jogador pertencente ao mesmo setor do jogador de contenção, que se posiciona próximo lateralmente a esse jogador com a finalidade (entre outras) de estar apto a realizar uma ação de cobertura caso o jogador com bola adversário supere seu marcador. Este posicionamento não se configura como "obstáculo", pois o jogador não conseguirá necessariamente cobrir o espaço "atrás" do jogador de contenção, só estará apto a tentar realizar uma ação de cobertura.

Na classificação do EOD a detecção da cobertura lateral é utilizada para diferenciar o posicionamento de um jogador situado na periferia do EOD que recebe cobertura defensiva de um jogador do setor defensivo. Pois a presença, ou não de cobertura lateral de um jogador do meio de campo é que vai definir se o jogador pertence ao setor defensivo ou de meio de campo, se não receber cobertura lateral o jogador vai pertencer ao setor defensivo e se receber vai pertencer ao setor de meio de campo. Assim a metodologia do EOD não considera suficiente apenas um jogador na periferia do EOD "na linha de meio de campo" sem cobertura lateral para caracterizar o posicionamento do jogador como de meio de campo.

A principal referência para detectar o posicionamento de cobertura lateral é a relação entre a distância do jogador mais próximo a realizar cobertura de meio de campo com a distância do jogador do setor defensivo mais próximo a realizar a cobertura do mesmo espaço de atuação do jogador de meio de campo da cobertura lateral, este jogador pode ser o mesmo

que está fazendo a cobertura defensiva ao jogador de contenção ou outro jogador de apoio do setor defensivo, como mostram as figuras 14a, 14b, 14c e 14d. Nos casos em que os jogadores (cobertura lateral e defesa) estão muito próximos (menos de 5 metros) do jogador marcador do portador da bola é considerado ocorrência de cobertura lateral. E nos casos em que se tem dúvida entre a comparação das distâncias também é considerada a ocorrência de cobertura lateral.

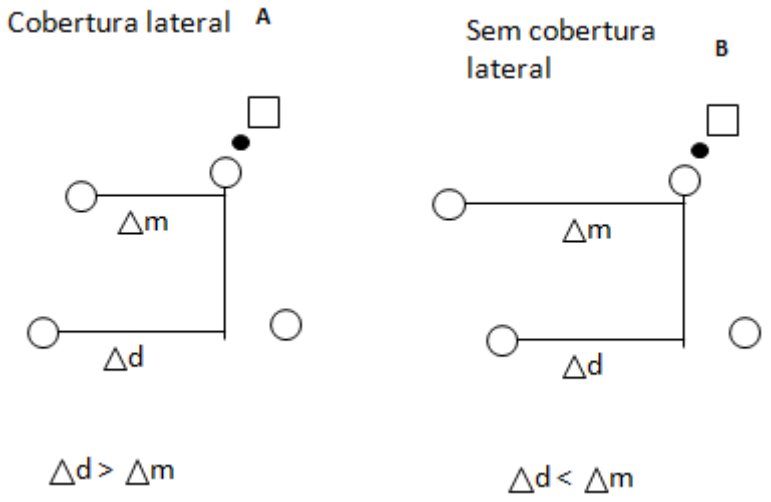


Figura 14a – cobertura lateral utilizando com referência o jogador de apoio ao jogador que está fazendo a cobertura defensiva (distância do jogador do meio (Δm) é menor do que a do jogador de apoio da linha de defesa (Δd)). Figura 14b sem cobertura lateral utilizando com referência o jogador de apoio ao jogador que está fazendo a cobertura defensiva (distância do jogador do meio (Δm) é menor do que a do jogador de apoio da linha de defesa (Δd)).

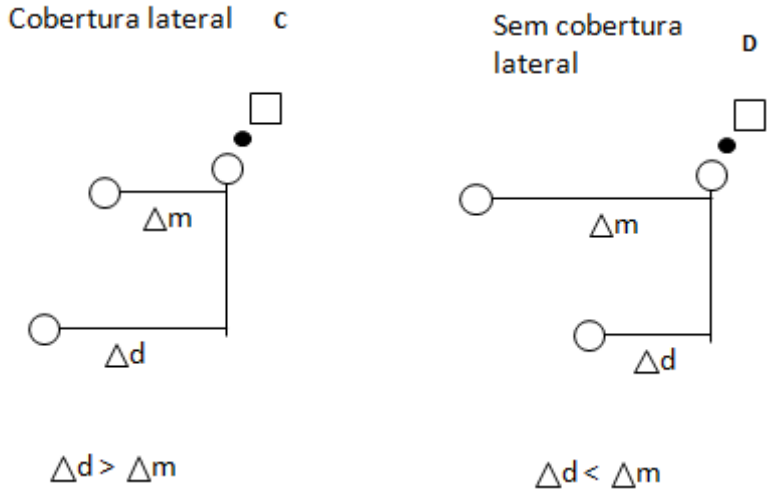


Figura 14c – cobertura lateral utilizando com referência o jogador que está fazendo a cobertura defensiva (distância do jogador do meio (Δm) é maior do que a do jogador de cobertura defensiva (Δd)). Figura 14d sem cobertura lateral utilizando como referência o jogador que está fazendo a cobertura defensiva (distância do jogador do meio (Δm) é maior do que a do jogador de cobertura defensiva (Δd)).

Com os conceitos de cobertura aprofundados as regras de classificação do posicionamento dos jogadores ficam assim:

- Os jogadores de **defesa** são os jogadores de linha que estão na periferia do sistema e que só podem receber cobertura (defensiva ou lateral) dos jogadores também situados na periferia do sistema ou não recebem cobertura de outro jogador.
- Os jogadores de **meio de campo** são os que estão no centro do EOD (recebendo ou não cobertura de um jogador do setor defensivo) ou os que estão na perifeira do EOD com cobertura defensiva de um jogador que pertence ao setor defensivo e também cobertura lateral de um jogador de meio de campo.
- Os jogadores de **ataque** são os que estão na periferia do EOD e não recebem cobertura do setor defensivo, apenas do setor de meio campo.

3.4 Adequação do modelo semântico à forma de descrição dos eventos de Seabra (2010)

Neste capítulo será apresentado o processo de adequação do modelo semântico à linguagem de descrição dos eventos de Seabra (2010) com uma discussão sobre as limitações e virtudes da linguagem de Seabra (2010) para descrição das fases do jogo, principalmente à fase de ataque contra defesa. No final será apresentado um modelo simplificado à linguagem de Seabra (2010).

No modelo proposto deste trabalho a fase de ataque contra defesa é subdividida em: *tirar da zona de pressão*, *prospecção*, *penetração*, *desequilíbrio defensivo* e *finalização*. Cada subfase é caracterizada por um aspecto particular, com utilização de diferentes indicadores de descrição do jogo para identificação das subfases. “Tirar da zona de pressão” utiliza como referência a relação de atacantes e defensores na zona da bola; “penetração” utiliza indicadores da posição do campo de jogo somado à categoria de indicadores da posição relativa em relação ao sistema defensivo adversário; “prospecção” utiliza a soma dos indicadores das subfases tirar da zona de pressão e penetração; “desequilíbrio defensivo” utiliza indicadores de organização do sistema defensivo adversário somado à relação de defensores e atacantes perto da última linha defensiva; “finalização” se baseia nas ações executadas (ações de finalização). A diversidade de indicadores de identificação traz a necessidade de utilização de um modelo com muitas categorias diferentes de descrição do jogo para contemplar a identificação de todas as subfases.

Realizando a comparação entre a linguagem utilizada por Seabra (2010) com o modelo proposto neste trabalho pode-se perceber que a forma de descrição do jogo utilizada por Seabra (2010) não consegue identificar todas as subfases propostas no modelo deste trabalho.

As principais limitações da linguagem de Seabra (2010) estão relacionadas com a falta de indicadores da relação de ataque com a defesa. No modelo de Seabra somente uma categoria fornece indicadores de caracterização do sistema defensivo adversário, EOD. Esta categoria localiza as ações e eventos em relação ao posicionamento do sistema defensivo adversário, que não é suficiente para caracterizar de maneira satisfatória a relação entre o ataque e a defesa. Com isso a identificação das subfases tirar da pressão, prospecção e desequilíbrio defensivo ficam bastante prejudicadas.

Em contra partida, a localização das ações e eventos são muito bem descritas com a utilização de duas categorias de descrição (localização do campo de jogo e EOD). Isso possibilita uma identificação muito aprofundada da subfase de penetração. Além disso, a subfase finalização também consegue ser identificada de maneira satisfatória, pois utiliza como referência apenas a identificação das ações realizadas. A mesma situação acontece para as subfases da fase de disputa.

Estas características da linguagem de descrição utilizadas por Seabra (2010) restringe o modelo simplificado adaptado a utilizar principalmente a subfase de penetração como referência. Assim o modelo adaptado só terá três subfases de referência para a fase de ataque contra defesa: **“sem penetração”, “com penetração” e “finalização”**. E estas serão as referências básicas para criação das classes de segmentos da circulação da bola (classes de dinâmicas). O modelo adaptado está representado na figura 15.

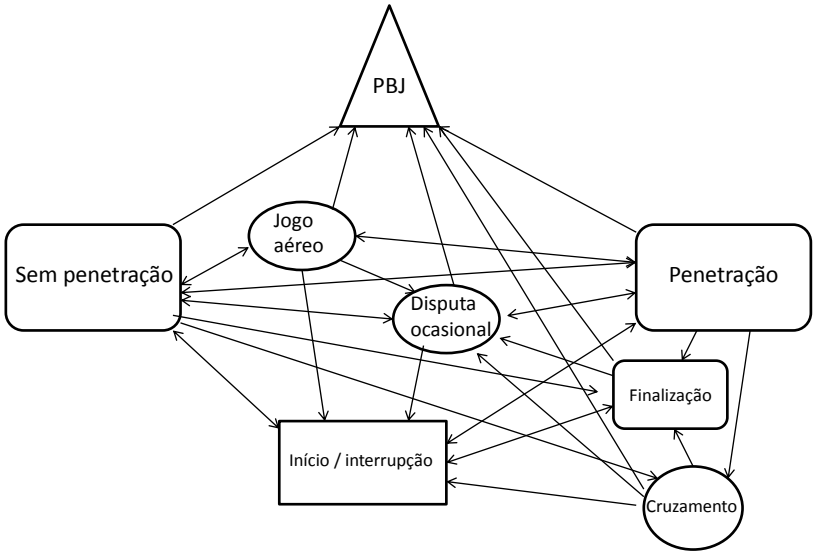


Figura 15 – Modelo dinâmico de fases do jogo de futebol simplificado à descrição dos eventos de Seabra (2010). Retângulos com bordas arredondadas representam as fases do jogo, as formas arredondadas representam as subfases da disputa, o triângulo representa a perda da posse de bola para a outra equipe (Perda da bola no jogo - PBJ) e retângulo ("reto") representa os momentos de reinício e interrupção do jogo. As flechas representam as transições entre as fases e subfases.

3.5 Descrição do processo de criação das classes de dinâmicas de segmentação do jogo

Neste tópico será descrito o processo de criação das classes de dinâmicas de segmentação do jogo que será a ferramenta de análise deste trabalho. O processo será descrito em várias etapas que vão desde o ajuste do modelo de fases adaptado à formalização das classes de segmentação (dinâmicas), formalização das regras de agrupamento (gramáticas) que irão discriminar as classes, elaboração das classes de segmentos, teste das gramáticas, apresentação da árvore hierárquica de segmentos e limitações do modelo.

3.5.1 Ajuste do modelo adaptado à formalização das categorias de segmentação

Os modelos adaptado decompõem as sequências de ações e eventos do jogo em diversas fases e subfases e suas respectivas transições. A formalização dos segmentos de circulação da bola específicos para cada transição entre as subfases do jogo iria gerar segmentos muito curtos que não conseguiriam identificar sequências maiores de transições entre as subfases

perdendo potencial descritivo do jogo. Este problema trouxe a necessidade de criação de classes de segmentos maiores que contemplem mais de uma transição entre as subfases.

A forma encontrada para aproximar a representação de sequências de transições entre as subfases do jogo foi de classificar os segmentos de acordo com o grau de avanço na penetração do sistema defensivo adversário. Com isso, cada segmento pode ser descrito pela subfase da fase de ataque contra defesa atingida com maior vantagem ofensiva alcançada (que não necessariamente será a subfase final do segmento), mas não é capaz de descrever detalhadamente todas as transições entre as subfases.

Vale ressaltar que o modelo adaptado foi aprofundado com detalhamento da subfase "sem penetração". Ela foi decomposta em três partes de acordo com as zonas do EOD junto com a localização do campo de jogo: zona F, zona de confronto com o meio de campo da equipe adversária (Mc, Mp do EOD) no campo defensivo e zona de confronto com o meio de campo da equipe adversária (Mc, Mp do EOD) no campo ofensivo. A subfase de penetração será representada pelas ações que atingem o confronto com a última linha defensiva (ou atrás dela) (Dc, Dp, Ac, Ap do EOD) da equipe adversária (uma forma mais simplificada e mais restrita do que a descrição da Escala de Equilíbrio do Confronto). Essa forma de representação irá permitir descrever de maneira mais aprofundada como ocorre a penetração (transição entre as subfases da subfase "sem penetração" e a subfase "penetração", de modo geral), e esta será uma das referências principais de representação da forma de jogar das equipes.

Foram criadas sete classes principais com base no modelo adaptado. Elas são: **sem penetração que termina sem alcançar o campo ofensivo**, **sem penetração que alcança o campo ofensivo**, segmentos que conseguem **penetração e ou ação ofensiva por jogo elaborado**, segmentos **com ação de jogo aéreo** (**jogo de disputa**), segmentos de **jogo de penetração direta** (com penetração através de um passe vertical**)**, segmentos de **definição** e segmentos com **retorno** (volta da bola para os jogadores que estão fora do espaço de ocupação do sistema defensivo adversário).

- A classe "sem penetração sem alcançar o campo ofensivo" representa os segmentos de circulação da bola realizados que terminam em perda (parcial ou não) da posse da bola e não atingem o campo ofensivo de jogo e nem a última linha defensiva (ou atrás dela) do EOD (Dc, Dp, Ac, Ap).
- A classe "sem penetração com alcance do campo ofensivo" representa os segmentos de circulação da bola que terminam em perda (parcial ou não) da posse da bola e atingem o campo ofensivo sem alcançar a última linha defensiva (ou atrás dela) do EOD (Dc, Dp, Ac, Ap).

- A classe “penetração e ou ação ofensiva por jogo elaborado” representa os segmentos que terminam em perda (parcial ou não) da posse da bola que penetram até a última linha defensiva (ou atrás dela) do EOD (Dc, Dp, Ac, Ap) sem utilizar um passe vertical longo do campo de defesa e com passagem da bola pelas zonas de confronto com o meio de campo da equipe adversária (Mc e Mp do EOD), além dos segmentos que terminam em ação ofensiva (cruzamento, finalização) que não utilizam passe vertical longo do campo de defesa e passam pelas zonas de confronto com o meio de campo da equipe adversária (Mc e Mp do EOD).
- A classe “jogo aéreo” representa os segmentos que terminam com ação de jogo aéreo (colocar a bola em disputa de forma deliberada) independente da forma de circulação da bola.
- A classe “penetração direta” representa os segmentos que realizam a penetração na última linha do sistema defensivo adversário (ou atrás dela) do EOD (Dc, Dp, Ac, Ap) com a utilização de um passe vertical longo do campo de defesa independente do tipo da finalização do segmento (com exceção da ação de jogo aéreo e retorno para zona F). É importante destacar que o conceito de “penetração direta”, que representa esta categoria, tem significado diferente do conceito de ”jogo direto” da literatura, como por exemplo, Castelo (1999). Na literatura jogo direto representa as sequências que vão em direção ao gol adversário sem muita elaboração privilegiando a movimentação da bola no sentido vertical, aqui “penetração direta” representa apenas a forma de penetração por um passe vertical longo (última ação), não todas as ações do segmento.
- A classe “definição” representa os segmentos que começam em uma zona do campo que possibilita a realização de finalização ou cruzamento e que acaba em ação ofensiva (finalização ou cruzamento) sem movimentar a bola para outro setor do campo.
- A classe “retorno” representa os segmentos que culminam com a volta da bola para a zona F do EOD (fora do espaço de ocupação do sistema defensivo adversário) independente do grau de invasão que atinjam e do tipo de circulação da bola. Com a criação desta categoria a volta da bola para zona F é considerada o fim de um segmento e a ação seguinte será considerada o início de um novo segmento dividindo a posse da bola em dois segmentos. Esta forma de classificação considera a zona F como um atrator, organizador central, (sistema dinâmico) de recomeço de jogo.

A divisão dos segmentos nestas sete classes tem a intenção de decompor o jogo de acordo com a forma de circular a bola e do êxito desta circulação: jogo incompleto, jogo aéreo, jogo elaborado, jogo direto, jogo de definição e retorno (algumas dessas classes ainda serão decompostas em classes menores, a apresentação destas subclasses e o seu processo de criação será especificado no tópico criação das classes de agrupamento). Um aspecto interessante a ressaltar que os segmentos de retorno podem ser considerados segmentos de "estudo" (que terminam com reinicio de jogo). Estes segmentos de estudo podem inferir de maneira muito superficial a subfase de prospecção do modelo proposto de fases do jogo de futebol.

Outro item importante de classificação dos segmentos está relacionado à sua zona de início (retomada da posse da bola). Esta classificação foi realizada com intuito de identificar a influência da zona de retomada da bola sobre o desenvolvimento dos segmentos. Foram utilizadas as três subfases intermediárias maiores da subfase sem penetração e a subfase de penetração para formação das classes de início. Assim os segmentos foram classificados em: segmentos que começavam com a retomada da bola **na zona F do EOD** (fora do espaço de ocupação do sistema defensivo adversário), segmentos que começavam na **zona M (Mc ou Mp do EOD) no campo defensivo** (confronto com o setor do meio de campo), segmentos que começavam na **zona M (Mc ou Mp do EOD) no campo ofensivo** e segmentos que começavam **nas zonas D/A,** Dc, Dp, Ac, Ap do EOD, no confronto com a defesa ou nas costas da defesa. Vale ressaltar que não ocorreu diferenciação entre as formas de recuperação da posse da bola (bola parada, recuperação e bola em jogo) e esta simplificação pode ser vista como uma importante limitação do estudo deste sistema de classificação.

Além do início dos segmentos, o término também foi categorizado. A diferença que as categorias de término dos segmentos não formarão novas classes de análise, pois já são utilizadas como critério diferenciador das classes principais. São quatro tipos de términos:

- **Bola perdida (BP)**: términos que resultam em perda da posse de bola nas situações de bola parada ou bola em jogo.
- **Bola ganha (BG)**: términos que resultam em ganho da posse por bola parada ou recuperação de disputa durante o jogo sem que a equipe adversária consiga ter o controle da bola (por exemplo, recuperação de um desarme incompleto da equipe adversária).
- **Ação ofensiva (AOF)**: términos que resultam em cruzamento ou finalização.
- **Retorno (RET)**: términos que resultam com a volta da bola para a zona F do EOD.

Na detecção do término dos segmentos é importante destacar que as disputas ocasionais são utilizadas para determinar o término dos segmentos, mas não o tipo. Esta determinação vai ser dependente do acontece depois da disputa (término por bola parada ou retomada da posse de bola por uma das equipes).

3.5.2 Formalização das categorias de agrupamento (gramáticas)

Neste tópico do trabalho será descrito o processo de criação das regras de agrupamento (gramáticas) de classificação dos segmentos. Este processo, baseado na técnica matemática denominada "inferência gramatical", que permite elaborar regras computacionais para identificação de um padrão.

As regras de agrupamento serão especificadas com base na codificação do jogo de futebol proposta por Seabra (2010). A codificação do jogo cria uma sequência temporal de eventos identificados com base nos critérios: equipe que realiza a ação, a ação realizada ou evento decorrido, o EOD e a zona do campo de jogo. Esta forma de representação do jogo está exposta na tabela 1: Com estes dados são criados regras de abrangência e transições para detecção do segmento.

Tabela 1 – Trecho codificado de um jogo de futebol ao modelo de descrição dos eventos de Seabra (2010).

1	00:12:46:05	Home	tiro_saida	F	8	
2	00:13:03:00	Home	passe	F	8	
3	00:13:03:11	Home	passe_primeira	F	8	
4	00:13:04:13	Home	passe_primeira	F	8	
5	00:13:05:22	Home	passe_primeira	F	5	
6	00:13:07:19	Home	passe_primeira	F	4	
7	00:13:09:11	Home	passe_primeira	F	2	
8	00:13:11:07	Away	lateral	Mp	18	
9	00:13:21:00	Away	arremesso_lateral	Mp	18	
10	00:13:22:12	Away	passe_primeira	Ap	18	
11	00:13:25:00	Home	chute_defensivo	Mc	4	
12	00:13:28:24	Away	interceptacao	F	9	
13	00:13:29:22	Away	passe_primeira	F	9	
14	00:13:30:24	Away	recepcao	Mp	12	
15	00:13:31:16	Away	passe	Mp	12	
16	00:13:33:04	Away	passe_primeira	Mc	12	
17	00:13:34:23	Away	recepcao	F	5	
18	00:13:37:11	Away	passe	F	5	
19	00:13:38:07	Away	passe_primeira	Mc	11	
20	00:13:39:02	Away	passe_primeira	Mc	8	
21	00:13:40:07	Away	recepcao	Mp	10	
22	00:13:43:06	Away	passe	Mp	13	
23	00:13:44:03	Away	recepcao	Mc	13	
24	00:13:45:09	Away	individual	Mc	13	
25	00:13:46:21	Home	falta	Mc	6	
26	00:13:52:05	Away	tiro_livre	Mc	13	
27	00:14:27:19	Away	chute	Mc	13	
28	00:14:29:05	Home	defesa_rebote	F	2	
29	00:14:30:02	Away	recuperacao	Dc	17	
30	00:14:30:18	Away	chute	Dc	17	
31	00:14:30:24	Home	bloqueio	F	2	
32	00:14:34:11	Away	escanteio	Dp	16	
33	00:14:47:15	Away	cobranca_escanteio	Dp	16	
34	00:14:58:13	Home	cabeceio_defensivo	F	2	

Para criação das regras foi utilizado um software denominado “Máquina de estados” (desenvolvido pelo professor Clever Ricardo Guareis de Farias especialmente para o trabalho de Seabra (2010)). A linguagem do software é a mesma do modelo de Seabra (2010), com todas as categorias e elementos, mais os elementos gerais que representam mais de um elemento ao mesmo tempo (por exemplo o componente “*any*” representa as duas equipes ao mesmo tempo, tanto o time da casa (*home*) como o visitante (*away*).

O software foi desenhado com o intuito de decompor os segmentos em sequência de estados (equivalente aos eventos) e classificar estes estados como iniciais, intermediários e finais. Dentro de cada estado (ou evento) é necessário descrever os elementos que os representarão nas quatro categorias de classificação. Dentro de cada categoria é possível permitir um número ilimitado de elementos, podendo ser restrito a apenas um ou abranger a todos (por exemplo, você pode restringir a categoria do EOD a apenas F, a F mais Mc e Mp ou todas as zonas do EOD).

Depois de descrever os estados é necessário nomeá-los (para poderem ser identificados) e determinar qual é o estado inicial e quais são os estados finais (os estados intermediários não precisam ser determinados). Além disso, é necessário programar quais transições são permitidas entre os estados (inclusive se é permitido repetição de estados dentro da sequência, ou seja, transição para o mesmo estado). O quadro 2 apresenta um exemplo de uma regra de agrupamento.

```
// estados autômato: q0 inicial

q0 q1 q2

// estado final

q2

// características estados
q0 := home; desarme, interceptacao, recuperacao, any_start; mc; 2, 5, 8
q1 := home; passe, passe_primeira, recepcao, individual, passe_profundidade; mc; 2, 5, 8
q2 := home; recepcao, passe_primeira, individual, passe, passe_profundidade, jogo_aereo; f; 1:18

// transições estados

q0 q1
q0 q2
q1 q1
q1 q2
```

Quadro 2 – Exemplo de regra de agrupamento (gramática). q0, q1 e q2 são os estados da “*gramática*”.

Com os estados de abrangência descritos e nomeados e suas respectivas transições definidas, o software identifica automaticamente os segmentos, exemplo tabela 2. Na medida

em que os segmentos são encontrados ele indica o número do evento do estado inicial e final de composição do segmento.

Tabela 2 – Exemplo de captura de classe elementar de segmento pelo software “Máquina de estados”.

1900	01:44:10:12	Home	passe	Mc	7		
1901	01:44:13:03	Away	lateral	Mp	9		
1902	01:44:16:08	Away	arremesso_lateral	Mp	9		
1903	01:44:17:06	Away	recepcao	F	6		
1904	01:44:18:06	Away	passe	F	6		
1905	01:44:20:05	Away	recepcao	F	2		
1906	01:44:22:07	Away	jogo_aereo	F	2		
1907	01:44:25:15	Home	cabeceio_defensivo		F	5	
1908	01:44:28:03	Home	cabeceio_defensivo		Mc	8	
1909	01:44:30:04	Home	recuperacao	Mc	8		
1910	01:44:31:09	Home	individual	Mc	8		
1911	01:44:33:20	Home	passe	Mc	8		
1912	01:44:34:07	Home	recepcao	Mc	8		
1913	01:44:36:01	Home	passe	Mc	8		
1914	01:44:36:19	Home	recepcao	F	5		
1915	01:44:38:08	Home	passe	Mc	8		
1916	01:44:39:01	Home	recepcao	Mc	7		
1917	01:44:40:11	Home	passe	Mc	10		
1918	01:44:41:03	Home	recepcao	Mp	10		
1919	01:44:42:02	Home	passe	Mp	10		
1920	01:44:42:14	Home	passe_primeira	Mc	10		

Os eventos grifados em cinza pertencem à gramática do quadro 2.

É importante ressaltar que não é necessário que todas as possibilidades de agrupamento tenham sentido com o que acontece no jogo, isto acontece principalmente no campo de ações e eventos. Por exemplo, dentro de um estado em que são permitidas as ações de cobrança de tiro de meta e passe (e a transição permite repetição de estados dentro da sequência) é possível ter a permissão de transição entre uma ação de passe para cobrança de tiro de meta (que é impossível de acontecer no jogo). Apesar de não fazer sentido com o jogo esta possibilidade não invalida a regra de agrupamento e esta possibilidade não será detectada, pois o jogo processado não terá esta sequência.

Como último comentário é necessário mencionar que o software possui uma grande virtude e uma grande limitação. Como virtude ele está programado a rejeitar qualquer regra de agrupamento que apresente um mínimo erro de representação (erro de digitação, como um espaço duplo entre duas palavras). Isto não permite que a detecção de uma regra de agrupamento seja prejudica por um erro de sintaxe. E como limitação o software não permite a nomeação de mais de um estado inicial. Assim estados que apresentam inícios diferentes com transições diferentes e mesmo desenvolvimento e conclusão (que serão classificados dentro de uma mesma classe) terão que ter regras de agrupamento distintas entre eles.

3.5.3 Criação das categorias de agrupamento (gramáticas)

Neste tópico do trabalho será descrito o processo de criação das categorias de agrupamento (gramáticas). Neste processo serão apresentados os critérios utilizados para elaboração das regras de agrupamento e a estruturação das classes principais de análise em classes menores para possibilitar a formalização destas regras.

3.5.3.1 Formalização das regras de agrupamento

As regras de agrupamento foram formalizadas utilizando como referência o modelo de Seabra (2010) e a formalização do software. O modelo de Seabra (2010) utiliza quatro categorias para descrever os eventos do jogo: equipe que realiza a ação (ou ganha o evento), ação realizada ou evento decorrido, EOD e a localização no campo de jogo (estas categorias estão detalhadas na apresentação do modelo de Seabra (2010).

A categoria “equipe que realiza a ação (ou ganha o evento)” classifica as equipes em da casa ou visitante. Com esta classificação as regras de abrangência podem possuir variações para esta categoria: equipe da casa, equipe visitante ou ambas as equipes (utilizado nas ações de disputa).

A categoria “localização do campo de jogo” classifica as ações (ou eventos) em dezoito zonas do campo. No processo de formalização das regras de agrupamento será realizada uma simplificação destas zonas do campo. Primeiro a localização espacial das ações não será critério discriminador na zona F do EOD (não será dividida pelas zonas do campo de jogo). Nas zonas Dc, Dp, Ac e Ap só será discriminado os eventos que se iniciem com bola parada (a falta de discriminação da localização do campo de jogo nas zonas ofensivas do EOD é um fator limitante deste sistema de classificação). Nas zonas Mc e Mp do EOD a localização das zonas do campo será dividida entre os três corredores laterais e campo ofensivo e defensivo. Assim as zonas 1, 4 e 7 formarão o campo defensivo pelo lado esquerdo, zonas 2, 5 e 8 campo defensivo pelo centro, zonas 3, 6, 9 campo defensivo pela direita, zonas 10, 13 e 16 campo ofensivo pelo lado esquerdo, 11, 14, 17 campo ofensivo pelo meio e 12, 15 e 18 campo ofensivo pela direita.

Além destas situações, ocorrerá distinção no campo ofensivo das zonas que representam o terço ofensivo do campo (13, 14, 15, 16, 17 e 18) com as zonas que representam o terço medial (10, 11 e 12) para discriminação das sequências de penetração direta (este critério será

explicado posteriormente no trabalho). E também ocorrerá restrição das zonas de atuação da ação de cruzamento, que só será permitida nas zonas 13, 15, 16 e 18.

3.5.3.1.1 Formalização da decomposição dos segmentos

A formalização das regras decompôs os segmentos em três partes: início, desenvolvimento (radical) e fim. Todos os segmentos apresentam início, radical e fim discriminados.

3.5.3.1.1.1 Formalização do início

A formalização do início teve como referência a zona de retomada da posse da bola (mesma referência das categorias de início do modelo) e as ações que permitem a retomada da posse de bola (bola em jogo, no caso da zona F, bola parada e recuperação). Desta forma a formalização do estado inicial que representa o início dos segmentos foi elaborada da seguinte maneira:

"Equipe (da casa, ou visitante), ação ou evento (todas as formas de início, todas as formas de recuperação da bola), zona do EOD (vai variar de acordo com a zona de retomada) zona absoluta (idem a zona do EOD)."

As formas de início são representadas pelas ações de: *arremesso lateral, bola ao chão, cobrança de escanteio, cobrança de pênalti, cobrança de tiro de meta, tiro livre, tiro livre indireto e tiro de saída.* Estas ações podem ser representadas dentro do software como "*any_start*".

Já as formas de recuperação são representadas pelas ações de *desarme, interceptação e recuperação.* Estas ações podem ser representadas dentro do software por "*any_recovery*".

É importante destacar que nos casos em que a recuperação é realizada na zona F existe também a possibilidade do segmento começar através de um recuo para a zona F (início através de bola em jogo), O início por bola em jogo é representado pelas ações de: *passe, passe de primeira, recepção e individual (a ação de passe em profundidade representa um item discriminante nos segmentos que comecem na zona F e só vai ser usada para discriminar poucas classes de segmentos).*

Para exemplificar esta formalização será apresentada uma descrição de cada classe de início.

Zona F:

“Equipe (da casa ou visitante); *any_start, any_recovery*, passe, passe de primeira, recepção e individual; F; 1:18” (“1:18” representa a aceitação de todas as zonas do campo).

Zona M campo defensivo:

“Equipe (da casa ou visitante); *any_start, any_recovery*; Mc, Mp; 1:9” (“1:9” representa todas as zonas do campo defensivo).

Zona M campo ofensivo:

“Equipe (da casa ou visitante); *any_start, any_recovery*; Mc, Mp; 10:18” (“10:18” representa todas as zonas do campo ofensivo).

Zona D/A:

“Equipe (da casa ou visitante); *any_start, any_recovery*; Dc, Dp, Ac, Ap; 1:18”.

É importante ressaltar que a formalização de algumas regras pode ser mais específica com determinação mais detalhada das zonas do EOD e localização dos eventos no campo de jogo. Além disso, em alguns casos específicos (por exemplo, nas situações em que não acontece movimentação da bola na zona F) a forma de retomada da posse da bola será discriminada, sendo decomposta entre bola jogo, bola parada e recuperação (isto acontece pela necessidade de discriminar o tipo de início para formalizar as gramáticas).

Depois da definição do estado inicial é necessário realizar a transição do estado inicial com o radical da classe de segmento. Em alguns casos vai ser necessário construir estados pré-radicais com o intuito de adequar a sequência dos eventos com a formatação da classe dos segmentos para capturar segmentos que tenham o mesmo início e o mesmo radical apesar de ter eventos entre o início e o radical que não façam parte dos dois. Este caso particular será explicado através de um exemplo prático representado nos quadros 3a e 3b.

Os quadros 3a e 3b trazem a programação de duas classes de agrupamento semelhantes. A principal diferença entre elas é a localização das ações de início e a presença ou não de um estado pré-radical (que está destacado na figura). A criação do estado pré-radical é necessária para discriminar duas situações distintas que possuem a mesma forma de descrição. Geralmente o estado pré-radical tem a descrição exata de um estado que pertence ao radical. A única diferença entre eles são as transições entre os estados como pode ser observado nos quadros 3a e 3b. Se o estado pré-radical não fosse incluindo a regra de agrupamento seria muito abrangente permitindo sequências que não passariam pelo primeiro estado deste radical.

```
// estados autômato: q0 inicial

q0 q1 q2 q3 q4 q5

// estado final
q5

// características estados
q0 := home; desarme, interceptacao, recuperacao, any_start; mc, mp; 3, 6, 9
q1 := home; passe, passe_primeira, recepcao, individual; mc, mp; 2, 5, 8, 11, 14, 17
q2 := home; passe, passe_primeira, recepcao, individual; mc, mp; 3, 6, 9, 12, 15, 18
q3 := home; passe, passe_primeira, recepcao, individual, passe_profundidade; mc, mp; 1, 4, 7, 10, 13, 16
q4 := home; passe, passe_primeira, recepcao, individual, passe_profundidade; mc, mp; 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11,
12, 14, 15, 17, 18
q5 := home; recepcao, passe_primeira, individual, passe, passe_profundidade, jogo_aereo; f; 1:18

// transições estados

q0 q1
q0 q2
q1 q1
q1 q2
q1 q3
q2 q1
q2 q2
q3 q3
q3 q4
q3 q5
q4 q4
q4 q5
```

Quadro 3a – Exemplo de regra de agrupamento (gramática) sem utilização de pré-radical.

```
// estados autômato: q0 inicial
q0 q1 q2 q3 q5 q4 q6

// estado final
q6

// características estados
q0 := home; desarme, interceptacao, recuperacao, any_start; mc, mp; 2, 5, 8
q1 := home; passe, passe_primeira, recepcao, individual; mc, mp; 2, 5, 8, 11, 14, 17
q2 := home; passe, passe_primeira, recepcao, individual; mc, mp; 3, 6, 9, 12, 15, 18
q3 := home; passe, passe_primeira, recepcao, individual; mc, mp; 2, 5, 8, 11, 14, 17
q4 := home; passe, passe_primeira, recepcao, individual, passe_profundidade; mc, mp; 1, 4, 7, 10, 13, 16
q5 := home; passe, passe_primeira, recepcao, individual, passe_profundidade; mc, mp; 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11,
12, 14, 15, 17, 18
q6 := home; recepcao, passe_primeira, individual, passe, passe_profundidade, jogo_aereo; f; 1:18

// transições estados

q0 q1
q0 q2
q1 q1
q1 q2
q2 q2
q2 q3
q3 q2
q3 q3
q3 q4
q4 q4
q4 q5
q4 q6
q5 q4
q5 q5
q5 q6
```

Quadro 3b – Exemplo de regra de agrupamento (gramática) com a utilização de pré-radical. O estado pré-radical está destacado em cinza.

3.5.3.1.1.2 Formalização do radical

O radical formaliza a parte principal da regra de agrupamento. Ele é formado pelo conjunto de sequências de estados que representam o mesmo valor semântico nas classes elementares de segmentos (por exemplo, todas as sequências que passam do corredor direito para o corredor central), são estas sequências que vão ser a principal referência de adequação da classe elementar às classes maiores. Todo radical precisa ter delimitado os seus estados de início e fim, sendo que tanto no início, como no fim, pode existir a presença de mais de um estado. Com a delimitação dos estados iniciais e finais poderão ser construídos diversos "caminhos" de transição entre eles com possibilidade de utilização de estados que pertençam a apenas um dos caminhos. Nas ocasiões que o radical é mais simples é possível conter apenas um estado de agrupamento, que vai representar o estado de início e fim ao mesmo tempo. Os estados finais é que vão fazer transição com a parte final das regras de agrupamento.

Todos os estados do radical representam eventos de posse da bola, isto faz a maioria dos estados de todas as classes de radicais terem as mesmas ações discriminadas dentro deles (passe, passe de primeira, passe em profundidade, recepção e individual e jogo aéreo e cruzamento e finalização para situações mais específicas). Assim a categorização dos radicais será principalmente classificada pela forma de movimentação da bola dentro das zonas do EOD e das zonas do campo de jogo. A descrição dos radicais será mais bem detalhada na parte de estruturação das categorias principais.

3.5.3.1.1.3 Formalização do final

A formalização da parte final dos segmentos teve referência com o resultado do segmento. Foram definidos sete tipos de finais:

- Cruzamento (CRU): segmentos que terminam em cruzamento sem a ocorrência de finalização.
- Finalização (FIN): segmentos que terminam em finalização.
- Ganho da posse de bola através de bola parada (GBP): segmentos que terminam com a retomada da posse de bola através de bola parada (escanteio, lateral, falta...) com ou sem a presença de estados de disputa ocasional.

- Perda da bola em jogo (PBJ): segmentos que terminam com a perda da bola por recuperação direta do adversário (recuperação, interceptação ou desarme) com ou sem a presença de estados de disputa ocasional.
- Perda da bola em jogo incompleta (PBJin): segmentos que passam pela fase de disputa ocasional e terminam com a recuperação da bola novamente pela mesma equipe. Nos casos de jogo aéreo esta retomada recebe o nome de **Ganho de bola em jogo (GBJ)**.
- Perda da bola através de bola parada (PBP): segmentos que terminam com a perda da posse de bola através de bola parada (escanteio, lateral, falta...) com ou sem a presença de estados de disputa ocasional.
- Retorno (RET): segmentos que terminam com o recuo da bola para a zona F.

Antes de descrever o detalhamento dos estados finais é necessário realizar a transição dos estados finais do radical com a parte final das regras de agrupamento. Da mesma forma que a transição da parte inicial com o radical, a parte final também poderá ter a necessidade de construção de estados complementares (pós-radicais). Estes estados de agrupamento delimitam o alcance da transição dos estados até chegar aos estados da parte final. A formalização deles respeita duas regras, uma denominada de "regra da volta" e a outra denominada de "regra da primeira penetração".

A "regra da volta" permite a circulação da bola dentro da zona de todos os estados do radical, exceto zona F, antes da transição dos estados do radical com a parte final, já que a principal diferença entre a maioria dos estados do radical é em relação à zona do EOD e zona do campo de jogo. Apesar de impossibilitar a descrição mais detalhada da zona final de transição com a parte final e a identificação de classes de segmentos realizadas após o radical, ela permite simplificar o agrupamento dos segmentos (senão seria necessário elaborar uma regra de agrupamento distinta para cada zona diferente de transição entre o radical a parte final).

A "regra da primeira penetração" permite livre transição entre as fases de penetração e sem penetração depois da primeira penetração. Com isso todos os eventos que circulam entre as zonas Mc, Mp, Dc, Dp, Ac e Ap do EOD são considerados similares não importando o número de eventos subsequentes simplificando a descrição dos estados pós-radicais.

Com a definição da descrição dos estados pós-radicais é necessário realizar a descrição dos estados da parte final. Esta parte final será representada por uma sequência de estados. Os que estiverem em negrito serão os estados finais. Algumas descrições vão ter mais de um estado. Todos (com exceção dos finais) fazem transição com os estados seguintes e somente o

de entrada na fase de disputa ocasional (desarme incompleto e interceptação incompleta) não faz transição com ele mesmo. Para chegar ao estado final não é necessário passar pelos estados anteriores.

A - Cruzamento:

"Equipe (da posse de bola); cruzamento; (EOD) a determinar; localização a determinar".

B - Finalização:

"Equipe (da posse de bola); *any_shot*; (EOD) a determinar; localização a determinar".

Any_shot: representa às ações de chute, cabeceio e contra.

C - Ganho através de bola parada:

1- "Equipe (oposta à da posse de bola); desarme incompleto e interceptação incompleta; (EOD) todos; (localização) todas".

2- "Equipe (as duas); cabeceio defensivo, chute defensivo, disputa alto, disputa baixo; (EOD) todos; (localização) todas".

3- "Equipe (a da posse de bola); lateral, tiro de meta, escanteio; (EOD) todos; (localização) todas".

4- "Equipe (oposta à da posse de bola); falta, pênalti; (EOD) todos; (localização) todas".

Os estados finais do radical (mais os do pós-radical) farão transições com os estados 1, 2 e 4.

D - Perda bola em jogo:

1- "Equipe (oposta à da posse de bola); desarme incompleto e interceptação incompleta; (EOD) todos; (localização) todas".

2- "Equipe (as duas); cabeceio defensivo, chute defensivo, disputa alto, disputa baixo; (EOD) todos; (localização) todas".

3- "Equipe (oposta à da posse de bola); *any_recovery*; (EOD) todos; (localização) todas".

Os estados finais do radical (mais os do pós-radical) farão transições com todos os estados.

E - Perda bola em jogo incompleta ou ganho da bola em jogo (no caso do jogo aéreo):

1- “Equipe (oposta à da posse de bola); desarme incompleto e interceptação incompleta; (EOD) todos; (localização) todas”.
2- “Equipe (as duas); cabeceio defensivo, chute defensivo, disputa alto, disputa baixo; (EOD) todos; (localização) todas”.
3- “Equipe (da posse de bola); *any_recovery*; (EOD) todos; (localização) todas”.
Os estados finais do radical (mais os do pós-radical) farão transições com todos os estados.

F - Perda através de bola parada:

1- “Equipe (oposta à da posse de bola); desarme incompleto e interceptação incompleta; (EOD) todos; (localização) todas”.
2- “Equipe (as duas); cabeceio defensivo, chute defensivo, disputa alto, disputa baixo; (EOD) todos; (localização) todas”.
3- “Equipe (oposta a da posse de bola); lateral, tiro de meta, escanteio; (EOD) todos; (localização) todas”.
4- “Equipe (da posse de bola); falta, pênalti, impedimento, recuo; (EOD) todos; (localização) todas”.
Os estados finais do radical (mais os do pós-radical) farão transições com todos os estados.

G - Retorno:

“Equipe (da posse de bola); recepção, passe, passe de primeira, passe em profundidade, jogo aéreo; (EOD) F; 1:18 (todas)”.

Em síntese a formalização das regras de agrupamento pode ser decomposta em até cinco partes: parte de início, parte pré-radical (quando necessário), radical, pós-radical (quando necessário) e parte final.

Vale destacar que a delimitação do “caminho” do segmento será composta pelo estado inicial mais os estados radicais e pós-radicais. Os estados de término do segmento não serão válidos para discriminação da zona de término da posse da bola, com exceção dos estados de cruzamento, finalização e retorno. Além disso, existe um caso especial, às finalizações precedidas de cruzamento não serão utilizadas como referência para o término dos segmentos. Neste caso, o término fica sendo o estado de cruzamento.

3.5.4 Estruturação das classes principais

O processo de criação das classes originou um número muito grande de subclasses. Para facilitar a compreensão da estruturalização, as classes foram divididas em três grupos: classes principais, classes intermediárias e classes elementares. As classes principais já foram descritas na metodologia, são as sete mais abrangentes. As classes intermediárias representam todas as subclasses entre as classes principais e as classes elementares. As classes elementares compõe o grupo das menores classes (mais detalhadas) que serão capturadas pelas gramáticas.

A estruturação das categorias principais decompôs as sete classes criadas em subclasses menores com vários níveis de estruturação até chegar às classes elementares, que são identificadas por uma regra específica (gramática). Algumas das classes intermediárias servirão de objeto de análise na parte de aplicação do trabalho. A seguir será apresentado o processo de decomposição das classes principais.

3.5.4.1 Classe sem penetração sem alcançar o campo ofensivo

Esta classe vai abranger os segmentos que se iniciaram no campo defensivo e que não alcançaram o campo ofensivo. Estas situações podem ser divididas em três ocasiões: *sem movimentação da bola*, apenas com *progressão* e com *mobilidade*.

As sequências que não tem movimentação da bola são àquelas em que não ocorre transição entre setores. Ou seja, o segmento se inicia em uma zona e termina na mesma. Isso acontece na situação de iniciar a posse de bola na zona F do EOD e terminar na mesma zona e nas situações de iniciar a posse da bola em algum setor das zonas Mc e Mp do EOD no campo defensivo e terminar no mesmo setor, sem transição entre corredores laterais. As sequências sem movimentação nos setores Mc e Mp do EOD podem ser divididas de acordo com os setores: *central, direito e esquerdo*.

As sequências que são classificadas como progressão são àquelas que se iniciam na zona F do EOD e terminam na zona Mc ou Mp do EOD no campo defensivo sem ter transições entre corredores. Estas sequências podem ser classificadas em progressão *central*, progressão pela *direita* ou pela *esquerda*, de acordo com o corredor percorrido.

As sequências que são classificadas em mobilidade são àquelas que ocorrem transição entre os corredores das zonas Mc e Mp do EOD no campo defensivo. Estas sequências podem ser classificadas em mobilidade *centro-direita*, mobilidade *centro-esquerda*, mobilidade *direita-centro* e mobilidade *esquerda-centro*. É importante ressaltar que as sequências que

passam pelos dois corredores laterais não foram classificadas como sequências “sem penetração sem alcançar o campo ofensivo”, mas sim como “sem penetração com alcance do campo ofensivo”. Isto foi feito pela razão de que as regras de agrupamento das categorias de lateralidade não fazem discriminação entre os setores de meio de campo ofensivo e defensivo e a ocorrência das sequências de lateralidade sem alcance do campo ofensivo é muito pequena.

3.5.4.2 Classe sem penetração com alcance do campo ofensivo

Esta classe vai abranger as sequências que terminam no setor de meio de campo ofensivo sem atingir a última linha defensiva (ou atrás) e que resultem em perda da posse da bola (PBJ, PBP) ou bola ganha (GBP, PBJin). Estas situações são decompostas também em *sem movimentação, progressão e mobilidade*.

As sequências que não tem movimentação da bola são àquelas em que não ocorre transição entre setores de Mc ou Mp do EOD no campo ofensivo. Isso acontece na situação de iniciar a posse da bola em algum setor das zonas Mc e Mp do EOD no campo ofensivo e terminar no mesmo setor, sem transição entre corredores laterais. As sequências sem movimentação nos setores Mc e Mp do EOD podem ser divididas de acordo com os setores: *central, direito e esquerdo*.

As sequências que são classificadas como progressão são àquelas que se iniciam nas zonas F ou Mc e Mp do EOD no campo defensivo e passam pelas zonas Mc ou Mp do EOD no campo ofensivo sem ter transições entre corredores (tanto no campo defensivo, como no ofensivo) independente de onde terminam. Estas sequências podem ser classificadas em progressão *central*, progressão pela *direita* ou pela *esquerda*, de acordo com o corredor percorrido. Também entra nesta classificação as sequências que se iniciam nas zonas Mc e Mp do EOD no campo ofensivo e passam pelo campo defensivo (independente de onde termina a sequência) sem ter transição entre os corredores laterais. Elas também serão decompostas em retorno *central*, *direito* e *esquerdo*.

As sequências que são classificadas em mobilidade são àquelas que ocorrem transição entre os corredores das zonas Mc e Mp do EOD e passam pelo campo ofensivo (independente de onde terminam). Elas podem ter início nas zonas F, Mc e Mp do EOD no campo defensivo e Mc e Mp no EOD no campo ofensivo. Estas sequências podem ser classificadas em mobilidade *centro-direita*, mobilidade *centro-esquerda*, mobilidade *direita-centro* e mobilidade *esquerda-centro*. Além delas, também vão existir classes intermediárias de

lateralidade. Estas classes representam as sequências que atingem os dois corredores laterais nas zonas Mc e Mp do EOD independente da zona do campo defensivo ou ofensivo. Elas podem ser classificadas em *inversão* (troca de corredores sem passar pelo corredor central e *passes* (com passagem pelo corredor central), além disso, elas podem ser classificadas em *direita-esquerda e esquerda-direita*.

3.5.4.3 Classe Jogo aéreo (jogo disputa):

Esta classe vai abranger as sequências que resultem em ação de jogo aéreo independente da zona do EOD de ação e de início, mais as sequências que terminam em passe em profundidade incompleto com início na zona F.

As sequências que terminam em jogo aéreo podem começar em qualquer zona do campo e EOD, esta categoria não tem necessidade de ser decomposta. Mas para facilitar a formalização das regras de agrupamento, as sequências que se iniciam na zona F foram divididas em duas: jogo direto em F do EOD com ação de jogo aéreo em F do EOD e jogo direto que começa na zona F do EOD e a ação acontece nas zonas Mc ou Mp do EOD.

As sequências de passe em profundidade incompleto a partir da zona F do EOD foram incluídas pela razão que esta situação é muito utilizada como jogo de disputa com intuito de tirar a bola do campo defensivo.

3.5.4.4 Classe penetração direta (jogo direto)

Esta classe vai abranger todas as sequências que atingem a última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária através de um passe longo do campo de defesa (zonas F, Mc ou Mp do EOD) para o setor ofensivo. Ela é decomposta em *defesa-ataque* (F-DA), *meio campo defensivo-ataque* (F-Md-DA) e *passe em profundidade longo*.

As sequências de defesa-ataque abrangem os segmentos que atingem a última linha defensiva da equipe adversária através de um passe (que não seja passe em profundidade) da zona F do EOD (F-D) independente do resultado do segmento e da sua zona de término. Esta classe intermediária não tem subdivisão.

As sequências de meio de campo defensivo-ataque vão abranger os segmentos que atingem a última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária no terço ofensivo do campo (zonas 13 a 18) através de uma passe realizado em Mc ou Mp do EOD no campo defensivo

(zonas 1 a 9) independente do resultado do segmento e sua zona de término. Esta classe intermediária também não tem subdivisão.

As sequências de passe em profundidade longo abrangem os segmentos que atingem a última linha defensiva (ou atrás) através de um passe em profundidade executado na zona F do EOD independente do resultado do segmento e sua zona de término. Esta classe intermediária também não tem subdivisão.

3.5.4.5 Classe penetração e ou ação ofensiva por jogo elaborado

Esta classe vai abranger as sequências que atingem a última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária que passem pelas zonas Mc e Mp do EOD (com exceção das situações que são classificadas como "penetração direta"), as sequências que terminam em ação ofensiva (cruzamento ou finalização) sem atingir a última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária que possuam transição entre setores e as sequências que se iniciam já no confronto com a última linha defensiva (ou atrás) que não realizem transição entre setores e resultam em bola ganha ou bola perdida. Esta é a classe mais estruturada como muitas ramificações. As classes intermediárias maiores servirão de objeto de análise na parte experimental. Ela é decomposta em *ação ofensiva no confronto com o meio de campo, penetração com lateralidade, penetração lateral pelo corredor, penetração lateral pelo centro, penetração central, penetração com movimentação central para periferia, penetração com movimentação da periferia para o centro* e *retorno para o meio do ataque*. Ao todo são oito classes intermediárias.

As sequências classificadas *como ação ofensiva no confronto com o meio de campo* são àquelas que não atingem o confronto com a última linha defensiva (ou atrás), possuem transições entre setores e resultem em ação de finalização (cruzamento ou finalização). Esta classe intermediária pode ser decomposta em progressão ou mobilidade. As sequências classificadas em progressão são àquelas que não apresentam transição entre corredores. Elas podem ser subdivididas em progressão central, progressão do lado direito e progressão do lado esquerdo. As sequências classificadas em mobilidade são àquelas que apresentam transições entre corredores. Elas podem ser classificadas em movimentação centro-direita, centro-esquerda, direita-centro e esquerda-centro para os segmentos que não atingem os dois corredores laterais e lateralidade para os segmentos que atingem os dois corredores laterais, sendo que estes podem ser subdivididos em inversão e passes e direita-esquerda e esquerda-direita.

As sequências classificadas como *penetração com lateralidade* são àquelas que atingem a última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária com mudança do lado de ataque (passando pelos dois corredores laterais). Esta mudança pode acontecer antes da penetração ou no primeiro evento que atinge a última linha defensiva (ataque pelo lado oposto). As duas classes intermediárias (lateralidade pelo meio e ataque pelo lado oposto) podem ser subdivididas em inversão (com transição direta entre os dois corredores laterais sem passar pelo corredor central) e passes (com passagem pelo corredor central) e direita-esquerda e esquerda-direita.

As sequências classificadas *como penetração lateral pelo corredor* são àquelas que atingem a última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária pela periferia do EOD (Mp, Dp, Ap) sem passar pelo centro do EOD (Mc, Dc, Ac). Elas podem ser iniciadas nas Zonas F ou Mp do EOD e podem ser subdivididas em corredor direito e corredor esquerdo.

As sequências classificadas como *penetração lateral pelo centro* são àquelas que atingem a última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária por eventos realizados nos corredores laterais de campo de jogo e que não possuem transição entre as zonas Mc e Mp (isto é, não tem transição entre centro e periferia do EOD antes de penetrar) e não passem pelos dois corredores laterais. Além disso, os eventos em Mp só poderão atingir a última linha defensiva (ou atrás) pelo centro do EOD (através de transições com Dc e Ac). Esta classe intermediária pode ser dividida em centro (eventos em Mc do EOD) e periferia (eventos em Mp do EOD) e direita e esquerda.

As sequências classificadas como *penetração central* são àquelas que atingem a última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária por eventos realizados no corredor central no campo de jogo, que não possuem transição entre as zonas Mc e Mp do EOD (isto é, não tem transição entre centro e periferia do EOD antes de penetrar) e que não passem pelos dois corredores laterais. Esta classe intermediária é dividida em abertura e central. Abertura representa os segmentos que atingem a última linha defensiva (ou atrás) pelos corredores laterais e a categoria central representa os segmentos que atingem a última linha defensiva pelo centro. Abertura pode ser subdividida em direita e esquerda e central pode ser subdividida em centro (quando todos os eventos antes da penetração são realizados no corredor central), direita e esquerda.

As sequências classificadas como *penetração com movimentação central para periferia* são àquelas que atingem a última linha defensiva (ou atrás) pela zona Mp do EOD com transição entre as zonas Mc e Mp do EOD. Nesta classe intermediária os eventos se

desenvolvem do centro do EOD para periferia antes de penetrar pela periferia. Ela é dividida em lado direito e lado esquerdo.

As sequências classificadas como *penetração com movimentação da periferia para o centro* são àquelas que atingem a última linha defensiva (ou atrás) pela zona Mc do EOD (tanto no corredor lateral como no corredor central) com transição entre as zonas Mp e Mc do EOD. Nesta classe intermediária os eventos se desenvolvem da periferia do EOD para o centro antes de penetrar pelo centro. Ela é dividida em lado direito e lado esquerdo.

As sequências classificadas como *retorno para o meio* são àquelas que começam na última linha defensiva (ou atrás) e passam pelas zonas Mc ou Mp do EOD e resultam em ação ofensiva (cruzamento e finalização), bola perdida (PBJ e PBP) ou bola ganha (GBP e PBJin). Os eventos que se iniciam através de bola parada na última linha defensiva que são cobrados através de passe e não acabam em ação ofensiva também estão inserido neste grupo. Eles podem ser subdivididos em direita em esquerda, diferente dos outros que não sofrem subdivisão.

3.5.4.6 Classe definição

Esta classe vai abranger as sequências que resultam em ação ofensiva (cruzamento, finalização) sem fazer transição entre setores do EOD e das zonas do campo de jogo, além das sequências sem movimentação entre setores que se iniciam na zona de confronto com a defesa, Dc, Dp, Ac ou Ap do EOD, sem resultar em ação ofensiva e de retorno. As sequências que resultam em finalização devem se iniciar nas zonas Mc ou Mp do EOD no campo ofensivo ou na zona da última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária (Dc, Dp, Ac e Ap do EOD). Esta classe intermediária se divide em bola parada (tiro livre, escanteio, arremesso lateral, entre outros) e bola em jogo (recuperação da bola). As sequências que se iniciam nas zonas Mc e Mp do EOD se dividem em central, direita e esquerda. As sequências que se iniciam nas zonas Dc, Dp, Ac e Ap do EOD só se dividem entre direita e esquerda nos eventos de escanteio e tiro livre e central nas cobranças de pênalti, os eventos que se iniciam com bola em jogo não sofrem divisão. As sequências sem movimentação não apresentam subdivisão.

3.5.4.7 Classe Retorno

Esta classe vai abranger todas as sequências que resultam em retorno para a zona F do EOD, (praticamente de todas as categorias anteriores) mais as classes intermediárias de retorno simples, onde o evento de retorno acontece sem transição entre corredores laterais e progressão. Ela é dividida em três ramificações: sequências que não atingem a última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária e não atinge o campo ofensivo, sequências que não atingem a última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária, mas atingem o campo ofensivo e sequências que atingem a última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária.
A figura 16 ilustra a estruturação das classes principais.

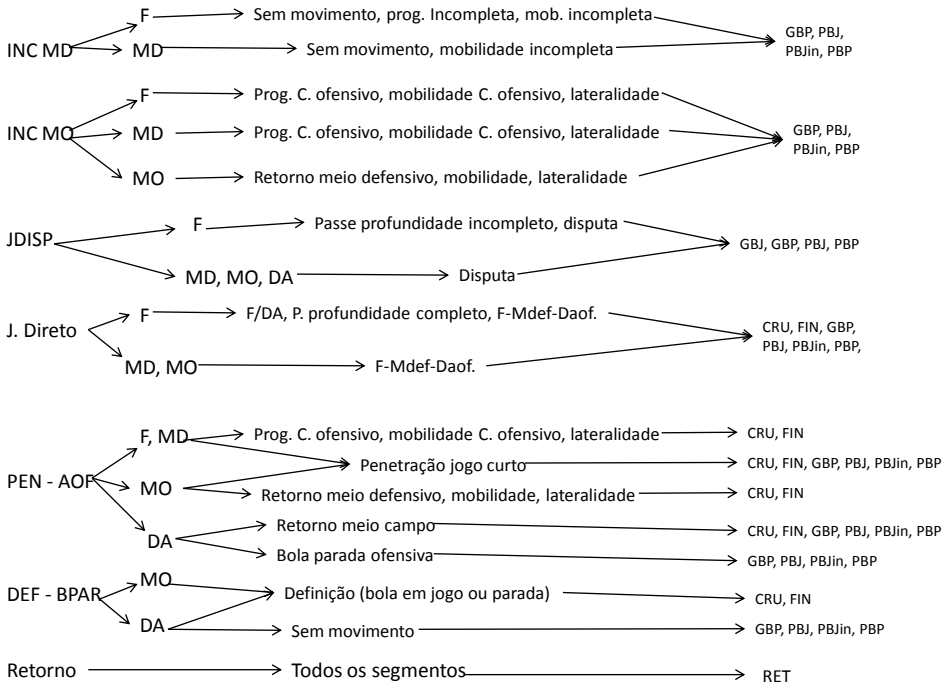


Figura 16 – Representação da estruturação das classes principais.

3.5.4.8 Elucidação de casos especiais

A estruturação das classes que chegam à penetração subdividiu as classes principais em muitas partes, cada uma com sua regra de agrupamento específica. Mas em alguns casos estas regras se diferem no seu nível de detalhamento. Um erro na construção de um agrupamento pode ocasionar que o mesmo segmento seja classificado em duas classes diferentes, que é um

erro gravíssimo. Por isso este tópico do trabalho irá mostrar uma ordem hierárquica de construção das regras de agrupamento (gramáticas).

A primeira parte do radical que deve ser construída é o de diferenciação dos segmentos pertencentes à penetração direta (que passam pelas zonas Mc ou Mp do EOD) e jogo de penetração por jogo elaborado. Esta regra discrimina a penetração longa (Mc ou Mp do EOD no campo defensivo com as zonas Dc, Dp, Ac, Ap do EOD no terço ofensivo do campo) da penetração curta. O ponto chave desta regra é permitir, ou não, transição entre os eventos em Mc ou Mp do EOD No campo defensivo (zonas de 1 a 9) com os eventos em Dc, Dp, Ac, Ap do EOD no terço ofensivo do campo (zonas 13 a 18). Os segmentos de jogo direto só podem permitir este tipo de transição e proibir os outros e os segmentos de penetração por jogo elaborado devem proibir este tipo de transição. Um erro nesta etapa de diferenciação vai permitir que um mesmo segmento seja classificado como jogo direto e penetração por jogo elaborado.

A segunda parte do radical que deve ser construída é o de diferenciação da penetração por lateralidade dos outros tipos de penetração de jogo curto com transição entre Mc ou Mp e Dc, Dp, Ac ou Ap do EOD (lateral corredor, lateral pelo centro, central, movimentação centro periferia e movimentação periferia centro). Esta regra discrimina o jogo de lateralidade (que passa pelos dois corredores laterais). Assim deve ser permitido ou evitado que os estados das regras de agrupamento contenham zonas de lateralidade opostas dentro de suas descrições (lado esquerdo zonas 1, 4, 7, 10, 13 e 16 e lado direito zonas 3, 6, 9, 12, 15 e 18). Se não for discriminado corretamente um segmento vai ser classificado como lateralidade e também outro tipo de penetração por jogo curto.

E a terceira e última parte do radical que deve ser construída é o de diferenciação da penetração curta com transição M-DA e transição centro periferia (Mc-Mp ou Mp-Mc do EOD) dos segmentos que não têm transição centro periferia. Esta regra discrimina as transições Mc-Mp e Mp-Mc nas zonas do EOD. Assim devem ser permitidos ou evitados que os estados das regras de agrupamento tenham estas transições.

3.5.5 Teste das categorias de agrupamento (gramáticas)

Para testar as categorias de agrupamento criadas foi realizada uma comparação entre a análise das regras de agrupamento com a análise manual. Ou seja, foram realizadas duas análises diferentes para o mesmo conjunto de dados (jogos codificados). Uma automática,

realizada pelo software através da leitura das gramáticas e a outra através da localização e classificação dos segmentos executada de maneira manual.

Para propiciar a comparação dos segmentos foi anotado o número do evento inicial do segmento encontrado (localização do início dos segmentos) nas duas planilhas de classificação, tanto da forma automática como da manual. Como amostra de comparação foi utilizado um jogo completo com a análise das duas equipes.

No processo de comparação quando as duas formas de classificação divergiam recorria-se a análise dos dados do jogo codificado, e em casos especiais, quando a dúvida persistisse, recorria-se ao vídeo do jogo. Durante o teste não ocorreu nenhuma classificação divergente após a correção das classificações.

Nos casos em que houve erro na formalização das gramáticas era realizado a correção em todas as gramáticas que apresentassem a mesma formalização. Basicamente foram encontrados dois tipos de erros: erros de descrição dos estados e erros de construção das transições.

Mesmo com a realização do teste não é possível afirmar que todas as gramáticas formuladas estão perfeitas, sem nenhum erro. Isto acontece pelo número expressivo de gramáticas criadas (mais de mil para cada equipe). Todas elas foram formuladas de maneira manual, isto aumenta demasiadamente a possibilidade de ocorrer um erro de digitação (como por exemplo, inversão da equipe em um dos estados, ou a falta de transição entre os estados), mesmo com extensiva revisão das gramáticas. Além disso, pelo número de gramáticas formuladas, um jogo de futebol não é suficiente (e talvez nem 50 jogos sejam) para testar a totalidade delas com suas diferentes possibilidades de abrangência (um jogo de futebol apresenta em torno de 200 segmentos para cada equipe). Mas como a criação delas foi modularizada (início, pré-radical, radical, pós-radical e final) a incidência de erro é minimizada, pois existe grande repetição de estruturas entre as gramáticas.

3.5.6 Apresentação da árvore hierárquica de segmentos

Neste tópico do trabalho será apresentada a estrutura hierárquica de organização dos segmentos. Esta parte da metodologia tem o objetivo de ilustrar as classes e subclasses que foram apresentadas e explicadas durante este capítulo. Ela será composta por figuras que representaram a estrutura. Pelo número de gramáticas não vai ser possível representar todas as ramificações em uma única figura.

A estruturação geral será baseada nas zonas de início dos segmentos.

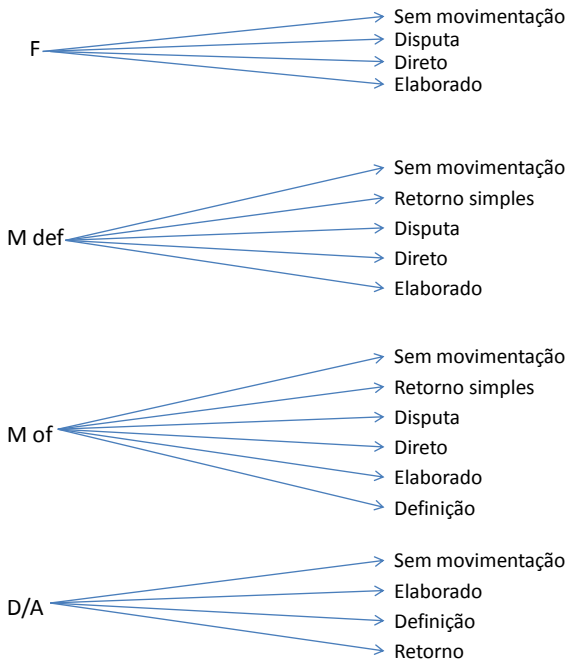


Figura 17 – Ramificação dos segmentos de acordo com a zona de início.

Estrutura de F.

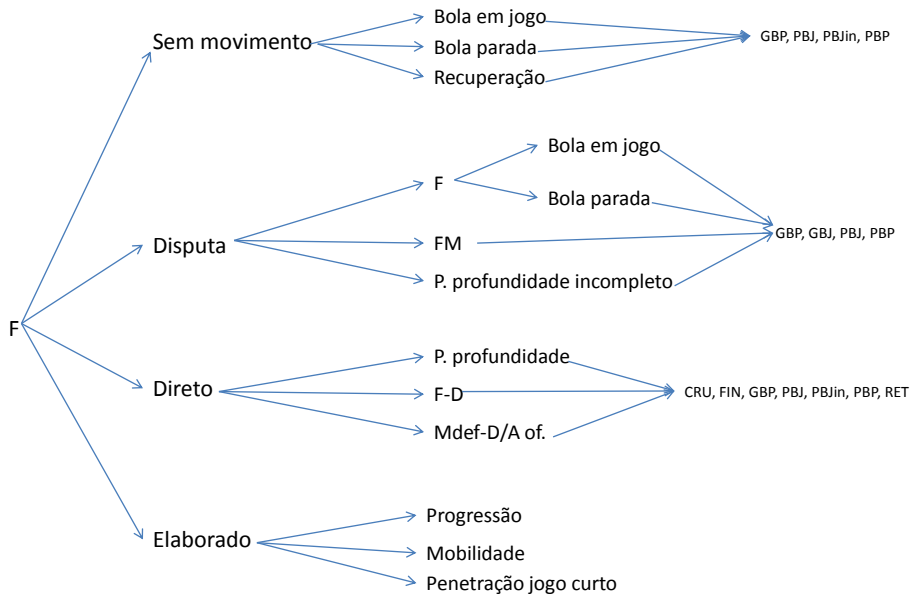


Figura 18 – Ramificação dos segmentos que se iniciam na zona F.

Estrutura de F elaborado.

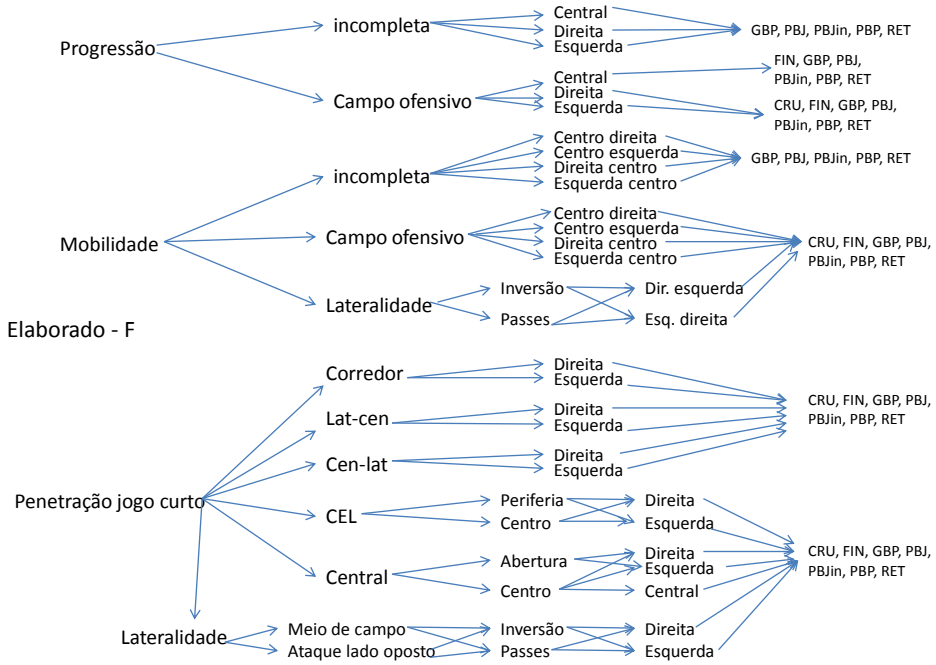


Figura 19 – Ramificação dos segmentos das subclasses elaboradas que se iniciam em F.

Estrutura de M defensivo.

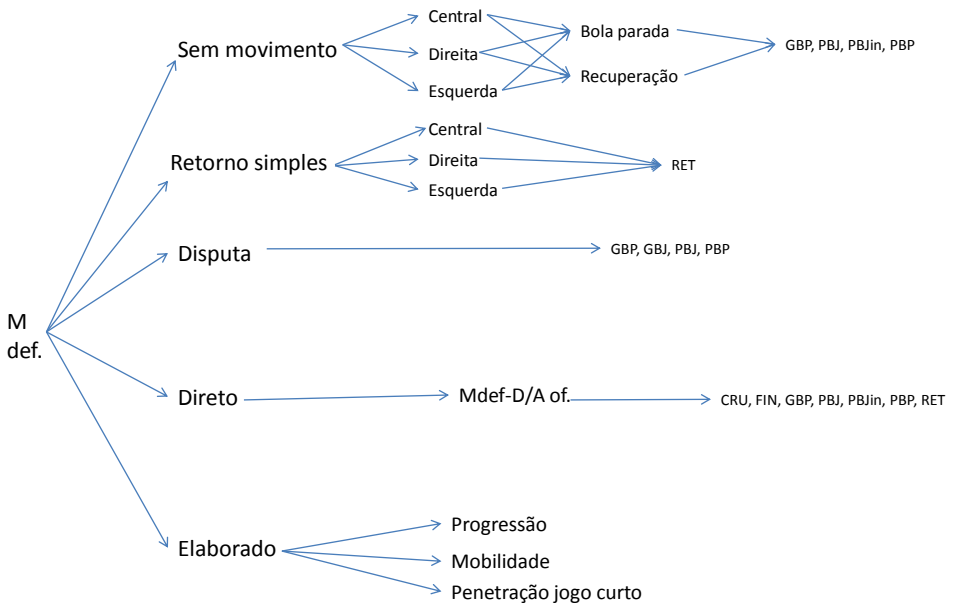


Figura 20 – Ramificação dos segmentos que se iniciam na zona M defensivo.

Estrutura M defensivo elaborado

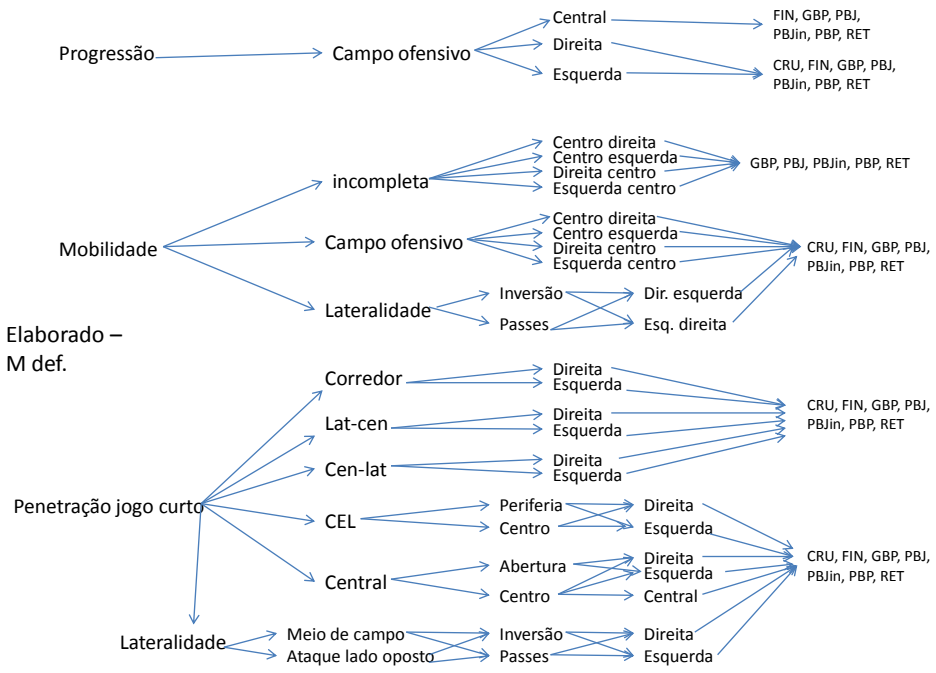


Figura 21 – Ramificação dos segmentos das subclasses elaboradas que se iniciam em M defensivo.

Nesta representação foi ocultada uma subdivisão das classes intermediárias de lateralidade (dentro da subfase mobilidade) e das subfases CEN-LAT, LAT-CEN, CEL (com exceção da periferia), Central (com exceção do centro central) e Lateralidade (dentro da classe penetração por jogo curto). Estas classes intermediárias necessitaram ser decompostas em dois grupos: com início no corredor central e com início do no corredor lateral. Nas classes intermediárias CEN-LAT e LAT-CEN esta divisão foi entre início no centro do EOD e periferia do EOD. Esta subdivisão foi necessária porque a zona de início do EOD influenciou as transições entre as zonas de início e o radical impossibilitando agrupar este dois grupos dentro de uma mesma gramática (apesar de apresentarem o mesmo valor semântico). Estas subdivisões foram ocultadas da representação pelo aumento representativo de classes que acarretaria sobre a representação, o que dificultaria sua construção e interpretação. Além disso, elas não têm valor semântico.

Estrutura de M ofensivo.

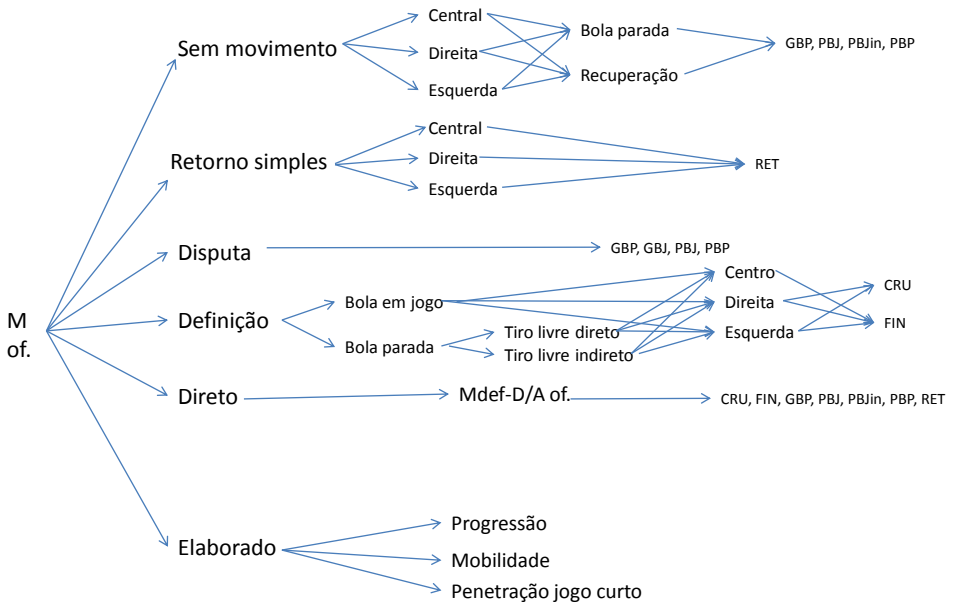


Figura 22 – Ramificação dos segmentos que se iniciam na zona M ofensivo.

Estrutura M ofensivo elaborado.

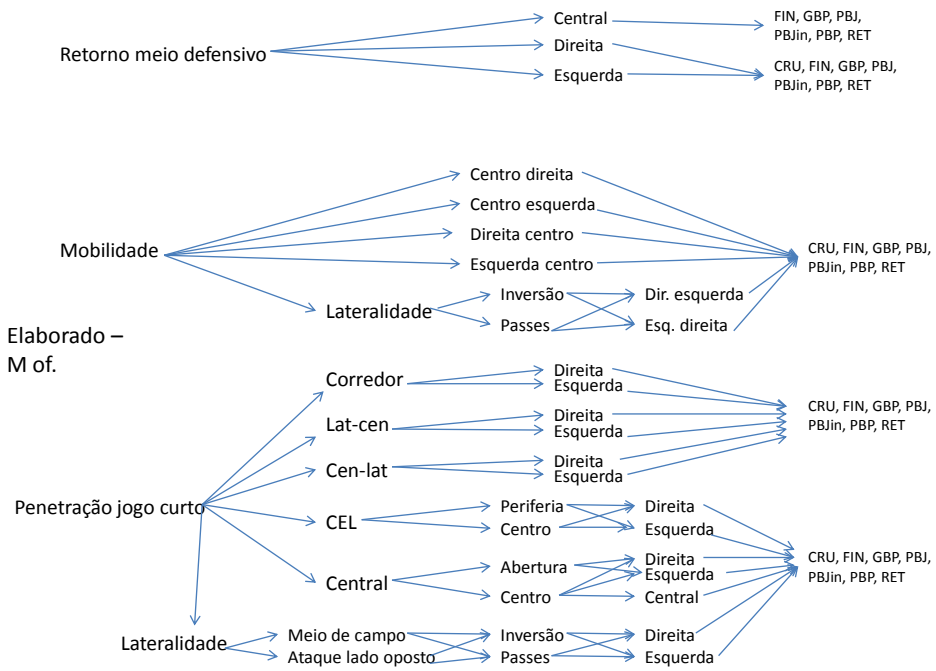


Figura 23 – Ramificação dos segmentos das subclasses elaboradas que se iniciam em M ofensivo.

Nesta representação, da mesma forma que aconteceu com a representação da estrutura de M defensivo elaborado, foi ocultada uma subdivisão das classes intermediárias de lateralidade (dentro da subfase mobilidade) e das classes intermediárias CEN-LAT, LAT-CEN, CEL (com exceção da periferia), Central (com exceção do centro central) e Lateralidade (dentro da classe penetração por jogo curto).

Estrutura de D/A.

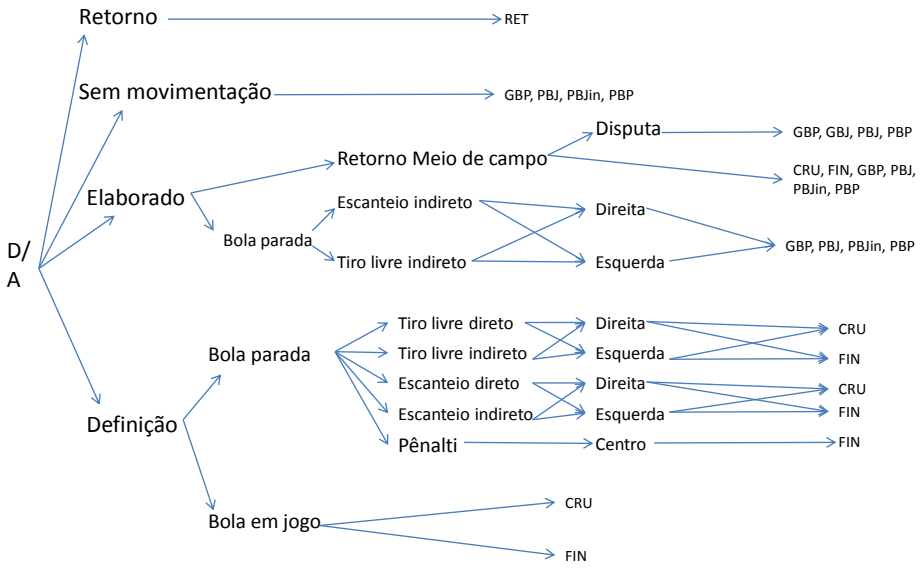


Figura 24 – Ramificação dos segmentos que se iniciam na zona D/A.

3.5.7 Limitações do modelo

Este tópico final da metodologia tem o objetivo de apresentar algumas restrições com a codificação dos jogos do trabalho de Seabra (2010) que influenciaram a formalização das gramáticas e também a capacidade de descrição do jogo pelo modelo proposto neste trabalho e algumas limitações do modelo por si só (que não tiveram influência de nenhum fator).

3.5.7.1 Restrições da codificação dos jogos de Seabra (2010)

A codificação dos jogos do trabalho de Seabra (2010) usou um critério de codificação que permitiu ocultar algumas ações realizadas durante o jogo. Este critério permitiu a ocorrência de dois tipos de ocultações: ocultação de recepção e de ações de reinício de jogo.

As ações de recepção foram ocultadas nos eventos em que ocorreu uma ação ofensiva em que a ação de transferência da bola (como passe de primeira, chute, cruzamento e jogo aéreo) ocorreu sem ação de controle da bola ("lance de primeira", em apenas um evento). Apesar de estar implícito que houve recepção, a ocultação desta ação dificultou a descrição do jogo pela forma codificada o que gerou a necessidade de aumentar abrangência da descrição das ações na formalização dos estados das gramáticas. Por exemplo, no estado final que representa retorno teve que ser incluído à ação de jogo aéreo. Esta ocultação não prejudicou a capacidade de descrição do jogo utilizando esta metodologia, mas com outras formas pode prejudicar. Pois, utilizando a lógica de programação, a ações dos jogadores nos momentos de bola em jogo são ordenadas em receber, desenvolver (opcional) e transferir (ou perder a bola), quando se registra uma sequência de eventos com duas ações seguidas de transferência (passe e passe de primeira) atrapalha a ordem lógica dos acontecimentos.

As ações de reinício de jogo foram ocultadas nas ações de cobrança de tiro de meta, cobrança de tiro livre direto, cobrança de tiro livre indireto, arremesso lateral e escanteio. Neste caso a descrição das ações que especificam o tipo de ação foi omitida nos eventos de passe, jogo aéreo e cruzamento (os eventos de chute foram descritos). Isto prejudicou bastante a diferenciação dos eventos de jogo aéreo com jogo de passes e ações de cruzamento com as de passe.

Para diferenciar o jogo de "passes" com jogo aéreo na formalização das gramáticas foi necessário utilizar regras superficiais que não delimitam completamente a diferenciação. Por exemplo, as ações de arremesso lateral só foram consideradas jogo aéreo quando foram sucedidas por ação de disputa (chute defensivo, cabeceio defensivo, disputa alto e disputa baixo) e os eventos em que a cobrança de tiro de meta resulta em arremesso lateral para equipe adversária a diferenciação entre passe ou jogo aéreo foi realizada pela divisão da zona do campo, saída da bola no campo defensivo foi considerado passe e saída da bola no campo ofensivo foi considerado jogo aéreo.

No caso da diferenciação entre passe e cruzamento aconteceu o mesmo problema, com utilização de regras superficiais de discriminação entre as duas ações. E nos casos de cruzamento sucedido de finalização ocorreu algo pior. Pela descrição codificada do jogo, os eventos de tiro livre com a ação de cruzamento que resultaram em chute apresentaram a mesma representação dos eventos de tiro livre com ação direta de chute. Impossibilitando a diferenciação. Este problema só não é maior porque os dois eventos apresentam o mesmo valor semântico e são agrupados na mesma classe elementar.

3.5.7.2 Limitações na classificação dos segmentos

No processo de categorização dos segmentos foi necessário realizar algumas simplificações que fazem o modelo perder poder descritivo de alguns tipos de eventos, principalmente dos segmentos que apresentam mais eventos de circulação da bola. São basicamente duas simplificações: “regra da volta” e “regra da primeira penetração”.

A regra da volta, que já foi comentada anteriormente no trabalho, simplifica a descrição do caminho dos segmentos a um sentido lateral. Ou seja, se o segmento realizou transição entre o corredor direito e o corredor central ele será considerado direita centro, e todas as transições entre o corredor central e direito subsequentes serão omitidas. Esta regra também se aplica nos casos de progressão das zonas Mc e Mp do EOD. Esta regra, além se omitir as transições também impede a descrição da zona exata de final do segmento (pois o final no corredor central ou direito e campo ofensivo ou defensivo vai ser representado da mesma forma).

A regra da primeira penetração classifica o segmento de acordo com a primeira forma de penetração da última linha defensiva (ou atrás) da equipe adversária (Dc, Dp, Ac, Ap do EOD). Depois da primeira penetração todos os eventos que circulam entre as zonas Mc, Mp, Dc, Dp, Ac e Ap do EOD são considerados similares não importando o número de eventos subsequentes e o tipo de transição entre zonas do campo e EOD, só será considerado o evento final sem a descrição de sua zona do campo e EOD. Esta simplificação é muito mais abrangente do que a da regra da volta, ele pode omitir a descrição de muitas partes importantes dos segmentos, mas ela foi necessária para propiciar a categorização dos segmentos do jogo.

Outro fator importante a ser considerado é que a região de término dos segmentos (final da posse da bola) pode ser muito diferente da região de início do segmento subsequente (início da posse da bola) da equipe adversária nos casos de perda da bola. Pois a delimitação

do final dos segmentos tem como referência a última ação da posse de bola (passe, passe de primeira, passe em profundidade, recepção e individual) ou de ação ofensiva (cruzamento e finalização). Por exemplo, se o final do segmento termina com o passe errado o último evento de referência para delimitar o final do segmento será o do passe (errado). Este passe pode ser um passe em profundidade do campo defensivo que acaba sendo interceptado por um jogador da última linha do sistema defensivo da equipe adversária. O local de final do segmento será o campo defensivo e o local de início do segmento subsequente (de posse de bola da equipe adversária) será o campo defensivo (da equipe adversária), diferente da região de final do segmento (campo ofensivo da equipe adversária). Por esta razão as zonas de final do segmento não representam a zona de retomada da bola pela equipe adversária. Esta interpretação errônea pode acontecer com as categorias "sem penetração sem alcançar o campo ofensivo" e "sem penetração com alcance do campo ofensivo".

Em síntese, as categorias criadas nesta metodologia parecem abranger quase totalmente a completude dos eventos do jogo (não estão previstos os eventos que terminam em finalização do campo defensivo, por exemplo) além de todas elas não captarem eventos compartilhados (partição). A única exceção é em relação aos cruzamentos que terminam em finalização que compartilham os segmentos de cruzamento e finalização ao mesmo tempo. Para este trabalho a diferenciação entre estas duas categorias foi realizada de maneira manual ficando necessário aprimorar a formalização destas gramáticas.

3.6 Utilização da frequência de ocorrência das classes como variável aleatória

Um dos aspectos particulares desta dissertação é a utilização da frequência de classes de segmentos (dinâmicas) como variável aleatória. Diferente da maioria dos estudos, que geralmente utilizam a frequência de ações ou eventos (pontos) para caracterizar o jogo e o desempenho das equipes, esta dissertação utiliza classes de segmentos como indicador de desempenho. Assim o desempenho das equipes (ou o jogo como um todo) será identificado pela variação da frequência de ocorrência das classes de segmentos. São dois tipos de classes para comparação: classes principais e subclasses de penetração ou ação ofensiva.

3.6.1 Classes principais

As classes principais decompõe a posse de bola das equipes em sete tipos diferentes de categorias com o intuito de identificar a forma de circulação da bola e o sucesso do tipo de

circulação. Elas discriminam a forma de circulação da bola de uma maneira mais geral (pouco variação de transição entre as fases sem penetração e penetração), sendo mais incisiva na caracterização do sucesso no confronto (comparação de segmentos que atingem e não atingem a fase de penetração).

A classe sem penetração sem alcançar o campo ofensivo representa os segmentos incompletos que não atingem o campo ofensivo. A ocorrência desta classe indica indícios, principalmente quando resulta em bola perdida, que a equipe perde a posse da bola com a maioria dos jogadores no campo defensivo (equipe recuada).

A classe sem penetração com alcance do campo ofensivo representa os segmentos incompletos que atingem o campo ofensivo. Diferente da classe anterior, esta classe indica indícios que a equipe consegue adiantar mais seus jogadores no campo ofensivo.

A classe jogo aéreo (ou disputa) representa os segmentos que terminam com lançamento longo para uma situação de disputa. Este tipo de ação pode representar uma forma de alcançar penetração e desequilíbrio da defesa ou uma ação defensiva para evitar perder a bola em uma situação de perigo. Com a metodologia de descrição dos eventos utilizada nesta dissertação não é possível discriminar as duas intenções, o que é um fator limitante da metodologia.

A classe penetração direta representa os segmentos que penetram através de passes longos (jogo vertical). Este é um tipo específico de penetração, caracterizando uma forma particular de atacar.

A classe penetração ou ação ofensiva por jogo elaborado representa os segmentos que conseguem penetração a partir de passes do confronto com o meio de campo sem a utilização de passes longos do campo defensivo para o “ataque” ou segmentos que terminam em ação ofensiva sem penetrar com mudança entre as zonas do campo. De maneira mais específica, esta classe tenta representar os segmentos de “sucesso” por penetração curta (de maneira bem superficial).

A classe definição representa os segmentos que se iniciam em uma zona adiantada do campo que terminam em ação ofensiva sem necessidade de movimentação da bola. Uma limitação da caracterização desta classe é a falta de identificação das ações (ou eventos) que originaram esta situação.

A classe retorno representa os segmentos que voltam para os jogadores fora do espaço de ocupação defensiva (jogadores de defesa, zona F do EOD). Esta classe tem a intenção de representar as situações de estudo (prospecção), mas a falta de discriminação da pressão da bola limita a abrangência desta classe, pois não é possível identificar se o retorno foi uma opção entre outras, ou uma necessidade para evitar a perda da bola.

3.6.2 Classes principais e subclasses de penetração ou ação ofensiva

A comparação das classes principais e subclasses de penetração ou ação ofensiva tem o intuito de identificar a forma de atacar das equipes. São utilizadas a classe principal de penetração direta e as subclasses de classe de penetração ou ação ofensiva por jogo curto e definição. Assim a forma de atacar das equipes é decomposta em: penetração direta (jogo direto), ação ofensiva sem penetração, definição por bola em jogo, definição por bola parada, penetração pelo corredor, penetração com movimentação de dentro para fora do EOD, penetração com movimentação de fora para dentro do EOD, penetração lateral pelo centro, penetração central, ataque com retorno para o confronto com meio de campo, penetração pelo lado oposto e perda da bola sem movimentação na retomada da bola no confronto com a defesa. Todas estas subclasses estão especificadas nas sessões 3.5.4.5 e 3.5.4.6 deste trabalho. Também é possível classificar a forma de atacar das equipes pela lateralidade dos segmentos.

3.7 Aplicação

A parte prática do trabalho tem o objetivo de realizar uma análise preliminar com a utilização do modelo de categorização dos segmentos como forma de ilustrar o potencial descritivo do modelo sobre a forma de jogar das equipes e caracterização do jogo como um todo.

3.7.1 Amostra

A amostra utilizada foi composta por nove jogos das fases finais da Liga dos Campeões da Europa da temporada 2008/2009 gravados de transmissões televisivas (mesma amostra de Seabra (2010)). São cinco jogos da equipe do Barcelona (jogo final, os dois jogos da fase seminal e os jogos das quartas de final) e cinco jogos da equipe do Manchester United (jogo final, os dois jogos da fase seminal e os jogos das quartas de final):

- Barcelona 2 x 0 Manchester – Final
- Barcelona 0 x 0 Chelsea – semifinal 1.
- Chelsea 1 x 1 Barcelona – semifinal 2.
- Barcelona 4 x 0 Bayer de Munique – quartas de final 1.

- Bayer de Munique 1 x 1 Barcelona – quartas de final 2.
- Manchester 1 x 0 Arsenal – semifinal 1.
- Arsenal 1 x 3 Manchester – semifinal 2.
- Manchester 2 x 2 Porto – quartas de final 1.
- Porto 0 x 1 Manchester – quartas de final 2.

Foram utilizados apenas os dados das equipes do Barcelona e Manchester United, descartando os dados das outras equipes adversárias.

3.7.2 Material

Todo experimento foi realizado através de tratamento dados pelo computador. Para realização deste processo foram utilizados dois softwares específicos: para codificação das ações foi usado o Focus X2 Elite Sports Analysis LTDA e para análise das gramáticas foi utilizado o software denominado “Máquina de Estados”.

3.7.3 Processo de análise

O processo de transformação do vídeo da transmissão televisa em dados de análise das gramáticas foi desenvolvido em três etapas: adequação do vídeo ao software de codificação (Focus), transformação do jogo codificado em lista sequencial de eventos e análise dos segmentos do jogo com base na lista de eventos.

O processo de codificação do jogo se iniciou com a adequação do formato do arquivo do vídeo com o formato de aceitação do Focus X2. Depois disso foi realizada de maneira manual a transformação do jogo em sequência de eventos (transformando o jogo em estados discretos), cada evento foi classificado tendo como referência a ocorrência das ações em torno da bola ou os eventos provenientes das ações com bola. Os eventos foram classificados em equipe que realiza ação (evento decorrida da ação), ação realizada (ou evento decorrido), localização do campo de jogo e Espaço de Ocupação defensivo (EOD) (estas categorias já estão especificadas nas partes anteriores da metodologia). Além disso, o programa classificou automaticamente os eventos pela ordem cronológica do jogo inserindo também o tempo de realização do evento no vídeo. Isto possibilitou a formação de uma lista ordenada de eventos classificados de acordo com o tempo de sua ocorrência no jogo, tabela 3. O Focus X2 produz

esta lista de maneira automática (em formato .txt) que permite que o arquivo seja analisado pelo software “Máquina de estados”.

Tabela 3 – Exemplo de trecho de jogo codificado ao modelo de descrição dos eventos de Seabra (2010).

1	00:14:22:07	Away	tiro_saida	F	8
2	00:14:44:07	Away	passe_primeira	F	11
3	00:14:46:04	Away	passe_primeira	F	8
4	00:14:47:03	Away	passe_primeira	F	9
5	00:14:48:06	Away	recepcao	F	6
6	00:14:50:11	Away	jogo_aereo	F	6
7	00:14:51:16	Home	bloqueioDp	10	
8	00:14:53:07	Away	lateral F	9	
9	00:14:59:22	Away	arremesso_lateralF		9
10	00:15:07:24	Away	recepcao	Mc	12
11	00:15:11:10	Home	desarme Mp	7	
12	00:15:13:21	Home	individual	Mp	10
13	00:15:14:18	Away	desarme Mp	9	
14	00:15:17:19	Home	falta Mp	10	
15	00:15:18:18	Away	tiro_livre	Mp	9
16	00:15:32:11	Away	disputa_alto	Dc	14
17	00:15:35:18	Home	recuperacao	F	1
18	00:15:37:24	Home	jogo_aereo	F	1
19	00:15:38:19	Away	disputa_alto	Mc	12
20	00:15:40:09	Home	interceptacao	Mc	4

É importante ressaltar que este processo não foi necessário para realização deste trabalho porque foi utilizado as mesmas listas de eventos codificados do estudo de Seabra (2010).

Para análise do jogo codificado foi necessário inserir a lista de eventos a ser processada pelo software. Depois de processada foi necessário executar as gramáticas de categorização dos segmentos (apresentadas e explicadas previamente na metodologia). Elas foram executadas manualmente uma por uma. Na execução da gramática, o software fez a busca da ocorrência de um segmento que se insira dentro do padrão. Quando encontrado o software indicou o número de segmentos encontrados como o número do evento inicial e o número do evento final de formação dos segmentos. A contabilização do número de ocorrência dos segmentos e sua respectiva categorização teve que ser realizada de maneira manual. Com a formação da tabela foi possível realizar a integração das classes elementares para formar as classes maiores que serão objetos de análise.

3.7.4 Objeto de análise

Como objeto de análise foi utilizado duas categorias de dados: as sete classes principais do modelo e as classes intermediárias com penetração ou ação ofensiva (nas classes principais menos estruturadas foram utilizadas as próprias classes principais). As sete classes principais são:

- Sem penetração que termina sem alcançar o campo ofensivo.
- Sem penetração que alcança o campo ofensivo.
- Segmentos que conseguem penetração e ou ação ofensiva por jogo elaborado.
- Segmentos com ação de jogo aéreo (jogo de disputa).
- Segmentos de jogo direto.
- Segmentos de definição.
- Segmentos com retorno.

Estas classes descriminam a ocorrência das transições entra as subfases principais do modelo através da comparação da frequência de ocorrência dos segmentos em cada classe principal. Esta comparação foi mais detalhada com a utilização do resultado final dos segmentos (bola ganha, bola perdida, ação ofensiva ou retorno). Também foi comparado o tipo de ocorrência com a zona de início dos segmentos na comparação entre as zonas de início e o desenvolvimento dos segmentos. Nesta comparação também foram utilizadas algumas classes intermediárias maiores como objeto de análise.

As classes intermediárias com penetração (ou ação ofensiva) são compostas pelas subfases:

- Penetração direta, “jogo direto”, (classe principal).
- Definição por bola parada.
- Definição por bola em jogo.
- Definição sem movimentação.
- Ação ofensiva no confronto com o meio de campo.
- Penetração com lateralidade.
- Penetração lateral pelo corredor.
- Penetração lateral pelo centro.
- Penetração central.
- Penetração com movimentação central para perifeira.
- Penetração como movimentação da periferia para o centro
- Retorno para o meio do ataque (além da classe intermediária sem movimento com início em D/A).

Estas classes discriminam a forma de transição entre as subfases de penetração e sem penetração. A forma de comparação entre as classes é similar ao conjunto de dados anterior.

Com comparação do total de frequências e seu resultado final, com ênfase na ocorrência de finalizações.

Além disso, foi realizada comparação entre a frequência de eventos nos corredores laterais. Para isso os corredores laterais foram divididos em quatro grupos: central, direito, esquerdo e sem discriminação. Os segmentos classificados como direita esquerda foram classificados no grupo direito e os eventos classificados como esquerda direita foram classificados no grupo esquerdo. Os segmentos classificados no corredor central são apenas os que não passaram pelos corredores laterais antes da penetração ou ação ofensiva. Por exemplo, um segmento classificado como centro direita foi agrupado no corredor direito.

3.7.4.1 Comparação

As amostras de comparação foram compostas por quatro tipos. O primeiro tipo foi composto pelo somatório dos cinco jogos de cada equipe que teve o intuito de comparar o desempenho entre as equipes ao longo do campeonato. O segundo tipo foi composto pelo jogo final que teve o intuito de comparar o desempenho entre as equipes no confronto. O terceiro tipo foi composto pelos cinco jogos de cada equipe (utilizados de maneira separada) que teve o intuito de comparar a variação de desempenho entre as equipes ao longo da competição. O quarto tipo foi composto pelo somatório dos dez desempenhos das duas equipes que teve o intuito de comparar a zona de início dos segmentos com seu desenvolvimento.

3.7.5 Metodologia estatística

Para comparação dos resultados foi utilizado análise das frequências de classes de segmentos (classes de dinâmicas), com análises da variação ou estabilidade e comparação das frequências entre as categorias e grupos, sem utilização de medidas de tendência central, dispersão e outros tipos de tratamento. A escolha deste tipo de análise diminui o seu potencial de generalização, mas ela é a mais indicada pelo perfil da amostra e objetivo da análise.

Além disso, na comparação da zona de início dos segmentos, os dados das frequências foram transformados em percentuais em relação à sua zona de início.

4. RESULTADOS

Os resultados deste trabalho serão apresentados em quatro partes de acordo com o objeto de comparação. A primeira parte será composta pelos resultados provenientes da comparação do desempenho entre as equipes durante todo o campeonato com a soma do desempenho dos cinco jogos de cada equipe (Barcelona e Manchester). Os resultados serão divididos em três comparações: frequência de ocorrência das classes principais de segmentos (dinâmica geral do jogo), frequência de ocorrência das classes e subclasses de segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva (tipo de penetração) e frequência de ocorrência das classes de segmentos que resultaram em finalização.

A segunda parte será composta pelos resultados provenientes da comparação de desempenho do confronto do jogo final entre as equipes do Barcelona e Manchester (comparação de apenas um jogo). Os resultados serão divididos da mesma forma que a comparação de desempenho do campeonato.

A terceira parte será composta pelos resultados provenientes da comparação da variação do desempenho de cada equipe durante o campeonato. Para isso, será comparado o desempenho dos cinco jogos de cada equipe. A divisão dos resultados será a mesma das partes anteriores com a adição de uma comparação de lateralidade dos segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva.

A quarta parte será composta pelos resultados de comparação da zona de início de retomada da posse da bola com o desenvolvimento da circulação da bola. Para esta comparação serão utilizados os dados dos dez desempenhos ofensivos da amostra do trabalho (cinco do Barcelona mais cinco do Manchester). Serão comparadas as ocorrências das classes principais e algumas subclasses que serão divididas em zona de início em F, zona de início em M no campo de defesa, zona de início em M no campo de ataque e zona de início DA.

4.1 Comparação de desempenho entre as equipes no campeonato

As tabelas 4, 5 e 6 apresentam os resultados das comparações:

Tabela 4 – Frequência entre as classes principais de segmentos – campeonato.

	BAR					**MAN**				
	BG	BP	AOF	RET	**TOTAL**	BG	BP	AOF	RET	**TOTAL**
INC MD	48	69			**117**	38	118			**156**
INC MO	61	115			**176**	44	102			**146**
JDISP	50	59			**109**	72	90			**162**
DIR	13	20	19		**52**	10	20	18		**48**
PEN-AOF	38	68	82		**188**	35	65	77		**177**
DEF-BP	4	8	67		**79**	3	11	63		**77**
RETMD				117					96	
RETMO				110	**254**				57	**171**
RETDA				27					18	
TOTAL	**214**	**339**	**168**	**254**	**975**	**202**	**406**	**158**	**171**	**937**

INC MD: segmentos sem penetração que não atingiram o campo ofensivo; INC MO: segmentos sem penetração que atingiram o campo ofensivo sem realização de ação ofensiva (cruzamento ou finalização); JDISP: jogo de disputa; DIR: jogo de penetração direta; PEN-AOF: segmentos com penetração (sem penetração direta) ou segmentos sem penetração que resultaram em ação ofensiva; DEF-BP: segmentos de definição ou por bola parada ofensiva; RETMD: segmentos que resultaram em retorno sem penetrar e atingir o campo ofensivo; RETMO: segmentos que resultaram em retorno atingindo o campo ofensivo, mas sem penetrar; RETDA segmentos que resultaram em retorno com penetração; BG: bola ganha; BP: bola perdida; AOF: ação ofensiva (cruzamento ou finalização); RET: retorno.

Tabela 5 - Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva – campeonato.

	BAR	**MAN**
Jogo direto	58	48
MO	14	9
DEF - BJ	20	22
DEF - BP	47	41
Corredor	11	22
Dentro - Fora	20	20
Fora - Dentro	32	33
Lateral pelo centro	31	46
Central	42	32
RETM	19	11
Lado oposto	34	20
SEA	12	14
TOTAL	**340**	**318**

MO: ação ofensiva sem penetração (zona M do EOD campo ofensivo); DEF – BJ: definição por bola em jogo; DEF – BP: definição por bola parada; RETM: retorno para o confronto com meio de campo (posses de bola iniciadas no confronto com a defesa); SEA: sem movimentação da bola.

Tabela 6 - Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que resultaram em finalização – campeonato.

	BAR	**MAN**
Jogo direto	8	8
MO	3	6
DEF - BJ	13	11
DEF - BP	19	15
Corredor	2	1
Dentro - Fora	3	3
Fora - Dentro	3	9
Lateral pelo centro	4	5
Central	10	4
RETM	4	0
Lado oposto	7	2
TOTAL	**76**	**64**

MO: ação ofensiva sem penetração (zona M do EOD campo ofensivo); DEF – BJ: definição por bola em jogo; DEF – BP: definição por bola parada; RETM: retorno para o confronto com meio de campo (posses de bola iniciadas no confronto com a defesa).

Os resultados da comparação entre a frequência das classes principais de segmentos (tabela 4) apresentam:

- A frequência de segmentos incompletos que não chegaram ao campo ofensivo foi maior na equipe do Manchester do que do Barcelona (156 contra 117) principalmente em relação às bolas perdidas (118 contra 69).
- A frequência de segmentos incompletos que chegaram ao campo ofensivo foi maior na equipe do Barcelona do que do Manchester (176 contra 146).
- A frequência de segmentos que resultaram em jogo aéreo (jogo de disputa) foi maior na equipe de Manchester do que do Barcelona (162 a 109).
- A frequência de segmentos que resultaram em retorno foi maior na equipe do Barcelona do que a do Manchester (254 contra 171), principalmente em relação aos retornos que se iniciaram no campo ofensivo (110 contra 57).
- A frequência de segmentos que resultaram em jogo direto, penetração ou ação ofensiva e definição ou bola parada não apresentaram diferenças entre as equipes.

Os resultados da comparação entre a frequência dos segmentos que chegaram à fase de penetração ou resultaram em ação ofensiva (tabela 5) apresentam:

- A duas equipes atingiram mais à fase de penetração ou ação ofensiva através de jogadas de jogo direto e definição através de bola parada. Na equipe do Barcelona jogo direto e definição através de bola parada foram os tipos com maior ocorrência (primeiro e segundo respectivamente 58 e 47) e na equipe do Manchester (primeiro e terceiro respectivamente 48 e 41).
- A equipe do Manchester apresentou preferência pelos segmentos da subclasse lateral pelo centro (foi a segunda classe preferida, 46) enquanto que a equipe do Barcelona apresentou preferência pela subclasse central (terceira preferida, 42).
- Na comparação entre as duas equipes, a equipe do Manchester apresentou preferência pelo jogo de corredor do que a equipe do Barcelona (22 contra 11) enquanto que a equipe do Barcelona apresentou preferência pelo jogo de lado oposto (lateralidade) (34 contra 20).

Os resultados da comparação entre a frequência dos segmentos que resultaram em finalização (tabela 6) apresentam:

- As duas equipes apresentaram preferência para as classes definição através de bola parada e definição através de bola em jogo. Na equipe do Barcelona e do Manchester as duas subclasses obtiveram as maiores frequências, Barcelona (definição por bola parada 19 e definição por bola em jogo 13) e Manchester (definição por bola parada 15 e definição por bola em jogo 11).
- A equipe do Barcelona apresentou preferência para a subclasse central (terceira mais preferida, 10).
- A equipe do Manchester apresentou preferência para a subclasse fora para dentro (terceira mais preferida, 9).

4.2 Comparação de desempenho entre as equipes no jogo final (confronto)

As tabelas 7, 8 e 9 apresentam os resultados das comparações:

Tabela 7 – Frequência entre as classes principais de segmentos – confronto.

	BAR					**MAN**				
	BG	BP	AOF	RET	**TOTAL**	BG	BP	AOF	RET	**TOTAL**
INC MD	8	14			**22**	8	23			**31**
INC MO	10	17			**27**	7	14			**21**
JDISP	15	19			**34**	8	12			**20**
DIR	1	1	5		**7**	2	3	2		**7**
PEN-AOF	6	15	9		**30**	6	14	11		**31**
DEF-BP	1	1	8		**10**	0	1	14		**15**
RETMD				12					29	
RETMO				25	**41**				15	**48**
RETDA				4					4	
TOTAL	**41**	**67**	**22**	**41**	**171**	**31**	**67**	**27**	**48**	**173**

INC MD: segmentos sem penetração que não atingiram o campo ofensivo; INC MO: segmentos sem penetração que atingiram o campo ofensivo sem realização de ação ofensiva (cruzamento ou finalização); JDISP: jogo de disputa; DIR: jogo de penetração direta; PEN-AOF: segmentos com penetração (sem penetração direta) ou segmentos sem penetração que resultaram em ação ofensiva; DEF-BP: segmentos de definição ou por bola parada ofensiva; RETMD: segmentos que resultaram em retorno sem penetrar e atingir o campo ofensivo; RETMO: segmentos que resultaram em retorno atingindo o campo ofensivo, mas sem penetrar; RETDA segmentos que resultaram em retorno com penetração; BG: bola ganha; BP: bola perdida; AOF: ação ofensiva (cruzamento ou finalização); RET: retorno.

Tabela 8 - Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva – confronto.

	BAR	**MAN**
Jogo direto	7	7
MO	0	1
DEF - BJ	3	5
DEF - BP	5	9
Corredor	0	3
Dentro - Fora	2	5
Fora - Dentro	5	7
Lateral pelo centro	5	10
Central	12	4
RETM	4	0
Lado oposto	5	4
SEA	2	1
TOTAL	**50**	**56**

MO: ação ofensiva sem penetração (zona M do EOD campo ofensivo); DEF – BJ: definição por bola em jogo; DEF – BP: definição por bola parada; RETM: retorno para o confronto com meio de campo (posses de bola iniciadas no confronto com a defesa); SEA: sem movimentação da bola.

Tabela 9 – Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que resultaram em finalização – confronto.

	BAR	**MAN**
Jogo direto	3	0
MO	0	1
DEF - BJ	2	3
DEF - BP	3	5
Corredor	0	0
Dentro - Fora	0	0
Fora - Dentro	0	2
Lateral pelo centro	0	1
Central	3	1
RETM	0	0
Lado oposto	0	0
TOTAL	**11**	**13**

MO: ação ofensiva sem penetração (zona M do EOD campo ofensivo); DEF – BJ: definição por bola em jogo; DEF – BP: definição por bola parada; RETM: retorno para o confronto com meio de campo (posses de bola iniciadas no confronto com a defesa).

Os resultados da comparação entre a frequência das classes principais de segmentos (tabela 7) apresentam:

- A frequência de segmentos incompletos que não chegaram ao campo ofensivo e resultaram em bola perdida foi maior na equipe do Manchester do que do Barcelona (23 contra 14).
- A frequência de segmentos que resultaram em jogo aéreo (jogo de disputa) foi maior na equipe do Barcelona do que a equipe do Manchester (34 contra 20).
- A frequência de segmentos que resultaram em retorno foi um pouco maior na equipe de Manchester do que a do Barcelona (48 contra 41). Esta diferença aconteceu pelo grande número de frequências de retornos realizados somente no campo defensivo (29 contra 12). Pois nos retornos que alcançaram o campo ofensivo, a equipe do Barcelona apresentou frequências maiores do que a do Manchester (25 contra 15).

Os resultados da comparação entre a frequência dos segmentos que chegaram à fase de penetração ou resultaram em ação ofensiva (tabela 8) apresentam:

- A equipe do Barcelona teve preferência para a subclasse central (primeira preferida, com 12).

- A equipe do Manchester teve preferência para a subclasse lateral pelo centro (primeira preferida, com 10).
- A equipe do Manchester apresentou maior frequência da subclasse definição por bola parada do que a equipe do Barcelona (9 contra 5).

Os resultados da comparação entre a frequência dos segmentos que resultaram em finalização (tabela 9) apresentam:

- Preferência para obtenção de finalização através de definição por bola parada no somatório das duas equipes (8 ocorrências das 24 totais).
- Encontro de outras tendências está limitado pela baixa frequência da amostra.

4.3 Comparação da variação do desempenho da equipe do Barcelona durante o campeonato

As tabelas 10, 11, 12 e 13 apresentam os resultados das comparações:

Tabela 10 - Frequência entre as classes principais de segmentos – variação de desempenho da equipe do Barcelona ao longo dos jogos.

		BARXMAN	BARXCHE	CHEXBAR	BAYXBAR	BARXBAY	**TOTAL**
	BG	8	9	13	5	13	**48**
INC MD	BP	14	11	13	18	13	**69**
	TOTAL	**22**	**20**	**26**	**23**	**26**	**117**
	BG	10	14	11	16	10	**61**
INC MO	BP	17	39	24	25	10	**115**
	TOTAL	**27**	**53**	**35**	**41**	**20**	**176**
	BG	15	5	8	10	12	**50**
JDISP	BP	19	7	8	20	5	**59**
	TOTAL	**34**	**12**	**16**	**30**	**17**	**109**
	BG	1	3	2	3	4	**13**
DIRETO	BP	1	3	5	5	6	**20**
	AOF	5	2	7	1	4	**19**
	TOTAL	**7**	**8**	**14**	**9**	**14**	**52**
	BG	6	9	3	7	13	**38**
PENETRAÇÃO	BP	15	11	14	10	18	**68**
	AOF	9	20	23	11	19	**82**
	TOTAL	**30**	**40**	**40**	**28**	**50**	**188**
	BG	1	0	1	2	0	**4**
DEFINIÇÃO/BP	BP	1	0	3	0	4	**8**
	AOF	8	20	9	10	20	**67**
	TOTAL	**10**	**20**	**13**	**12**	**24**	**79**
	MD	12	26	21	29	29	**117**
RETORNO	MO	25	19	18	22	26	**110**
	DA/DIR	4	4	10	3	6	**27**
	TOTAL	41	49	49	54	61	**254**
TOTAL GERAL		171	202	193	197	212	**975**

INC MD: segmentos sem penetração que não atingiram o campo ofensivo; INC MO: segmentos sem penetração que atingiram o campo ofensivo sem realização de ação ofensiva (cruzamento ou finalização); JDISP: jogo de disputa; DIR: jogo de penetração direta; PEN-AOF: segmentos com penetração (sem penetração direta) ou segmentos sem penetração que resultaram em ação ofensiva; DEF-BP: segmentos de definição ou por bola parada ofensiva; RETMD: segmentos que resultaram em retorno sem penetrar e atingir o campo ofensivo; RETMO: segmentos que resultaram em retorno atingindo o campo ofensivo, mas sem penetrar; RETDA segmentos que resultaram em retorno com penetração; BG: bola ganha; BP: bola perdida; AOF: ação ofensiva (cruzamento ou finalização); RET: retorno.

Tabela 11 – Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva – variação de desempenho da equipe do Barcelona ao longo dos jogos.

	BARXMAN	BARXCHE	CHEXBAR	BARXBAY	BAYXBAR	**TOTAL**
Jogo Direto	7	8	17	10	16	**58**
MO	0	4	7	2	1	**14**
DEF - BJ	3	5	4	1	7	**20**
DEF - BP	5	15	5	9	13	**47**
Corredor	0	1	1	4	5	**11**
Dentro - Fora	2	3	5	1	9	**20**
Fora - Dentro	5	8	7	7	5	**32**
Lateral pelo centro	5	8	5	4	9	**31**
Central	12	11	8	2	9	**42**
RETM	4	2	3	5	5	**19**
Lado oposto	5	7	8	4	10	**34**
SEA	2	0	4	2	4	**12**
TOTAL	**50**	**72**	**74**	**51**	**93**	**340**

MO: ação ofensiva sem penetração (zona M do EOD campo ofensivo); DEF – BJ: definição por bola em jogo; DEF – BP: definição por bola parada; RETM: retorno para o confronto com meio de campo (posses de bola iniciadas no confronto com a defesa); SEA: sem movimentação da bola.

Tabela 12 – Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que resultaram em finalização – variação de desempenho da equipe do Barcelona ao longo dos jogos.

	BARXMAN	BARXCHE	CHEXBAR	BARXBAY	BAYXBAR	**TOTAL**
Jogo Direto	3	1	2	0	2	**8**
MO	0	1	1	1	0	**3**
DEF - BJ	2	4	3	0	4	**13**
DEF - BP	3	4	1	5	6	**19**
Corredor	0	1	0	1	0	**2**
Dentro - Fora	0	1	1	0	1	**3**
Fora - Dentro	0	2	0	1	0	**3**
Lateral pelo centro	0	1	0	1	2	**4**
Central	3	3	1	1	2	**10**
RETM	0	0	2	1	1	**4**
Lado oposto	0	1	2	1	3	**7**
TOTAL	**11**	**19**	**13**	**12**	**21**	**76**

MO: ação ofensiva sem penetração (zona M do EOD campo ofensivo); DEF – BJ: definição por bola em jogo; DEF – BP: definição por bola parada; RETM: retorno para o confronto com meio de campo (posses de bola iniciadas no confronto com a defesa).

Tabela 13 – Frequência da lateralidade dos segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva – variação de desempenho da equipe do Barcelona ao longo dos jogos.

	BARXMAN	BARXCHE	CHEXBAR	BARXBAY	BAYXBAR	**TOTAL**
DIR	14	23	16	16	38	**107**
ESQ	17	26	29	15	27	**114**
CEN	7	11	4	1	5	**28**
NEU	12	12	25	19	23	**91**
TOTAL	**50**	**72**	**74**	**51**	**93**	**340**

DIR: lado direito; ESQ: lado esquerdo; CEN: corredor central; NEU: neutro, sem discriminação de lateralidade.

Os resultados da comparação entre a frequência das classes principais de segmentos (tabela 10) apresentam grande variação de frequência entre a maioria das classes principais de segmentos. Somente as classes de segmentos incompletos que não atingem o campo ofensivo (variação entre 20 a 26) e segmentos de retorno (41 a 61) apresentaram tendência de estabilidade.

Os resultados da comparação entre a frequência dos segmentos que chegaram à fase de penetração ou resultaram em ação ofensiva (tabela 11) apresentam grande variação na maioria das classes e subclasses que chegaram à fase de penetração ou resultaram em ação ofensiva.

Somente as subclasses lateral pelo centro (variação de 5 a 9), fora para dentro (variação de 5 a 8) e retorno para o confronto com o meio (variação de 2 a 5) apresentaram leve tendência de estabilidade.

Os resultados da comparação entre a frequência dos segmentos que resultaram em finalização (tabela 12) apresentam amostragem muito baixa que impossibilita comparação.

Os resultados da comparação entre a lateralidade da frequência dos segmentos que chegaram à fase de penetração ou resultaram em ação ofensiva (tabela 13) não apresentam tendência de estabilidade. Além disso, no somatório dos jogos também não ocorreu preferência entre os lados direito e esquerdo.

4.4 Comparação da variação do desempenho da equipe do Manchester durante o campeonato

As tabelas 14, 15, 16 e 17 apresentam os resultados das comparações:

Tabela 14 – Frequência entre as classes principais de segmentos – variação de desempenho da equipe do Manchester ao longo dos jogos.

		BARXMAN	ARSXMAN	MANXARS	MANXPOR	PORXMAN	**TOTAL**
	BG	8	7	5	5	13	**38**
INC MD	BP	23	18	26	25	26	**118**
	TOTAL	**31**	**25**	**31**	**30**	**39**	**156**
	BG	7	12	4	9	12	**44**
INC MO	BP	14	14	23	23	28	**102**
	TOTAL	**21**	**26**	**27**	**32**	**40**	**146**
	BG	8	23	12	10	19	**72**
JDISP	BP	12	25	19	9	25	**90**
	TOTAL	**20**	**48**	**31**	**19**	**44**	**162**
	BG	2	0	4	2	2	**10**
DIRETO	BP	3	5	5	5	2	**20**
	AOF	2	3	5	5	3	**18**
	TOTAL	**7**	**8**	**14**	**12**	**7**	**48**
	BG	6	4	8	6	11	**35**
PENETRAÇÃO	BP	14	8	21	16	6	**65**
	AOF	11	6	18	26	16	**77**
	TOTAL	**31**	**18**	**47**	**48**	**33**	**177**
	BG	0	0	1	1	1	**3**
DEFINIÇÃO/BP	BP	1	0	4	1	5	**11**
	AOF	14	13	9	15	12	**63**
	TOTAL	**15**	**13**	**14**	**17**	**18**	**77**
	MD	29	9	25	19	14	**96**
RETORNO	MO	15	8	11	10	13	**57**
	DA/DIR	4	3	5	3	3	**18**
	TOTAL	**48**	**20**	**41**	**32**	**30**	**171**
TOTAL GERAL		**173**	**158**	**205**	**190**	**211**	**937**

INC MD: segmentos sem penetração que não atingiram o campo ofensivo; INC MO: segmentos sem penetração que atingiram o campo ofensivo sem realização de ação ofensiva (cruzamento ou finalização); JDISP: jogo de disputa; DIR: jogo de penetração direta; PEN-AOF: segmentos com penetração (sem penetração direta) ou segmentos sem penetração que resultaram em ação ofensiva; DEF-BP: segmentos de definição ou por bola parada ofensiva; RETMD: segmentos que resultaram em retorno sem penetrar e atingir o campo ofensivo; RETMO: segmentos que resultaram em retorno atingindo o campo ofensivo, mas sem penetrar; RETDA segmentos que resultaram em retorno com penetração; BG: bola ganha; BP: bola perdida; AOF: ação ofensiva (cruzamento ou finalização); RET: retorno.

Tabela 15 – Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva – variação de desempenho da equipe do Manchester ao longo dos jogos.

	BARXMAN	ARSXMAN	MANXARS	MANXPOR	PORXMAN	**TOTAL**
Jogo Direto	7	8	14	12	7	**48**
MO	1	0	1	5	2	**9**
DEF - BJ	5	2	5	8	2	**22**
DEF - BP	9	11	4	7	10	**41**
Corredor	3	0	2	10	7	**22**
Dentro - Fora	5	2	2	7	4	**20**
Fora - Dentro	7	3	11	8	4	**33**
Lateral pelo centro	10	5	12	7	12	**46**
Central	4	6	15	4	3	**32**
RETM	0	0	7	2	2	**11**
Lado oposto	4	4	3	7	2	**20**
SEA	1	0	5	2	6	**14**
TOTAL	**56**	**41**	**81**	**79**	**61**	**318**

MO: ação ofensiva sem penetração (zona M do EOD campo ofensivo); DEF – BJ: definição por bola em jogo; DEF – BP: definição por bola parada; RETM: retorno para o confronto com meio de campo (posses de bola iniciadas no confronto com a defesa); SEA: sem movimentação da bola.

Tabela 16 – Frequência entre as classes e subclasses de segmentos que resultaram em finalização – variação de desempenho da equipe do Manchester ao longo dos jogos.

	BARXMAN	ARSXMAN	MANXARS	MANXPOR	PORXMAN	**TOTAL**
Jogo Direto	0	3	2	2	1	**8**
MO	1	0	1	2	2	**6**
DEF - BJ	3	1	2	3	2	**11**
DEF - BP	5	6	0	3	1	**15**
Corredor	0	0	1	0	0	**1**
Dentro - Fora	0	1	0	0	2	**3**
Fora - Dentro	2	0	3	2	2	**9**
Lateral pelo centro	1	0	3	1	0	**5**
Central	1	1	1	0	1	**4**
RETM	0	0	0	0	0	**0**
Lado oposto	0	1	1	0	0	**2**
TOTAL	**13**	**13**	**14**	**13**	**11**	**64**

MO: ação ofensiva sem penetração (zona M do EOD campo ofensivo); DEF – BJ: definição por bola em jogo; DEF – BP: definição por bola parada; RETM: retorno para o confronto com meio de campo (posses de bola iniciadas no confronto com a defesa); SEA: sem movimentação da bola.

Tabela 17 - Frequência de lateralidade dos segmentos que chegaram à penetração ou ação ofensiva – variação de desempenho da equipe do Manchester ao longo dos jogos.

	BARXMAN	ARSXMAN	MANXARS	MANXPOR	PORXMAN	**TOTAL**
DIR	24	10	19	23	19	**95**
ESQ	21	16	23	30	26	**116**
CEN	1	4	8	5	2	**20**
NEU	10	11	31	21	14	**87**
TOTAL	**56**	**41**	**81**	**79**	**61**	**318**

DIR: lado direito; ESQ: lado esquerdo; CEN: corredor central; NEU: neutro, sem discriminação de lateralidade.

Os resultados da comparação entre a frequência das classes principais de segmentos (tabela 14) apresentam tendência de variação da frequência entre a maioria das classes principais dos segmentos. Somente as classes definição (bola em jogo mais bola parada) (variação entre 13 e 18) e segmentos incompletos sem alcançar o campo ofensivo que termina em bola perdida (18 a 26) apresentaram alguma tendência de estabilidade.

Os resultados da comparação entre a frequência dos segmentos que chegaram à fase de penetração ou resultaram em ação ofensiva (tabela 15) apresentam tendência de variação entre

todas as classes e subclasses de segmentos que chegaram à fase de penetração ou resultaram em ação ofensiva.

Os resultados da comparação entre a frequência dos segmentos que resultaram em finalização (tabela 16) apresentam amostragem muito baixa que impossibilita comparação.

Os resultados da comparação entre a lateralidade da frequência dos segmentos que chegaram à fase de penetração ou resultaram em ação ofensiva (tabela 17) apresentam leve tendência para a preferência do lado esquerdo. Esta tendência é mantida na comparação no somatório dos jogos (lado esquerdo 116, lado direito 95).

4.5 Comparação da zona de início da posse de bola com o desenvolvimento dos segmentos

A tabela 18 apresenta os resultados da comparação entre classes e subclasses intermediárias de acordo com a zona de início:

Tabela 18 – Frequência entre classes e subclasses intermediárias de acordo com a zona do EOD de início.

	BG	BP	AOF	RET	TOTAL
F	**250**	**435**	**99**	**231**	**1015**
SEA	29	53			82
JDISP	108	134			242
DIR	18	30	27	5	80
PMD	26	63		133	222
PMO	37	95	11	79	222
PEN	32	60	61	14	167
MD	**62**	**138**	**27**	**96**	**323**
SEA	26	53			79
SIMPLES				66	66
JDISP	10	12			22
DIR	4	9	9	1	23
PMD	5	18		14	37
PMO	11	33	1	9	54
PEN	6	13	17	6	42
MO	**86**	**140**	**108**	**89**	**423**
SEA	33	64			97
SIMPLES			44	58	102
JDISP	4	2			6
DIR	1	1	1		3
PMO	22	27	11	21	81
PEN	26	46	52	10	134
DA	**17**	**33**	**92**	**9**	**151**
SEA	7	19			26
JDISP		1			1
SIMPLES			21	9	30
RETM	6	10	6		22
BPAR	4	3	65		72
TOTAL	**415**	**746**	**326**	**425**	**1912**

F: fora do espaço de ocupação defensiva; MD: no confronto com o meio de campo no campo de defesa; MO: no confronto com o meio de campo no campo de ataque; DA: no confronto com a defesa (ou atrás); SEA: segmentos sem movimentação; PMD: segmentos sem penetração que NÃO atingiram o campo ofensivo; PMO:

segmentos sem penetração que atingiram o campo ofensivo; JDISP: jogo de disputa; DIR: jogo de penetração direta; PEN: segmentos com penetração (sem penetração direta); SIMPLES: segmentos de definição sem circulação da bola; RETM: segmentos com retorno para o confronto com meio de campo (posses de bola iniciadas no confronto com a defesa); BPAR: segmentos que se iniciam com bola parada ofensiva; BG: bola ganha; BP: bola perdida; AOF: ação ofensiva (cruzamento ou finalização); RET: retorno.

Os resultados da comparação da frequência de segmentos entre as zonas de início da posse de bola com o desenvolvimento dos segmentos apresentam:

- A zona F apresenta a maior frequência de segmentos (1015), mesmo excluindo os segmentos posteriores aos de retorno (1015 – 425 = 590). A segunda maior frequência ocorre na zona M no campo ofensivo (423), seguido da zona M no campo defensivo (323) e, por último a zona DA (151).
- Os segmentos que resultam em ação ofensiva têm maior porcentagem de ocorrência na zona DA (92 de 151, aproximadamente 61%), seguido da zona M no campo ofensivo (108 de 423, aproximadamente 25,5%) e as zonas F e M no campo defensivo que apresentam respectivamente (99 de 1015, aproximadamente 9,8% e 27 de 323, aproximadamente 8,4%).
- Os segmentos que resultam em retorno têm maior porcentagem de ocorrência na zona M no campo defensivo (96 de 323, aproximadamente 29,7%), seguido das zonas F e M defensivo que apresentam respectivamente (231 de 1015, aproximadamente 22,7% e 89 de 423, aproximadamente 21%) e, por último, a zona DA que apresenta (9 de 151, aproximadamente 5,9%).
- Os segmentos que resultam em jogo de disputa têm maior porcentagem de ocorrência na zona F (242 de 1015, aproximadamente 23,8%) seguida da zona M no campo defensivo (22 de 323, aproximadamente 6,8%), seguido da zona M no campo ofensivo (6 de 423, aproximadamente 1,4%) e zona DA (1 de 151, aproximadamente 0,6%).
- Os segmentos que resultam em jogo direto têm maior probabilidade de ocorrência nas zonas F e M no campo defensivo que apresentam respectivamente (80 de 1015, aproximadamente 7,9% e 23 de 323, aproximadamente 7,1%), seguido da zona M no campo ofensivo (3 de 423, aproximadamente 0,7%). A zona DA não apresenta a possibilidade de jogo direto.
- Os segmentos que não resultam em movimentação da bola tem maior porcentagem de ocorrência nas zonas na M do campo defensivo e M do campo ofensivo que apresentam respectivamente (79 de 323, aproximadamente 24,4% e 97 de 423, aproximadamente 22,9%), seguido da zona DA (26 de 151, aproximadamente 17,2%) e, por último, zona F (82 de 1015, aproximadamente 8,1%).

5. DISCUSSÃO

5.1 Metodologia

5.1.1 Processo de análise

O processo de análise de um jogo dos ECI com perspectiva de sistema dinâmico necessita ser construído com várias etapas de elaboração, que vão desde a descrição de um momento do jogo (descrição de um evento ou estado), integração dos indicadores descritivos com o modelo semântico (fases do jogo), partição do jogo em sequência de eventos elementares (dinâmicas elementares) e definição dos critérios de classificação dos segmentos (sequência de eventos) de acordo com o modelo semântico do jogo (fases do jogo) para que ocorra identificação de um acontecimento importante à sua compreensão. São duas etapas importantes, definição das dinâmicas e agrupamento (integração) das dinâmicas (classificar os elementos de acordo com a semântica do jogo).

Para atender esta necessidade o processo de análise de jogo proposto neste trabalho foi realizado através da integração de diversos modelos específicos: semântico do jogo (fases do jogo), de descrição dos eventos (descrição dos estados), de definição dos segmentos e de agrupamento dos segmentos. São muitos modelos e muitas integrações, isto torna a elaboração do processo de análise muito complexa. Esta pode ser uma das principais razões para a escassez de modelos dinâmicos dos jogos dos ECI e um dos pontos fortes, se não for o ponto mais forte, deste trabalho.

Na literatura trabalhos com metodologias e objetivos similares não conseguiram operacionalizar todo o processo. Lamas (2012) elaborou modelos de descrição dos eventos e da dinâmica do jogo (modelo semântico), mas não aprofundou a relação do modelo de descrição dos eventos (micro) com relação ao modelo semântico do jogo (macro). Os dois modelos decompõe o jogo com perspectivas muito diferentes trazendo necessidade de agrupamento dos estados do nível micro ou decomposição das fases do nível macro para estruturar a relação entre eles. Além disso, na análise de sua pesquisa foram utilizadas classes dinâmicas específicas a duas situações (criação de espaço e proteção de espaço) no jogo de basquete, estas situações não foram inseridas nos modelos, principalmente em relação ao modelo macro. Isto dificulta a contextualização desta situação específica com a dinâmica do jogo em geral. Outro problema operacional é que, apesar de serem muito bem descritas, as

classes dinâmicas específicas foram detectadas subjetivamente, sem utilizar regras de agrupamento (gramáticas) para identificação das dinâmicas.

No estudo de Seabra (2010) o processo de análise não foi baseado em um modelo dinâmico do jogo geral, mas em um modelo empírico. A partir deste modelo foram elaboradas classes dinâmicas específicas de penetração à última linha do sistema defensivo adversário. Da mesma maneira que aconteceu no estudo de Lamas (2012), a falta de conceptualização com a dinâmica do jogo em geral também dificultou a contextualização das classes dinâmicas criadas com a dinâmica geral do jogo.

Baseado nas limitações dos estudos citados, a elaboração e estruturação das classes de agrupamento (agrupamento dos segmentos, classes principais de segmentos e suas respectivas subclasses) utilizadas neste trabalho parece ser um avanço operacional no processo de análise de desempenho nos ECI e no futebol.

5.1.2 Modelo adaptado à linguagem de descrição dos eventos de Seabra (2010)

O modelo semântico do jogo (modelo de fases) adaptado a linguagem de descrição dos eventos de Seabra (2010) (modelo base para criação das classes de agrupamento dos segmentos) apresentou aspectos positivos e negativos na discriminação dos eventos do jogo de futebol. Vela ressaltar que o modelo de descrição dos eventos de Seabra (2010) descreve de maneira aprofundada a localização dos eventos com dois indicadores de posicionamento (localização em relação ao campo de jogo e EOD), mas de maneira muito superficial a relação entre ataque e defesa (só o EOD).

Como aspecto positivo do modelo está a capacidade descritiva das zonas de circulação da bola. Apesar de ser muito simples, permitindo dividir a fase de ataque e defesa em apenas três subfases (sem penetração, penetração e finalização), a capacidade descritiva de diferenciação das zonas de circulação da bola possibilitou a criação de diferentes classes de transição (diferentes caminhos) entre a subfase sem penetração e penetração. A análise da frequência de utilização destas classes pode ser um eficiente indicador da forma que as equipes têm preferência em realizar a penetração.

Como aspecto negativo está a simplificação da fase de ataque e defesa em somente três subfases (sem penetração, penetração e finalização). Esta forma de decomposição mais superficial não permite discriminação de uma situação muito importante do confronto, o desequilíbrio entre as equipes. A situação de desequilíbrio representa um momento muito importante onde realmente acontece vantagem de uma equipe sobre a outra (tanto na defesa

como no ataque). Sem poder discriminar o desequilíbrio, foi utilizado como medida de "sucesso" na fase de ataque e defesa a ocorrência de penetração ou ação ofensiva, que são indicadores muito superficiais de representação do equilíbrio, o que limita bastante o significado dos resultados obtidos.

É importante salientar que o modelo de descrição dos eventos de Seabra (2010) foi utilizado neste trabalho com o intuito de facilitar a definição dos segmentos e elaboração das classes de agrupamento. Por realizar a descrição dos eventos de forma mais simplificada, ele diminui o número de possibilidades de decomposição, e consequentemente, o número de classes elementares de segmentos facilitando o seu agrupamento. Como o processo de definição e agrupamento foi realizado sem nenhuma referência prévia como modelo, optou-se por realizar os processos com um modelo de descrição dos eventos mais simples. Apesar de facilitar o processo, esse é um fator limitante da metodologia. E esta limitação precisa ser minimizada em estudos futuros.

5.1.3 Definição dos segmentos

A definição dos acontecimentos do jogo dos ECI em segmentos com começo, meio e fim delimitados é muito escasso na literatura, talvez nem tenham pesquisas deste tipo (ao menos não foi encontrado nenhum estudo com metodologia parecida). Por esta razão o processo de elaboração da definição dos segmentos foi realizado sem suporte de referência. Este fato dificultou bastante a sua elaboração.

De modo geral, parece que a definição dos segmentos nas classes elementares foi eficiente na sua discriminação. Foram criados 1281 tipos de classes elementares de segmentos para cada equipe, com partição bem definida entre elas (nenhum segmento foi classificado em duas classes diferentes, com exceção do cruzamento com finalização, realizado de maneira proposital) e com completude satisfatória. Apesar disto, ocorreram algumas simplificações que diminuíram o potencial descritivo do modelo.

A primeira delas está relacionada com a falta de discriminação das zonas de localização do campo de jogo dos eventos que ocorreram nas zonas de confronto com a defesa (e atrás dela) do EOD (Dc, Dp, Ac e Ap). Os eventos que acontecem dentro destas zonas tem grande probabilidade de representar um evento significativo durante a circulação da bola, pois representam a fase de penetração. A representação superficial da localização destes eventos no campo de jogo empobrece demasiadamente o detalhamento das zonas, e consequentemente, a diferenciação dos segmentos. Vale destacar que esta simplificação

ocorreu pela dificuldade de classificar os segmentos de acordo com a sua zona de localização da penetração.

Outra simplificação importante foi denominada de “regra da primeira penetração”. Esta regra simplifica o desenvolvimento dos segmentos somente em relação à primeira penetração, após isso todos os eventos posteriores não são diferenciados até ocorrer um evento que indica finalização do segmento. Com isso muitos trechos de circulação da bola que poderiam ter importância na descrição da forma de jogar das equipes não são identificados. Da mesma maneira que a simplificação da localização das zonas de confronto com a defesa do EOD, esta simplificação ocorreu pela dificuldade de classificar os segmentos com muitos tipos de penetração.

A “regra da volta” também simplificou o desenvolvimento dos segmentos. Mas, ao contrário das outras simplificações esta regra não diminui tanto o potencial descritivo do modelo. A “regra da volta” limita a direção do segmento em apenas um sentido lateral, com isso qualquer circulação no sentido contrário da primeira movimentação é omitida. Como a maioria dos segmentos não apresentam tantas mudanças de sentido (entre corredores laterais e verticais) ao longo de seu desenvolvimento esta regra não teve tanto poder limitador.

E como último fator limitante está a falta de estruturação de algumas classes elementares. Isto acontece nos casos de penetração direta, subclasses de lateralidade que chega à penetração e nas subclasses que chegam à penetração com variação entre centro e periferia do EOD (fora para dentro e dentro para fora). Estas classes e subclasses poderiam ser mais decompostas até atingir o nível de detalhamento das outras, fazendo surgir novas classes elementares a partir delas. Mas esta decomposição não foi realizada neste primeiro momento pelo motivo de que a estruturação destas classes elementares não acarretaria em aprofundamento da semântica do modelo.

O modelo de decomposição utilizado neste trabalho pode ter sido algo inédito no campo da modelação e análise de jogo dos ECI. Por esta razão, mesmo com algumas limitações, ele pode ser uma contribuição importante nesta área do conhecimento. Mas é preciso destacar que ele foi só a primeira versão desta forma de classificação podendo ser muito mais aprimorado.

5.2 Aplicação

A aplicação deste trabalho utilizou como objeto de análise a contagem da frequência de dinâmicas (classes de sequências de ações). A utilização deste tipo de objeto de análise é bem escassa na literatura e isto faz do experimento deste trabalho apresentar um aspecto inovador.

Foram realizados quatro níveis de comparação entre os segmentos: um nível mais geral (classes principais) que representa a frequência das transições entre as fases de sem penetração, penetração e finalização, além das frequências dos segmentos incompletos, sem transição entre as fases sem penetração e penetração. Um nível específico aos tipos de transições entre as fases sem penetração e penetração (além de sem penetração com ação ofensiva). Um nível mais específico às transições que chegaram à fase de finalização. E um nível mais geral decomposto pela zona de início dos segmentos (para comparar a influência da zona de início sobre o desenvolvimento dos segmentos) que representam algumas subclasses gerais que são base para as classes principais.

A comparação entre os tipos de penetração teve o intuito de discriminar os segmentos de sucesso. Mas, como foi dito anteriormente, esta aproximação é bem superficial, pois não consegue identificar as situações de desequilíbrio. Na literatura são encontrados diversos indicadores para representar as situações de sucesso, como oportunidades de gol, posse de bola no campo ofensivo e posse de bola na grande área, mas nenhuma delas consegue representar as situações de sucesso satisfatoriamente (BALLESTEROS; PEÑAS; REY, 2012). Aprimorar os indicadores de representação de desequilíbrio é um dos principais desafios da nossa área.

Outro nível de comparação que apresenta limitação é o das finalizações. Pois segundo Pollard, Ensum e Taylor (2004) três fatores influenciam a probabilidade de conversão de gols pelas finalizações: distância do gol, ângulo de chute e distância do marcador do jogador finalizador. Assim a simples discriminação dos segmentos que resultaram em finalização, como foi realizado neste trabalho, vai desconsiderar as probabilidades de conversão em gol de cada finalização realizando uma análise muito simplificada.

5.2.1 Discussão dos resultados da aplicação

Os resultados da aplicação foram analisados através da análise da frequência das dinâmicas. Esta forma de análise restringe as conclusões do estudo à detecção de tendências, diminuindo o potencial de comparação entre os grupos e a generalização dos resultados. Este método foi utilizado pelo desconhecimento do tamanho ideal de amostra para realizar um tratamento de dados mais aprofundado e pelo objetivo do trabalho que é de verificar a utilidade da metodologia na produção de indicadores que caracterizem a forma de jogar das equipes (e não comparar a forma de jogar das equipes).

5.2.1.1 Comparação de desempenho do Barcelona e Manchester ao longo do campeonato

A comparação dos desempenhos entre as equipes do Barcelona e Manchester ao longo do campeonato mostraram algumas tendências de diferenciação entre as equipes. Em relação à dinâmica geral do jogo a equipe do Manchester perdeu mais a bola sem progredir ao campo ofensivo (118 contra 69) e utilizou mais o jogo aéreo (162 contra 109). Enquanto que a equipe do Barcelona perdeu mais a bola com progressão ao campo ofensivo sem chegar à fase de penetração (176 contra 146) e utilizou mais o jogo de retorno (254 contra 171), principalmente nos retornos que progridem ao campo ofensivo (110 contra 57). As outras classes principais não apresentaram tendência de diferença, principalmente às relacionadas com penetração ou ação ofensiva.

Estes resultados apresentam alguns indícios que a Equipe do Barcelona consegue conservar a posse da bola mais do que a equipe do Manchester, pois consegue circular a bola mais no campo ofensivo, com maior utilização de retorno e com menor utilização de jogo aéreo (jogo de disputa). Mas esta "superioridade em conservar a bola" não refletiu em maiores frequências de penetrações e ações ofensivas. Conclusões mais aprofundadas não podem ser realizadas pela limitação do modelo (não identifica a relação de ataque e defesa), pelo tratamento dos dados e por as equipes jogarem contra adversários diferentes.

Em relação ao tipo de penetração as duas equipes apresentaram tendência de atingir a fase de penetração ou ação ofensiva por jogo direto e definição através de bola parada. Esta tendência pela bola parada ajuda a explicar a grande porcentagem de gols decorrentes deste tipo de jogada durante as competições, como na última Copa do Mundo, 35 gols de 145, aproximadamente 24,1% do total) (FIFA, 2010).

Na comparação entre as duas equipes, a de Manchester utilização mais a subclasse lateral pelo centro (segunda preferida com 46 segmentos) enquanto que a equipe do Barcelona teve preferência pela subclasse central (terceira preferida com 42 segmentos). Além disso, a equipe de Manchester utilizou mais o jogo de corredor do que a equipe do Barcelona (22 contra 11) e menos pelo jogo de lado oposto (20 contra 34). Estas tendências de diferenças dão indícios que as subclasses de penetração ou ação ofensiva podem ser eficientes para discriminar a forma de jogar das equipes. A tendência de utilização pela equipe do Barcelona pela penetração central também foi verificada no estudo de Seabra (2010).

Em relação à análise dos segmentos que resultaram em finalização, as duas equipes apresentaram preferência em finalizar através de definição por bola parada e por bola em jogo (Barcelona 19 e 13 e Manchester 15 e 11 respectivamente). Esta tendência é mais um indício

que ajuda a explicar a grande ocorrência de gols provenientes de bola parada. Além disso, a equipe do Barcelona apresentou preferência em finalizar através de penetração central (10) enquanto que a equipe de Manchester apresentou preferência em finalizar através da subclasse fora para dentro (9). Estas tendências são mais alguns indícios que o modelo pode oferecer indicadores de discriminação da forma de jogar das equipes.

5.2.1.2 Comparação Barcelona x Manchester Confronto

A comparação entre as Equipes do Barcelona e Manchester no jogo final (confronto) apresentou tendências diferentes em relação ao desempenho do campeonato na dinâmica geral do jogo, mas manutenção de algumas tendências em relação ao tipo de penetração.

Em relação à dinâmica geral, a única tendência que se manteve com o desempenho do campeonato foi a maior frequência de bolas perdidas que não atingiram o campo ofensivo pela equipe do Manchester (23 contra 14). Já a frequência do número de retornos foi maior na equipe de Manchester (48 contra 41) e a utilização de jogo aéreo foi maior na equipe do Barcelona (34 contra 20), tendência oposta com o desempenho do campeonato. Isto pode ser um indício que a dinâmica do jogo final foi diferente do que aconteceu no restante do campeonato.

Em relação ao tipo de penetração as duas equipes apresentarem preferência similar ao do campeonato, com o Barcelona tendo preferência pelo jogo central (12) e a equipe de Manchester pela penetração lateral pelo centro (10). Além disso, a equipe de Manchester apresentou maior frequência pela penetração por definição de bola parada (9 contra 5). Estas tendências dão indícios que, apesar a dinâmica geral ser alterada, algumas características das equipes se mantiveram.

Em relação à frequência de segmentos que resultaram em finalização, a definição por bola parada teve a maior ocorrência da amostra no somatório das duas equipes (8 de 24, mais ou menos 33% do total), mais um indício da importância da bola parada na obtenção dos gols. Outras tendências não são possíveis de detectar pelo pequeno tamanho da amostra.

5.2.1.3 Comparação variação de desempenho Barcelona

A comparação da variação do desempenho da equipe do Barcelona aprtesentou grande variação entre a maioria das classes de análise em todos os níveis de comparação. Apenas a ocorrência de segmentos incompletos que não atingem o campo ofensivo (variação de 20 a

26), as classes de retorno (41 a 61) e as subclasses de penetração lateral pelo centro (5 a 9), fora para dentro (5 a 8) e retorno para o confronto com o meio (2 a 5) apresentaram leve tendência de estabilidade. Quanto à lateralidade dos segmentos de penetração ou ação ofensiva também não houve tendência de estabilidade e nem preferência da utilização de um lado em relação ao outro. Estes resultados dão indícios que o desempenho da equipe é muito influenciado pela oposição, ou que cada equipe utiliza uma forma específica de jogar (plano de jogo) para cada confronto, levando em conta as condições de mando de jogo, resultado parcial do confronto entre outras.

5.2.1.4 Comparação variação de desempenho Manchester

A comparação da variação de desempenho da equipe do Manchester mostrou tendência semelhante à equipe do Barcelona, com a maioria das classes e subclasses não apresentando estabilidade. Somente as classes de definição (bola em jogo mais bola parada) (13 a 18) e segmentos incompletos sem atingir o campo ofensivo que resultam em bola perdida (18 a 26) apresentaram pequena tendência de estabilidade. Em relação à lateralidade dos segmentos de penetração ou ação ofensiva, ocorreu leve preferência pelo lado esquerdo em relação ao direito. Esta tendência se manteve no somatório dos jogos (lado esquerdo 116, lado direito 95). Estes resultados corroboram as conclusões feitas com a variação de desempenho da equipe do Barcelona.

5.2.1.5 Comparação zona de início dos segmentos

A comparação da zona de início da posse da bola com o desenvolvimento de sua sequência já foi objeto de estudos em alguns trabalhos na literatura, diferente dos outros resultados. Isto permite que os resultados, apesar de utilizarem modelos de referência diferentes, sejam comparados com trabalhos já existentes (diferente dos outros tópicos da discussão).

Em relação à ocorrência de frequências, houve maior tendência dos segmentos se iniciarem na zona F, mesmo excluindo os segmentos de retorno (1015 – 425 = 590). Depois, a zona M no campo ofensivo (423), zona M no campo defensivo (323) e zona DA (151). Estas tendências podem ser resultado da utilização de jogo de segurança pelas equipes, que em situações de risco de perder a bola, preferem realizar passes longos menos precisos longe do seu gol (que resulta geralmente em recuperação da bola pela outra equipe em uma zona mais

afastada). Além disso, a baixa tendência de ocorrência de início dos segmentos na zona M defensivo pode ser resultado das situações de bola parada (principalmente os tiros livres), pois quando a retomada da posse da bola por bola parada acontece na zona M no campo defensivo, no tempo entre a infração e a cobrança da infração a equipe adversária retorna para seu campo de defesa fazendo o reinício da posse de bola acontecer na zona F.

Com relação aos segmentos que resultam em ação ofensiva, a zona de início em DA apresentou maior porcentagem de segmentos (92 de 151, mais ou menos 60%), seguido da zona M no campo ofensivo (108 de 423, mais ou menos 25%) e as zonas F e M no campo defensivo que apresentam respectivamente (99 de 1015, um pouco menos de 10% e 27 de 323, em torno de 9%). Apesar disso, em números absolutos a zona F, a zona M no campo ofensivo e a zona DA apresentaram mesma tendência de frequência.

Estas tendências de porcentagem são corroboradas em parte por Ballesteros, Peñas e Rey (2012) que evidenciaram maior porcentagem de alcance da zona de finalização conforme o início da posse de bola seja mais perto do campo ofensivo, dando razão aos que defendem o estilo de jogo direto. Mas, a análise das frequências absolutas dão indícios que as posses de bola que se iniciam na zona F apresentam grande ocorrência de ações ofensivas (apesar de probabilidade menor), isto corrobora com as conclusões de Hughes e Franks (2005) que independente da zona de início e estilo de jogo é possível ter várias formas diferentes para ter sucesso no confronto.

Com relação aos segmentos que resultam em retorno, a maior porcentagem de ocorrência aconteceu na zona M no campo defensivo (96 de 323, aproximadamente 29,7%), seguido das zonas F e M no campo ofensivo que apresentam respectivamente (231 de 1015, aproximadamente 22,7% e 89 de 423, aproximadamente 21%) e, por último, a zona DA que apresenta (9 de 151, aproximadamente 6%). Estas tendências dão indícios de que quando as posses de bola se iniciam no confronto com o meio no campo defensivo existe uma preferência em recomeçar o jogo e realizar um novo ataque a partir de situação com menor pressão. Diferente do que acontece com o inicio da posse da bola no confronto com a defesa, onde a preferência pelo retorno é muito pequena, pois probabilidade de realizar uma ação ofensiva é muito grande. Conclusões mais detalhadas não são possíveis pela falta de indicadores de relação da defesa com o ataque, mais especificamente da organização defensiva da equipe sem a posse da bola.

Com relação aos segmentos que resultam em jogo de disputa a maior porcentagem de ocorrência acontece na zona F (242 de 1015, aproximadamente 23,6%) seguida da zona M no campo defensivo (22 de 323, aproximadamente 6,8%), zona M no campo ofensivo (6 de 423,

aproximadamente 1,4%) e zona DA (1 de 151, aproximadamente 0,7%). Esta tendência é esperada, pois nas zonas mais ofensivas é possível “arriscar” mais (pela grande distância de seu gol) e optar por uma forma mais precisa de circular a bola. Um fato interessante é que quase 90% dos segmentos que resultam em jogo de disputa (jogo aéreo) se iniciam na zona F, mostrando forte preferência por retornar a bola para a defesa para realizar a ação. Isto pode ser explicado pela necessidade de maior espaço e tempo para realizar o passe longo (retorno para a zona com menor pressão).

Com relação aos segmentos que resultam em jogo direto a maior probabilidade de ocorrência acontece nas zonas F e M no campo defensivo que apresentam respectivamente (80 de 1015, aproximadamente 7,9% e 23 de 323, aproximadamente 7,1%), seguido da zona M no campo ofensivo (3 de 423, aproximadamente 0,7%). A zona DA não apresenta a possibilidade de jogo direto. Esta tendência é esperada também, pois as zonas mais adiantadas necessitariam recuar a bola para realizar a penetração por jogo direto, que necessitaria de maior elaboração.

Com relação aos segmentos que não resultam em movimentação da bola (perda da bola sem progressão ou mobilidade) a maior porcentagem de ocorrência acontece nas zonas M do campo defensivo e M do campo ofensivo que apresentam respectivamente (79 de 323, aproximadamente 24,4% e 97 de 423, aproximadamente 22,9%), seguido da zona DA (26 de 151, aproximadamente 17,2%) e, por último, zona F (82 de 1015, aproximadamente 8,1%). Estas tendências dão indícios que a recuperação da bola no confronto com o meio de campo (tanto faz no campo ofensivo ou defensivo) apresenta maior probabilidade de pressão da equipe adversária. Conclusões mais aprofundadas não podem ser realizadas pela falta de indicadores que discriminam a pressão sobre o jogador com a posse da bola.

Em síntese a análise da influência da zona de início da posse da bola sobre o desenvolvimento de sua sequência dá indícios que o local de início tem bastante influência no seu resultado. Esta característica do jogo, apesar de ser em uma amostra limitada de duas equipes, pode dar suporte para a formulação de estratégias de retomada da posse da bola. Além disso, a discriminação da variabilidade de ocorrência de frequência entre as classes de segmentos de acordo com sua zona de início é mais um indício que o modelo de análise proposto nesta dissertação pode ser uma ferramenta eficiente para identificação de aspectos relevantes para compreensão do jogo de futebol.

6. CONCLUSÃO

A modelação dinâmica do jogo de futebol proposta neste trabalho parece ter sido eficiente na produção de indicadores que caracterizem o desempenho das equipes e a dinâmica do jogo em geral com base em um sistema dinâmico categórico. Ela simplificou o jogo em sistema dinâmico categórico e apresentou alguns pontos inovadores na sua forma de elaboração (integração operacional entre o modelo semântico, modelo de descrição dos eventos, de definição dos segmentos e agrupamento dos segmentos) e de objeto de análise (frequência de segmentos). Estes dois pontos inovadores parecem ser um avanço metodológico na análise de jogo dos ECI e futebol. Apesar disso, ele apresenta simplificações importantes que limitam o alcance dos seus resultados, principalmente na identificação das situações de desequilíbrio entre as equipes.

De modo geral, o processo de elaboração do modelo apresentou uma contribuição muito maior para o campo da análise e modelação dos ECI e futebol do que o próprio modelo. Pois ele ainda é muito simplificado em alguns pontos. Para continuar avançando no conhecimento sobre o jogo dos ECI e futebol é necessário aprimorar os modelos elementares (semântico, de descrição dos eventos, de definição e agrupamento dos segmentos) que constituem o modelo geral. E talvez, com este aprimoramento seja possível apresentar uma ferramenta inovadora na análise de desempenho das equipes que pode ajudar no aprimoramento dos meios de treinamento e da organização do jogo.

7. PROPOSTA PARA COMPLEMENTO DO MODELO

Neste último tópico da dissertação serão apresentadas propostas necessárias para o aprimoramento do modelo, para que ele consiga se adequar ao modelo semântico aprofundado do jogo de futebol proposto neste trabalho.

7.1 Modelo de descrição dos eventos

A linguagem de descrição dos eventos que suportou o modelo geral foi o mesmo do estudo de Seabra (2010). Nelanão são contemplados indicadores que caracterizam o comportamento da defesa o que impossibilita identificar os momentos de pressão da defesa sobre o ataque e os momentos que ocorrem desequilíbrio da defesa. Para aprimora-la é proposta a criação de categorias que caracterizem a pressão sobre o jogador portador da bola, cobertura do gol da equipe adversária e cobertura ao jogador portador da bola. Além disso, é proposta a criação de categorias que caracterizem a movimentação do jogador antes de receber a bola.

Outro ponto importante que precisa ser aprimorado é relacionado com a descrição das ações. Como sugestão são propostas a criação de quatro tipos de ações:

- Condução: ato de progredir com a bola sem fintar (driblar) nenhum adversário.
- Corta – luz: ato de deixar a bola passar propositalmente para seu companheiro de equipe.
- Jogo de segurança: ato de jogar a bola para fora propositalmente (tendo total controle da mesma) nos momentos em que está sobre pressão com o intuito de evitar a perda da bola com o jogo em andamento.
- Bola levantada na área: ato de jogar a bola na área para a disputa sem estar na região da linha de fundo.

Além destas inclusões, é importante ressaltar que é necessário registrar os eventos minuciosamente com a realização das ações. Evitando o aparecimento de ações ocultas, como a ação de recepção no passe de primeira e as ações de jogo aéreo, passe e cruzamento nas ações de reinício de jogo.

7.2 Definição dos segmentos (dinâmicas)

A definição dos segmentos deste trabalho apresentou algumas simplificações que impediram de discriminar alguns eventos que poderiam ser úteis na caracterização da forma de jogar das equipes.

Dentre as alterações é proposto:

- Aprofundamento da discriminação das zonas do campo de jogo nas zonas de confronto com a defesa (ou atrás) do EOD para poder identificar a variação da circulação da bola dentro destas zonas do EOD.
- Detalhamento das penetrações posteriores à primeira penetração. Para poder identificar as movimentações da bola depois da primeira penetração.
- Decomposição das classes elementares mais superficiais (no caso das classes de jogo direto, subclasses de lateralidade com penetração e nas subclasses de movimentação entre dentro e fora do EOD com penetração, fora para dentro e dentro para fora). Com intuito de aprimorar a comparação entre as subclasses de penetração.
- Detalhamento do início e final dos segmentos: Para poder possibilitar a discriminação do tipo de início em bola em jogo, bola parada (qual tipo) e recuperação e tipo de final, principalmente nas situações de bola parada, tanto perdida (falta, lateral, impedimento, entre outras), como ganha (lateral, falta, escanteio, entre outras).

7.3 Agrupamento dos segmentos

Com relação ao agrupamento dos segmentos é sugerida a elaboração de categorias maiores que contemplem mais de uma posse de bola nas situações em que ocorra ganho por bola parada ou perda por bola em jogo incompleta (ou ganho por bola em jogo). Por exemplo, uma situação de definição poderia ser decomposta em recuperação após cruzamento, recuperação após finalização ou recuperação de bola em jogo proveniente de jogo de disputa.

REFERÊNCIAS

ANGUERA, M. T. A.; VILLASEÑOR, A. B.; LÓPEZ, J. L. L.; MENDO, A. H. La metodologia observacional em el deporte: conceptos básicos. **EFDeportes.com** Revista digital, V. 24, agosto, 2000. Disponível em <http://www.efdeportes.com/efd24b/obs.htm> Acesso em: 10 de janeiro de 2014.

ARAUJO, D. O desenvolvimento da competência táctica no desporto: o papel dos constrangimentos no comportamento decisional. **Motriz**, v.15, nº 3, p.537 – 540, Rio Claro, 2009.

BALLESTEROS, J. L.; PEÑAS, C. L.; REY, E. The effect of playing tactics and situational variables on achieving score-box possessions in a professional soccer team**. Journal of Sports Sciences**, v. 30, nº 14, p. 1455 – 1461, 2012.

BARLETT, R.; BUTTON, C.; ROBINS, M.; DUTT-MAZUMDER, A.; KENNEDY, G. Analysing Team Coordination Patterns from Player Movement Trajectories in Soccer: Methodological Considerations. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 12, nº 2, p. 398 – 424. Cardiff, 2012.

BATE, R. **Football chance: tactics and strategy.** In Science and Football I. Eds.; REILLY, T.; LEE, A.; DAVIDS, K.; MURPHY, W. Londres, E. & F. N. Spon , 1988.

BAYER, C. **La ensenãnza de los juegos deportivos coletivos.** Barcelona, Editorial Hispano Europea, 1986.

BORRIE, A.; JONSSON, G. K.; MAGNUSSON, M. S. Temporal pattern analysis and its applicability in sport: an explanation and exemplar data. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, nº 10, p. 845 – 852, 2002.

CASTELO, J. F. F. **Fútbol. Estructura y dinámica del juego.** INDE, Barcelona, 1999.

COLLET, C. The possession game? A comparative analysis of ball retention and team success in European and international football, 2007–2010. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, nº 2, p. 123 – 136, 2013.

COSTA, I.; GARGANTA, J.; GRECO, P.; MESQUITA, I. Princípios Táticos do Jogo de Futebol: Conceitos e Aplicações. **Motriz**, v. 15, nº 3, p. 657 – 668, Rio Claro, 2009.

COSTA, I. **Comportamento Tático no Futebol: Contributo para a Avaliação do Desempenho de Jogadores em Situações de Jogo Reduzido.** 2010. 266 f. Tese de doutorado – Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade do Porto, Porto, 2010.

CRANACH, M. V.; KALBERMATTEN, U.; INDERMÜHLE, K.; GUGLER, B. **Goal-direct Action**. Londres, Academic Press, 1982.

DUARTE, R.; ARAÚJO, D.; CORREIA, V.; DAVIDS, K. Sports Teams as Superorganisms Implications of Sociobiological Models of Behaviour for Research and Practice in Team Sports Performance Analysis. **Sports Medicine**, v. 42, nº 8, p. 633 – 642, 2012.

DUFOUR, W. Les Techniques d'observation du compertement moteur. **Éducation Physique et Sport**, v. 217, p. 68 – 73, 1989.

DUTT-MAZUMDER, A.; BUTTON, C.; ROBINS, A.; BARLETT, R. Neural Network Modelling and Dynamical System Theory – Are the Relevant to Study the Governing Dynamics of Association Football Players? **Sports Medicine**, v. 41, nº 12, p. 1003 – 1017, 2011.

FIFA. FIFA World Cup South Africa: Technical Report and Statistics, 2010.

FRENCKEN, W.; DE POEL, H.; VISSCHER, C.; LEMMINK, K. Variability of inter-team distances associated with match events in elite-standard soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, nº 12, p. 1207 – 1213, 2012.

GARGANTA, J. **Modelação tática ofensiva do jogo de futebol – Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento**. 1997. 318f. Tese de doutorado – Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade do Porto, Porto, 1997.

GARGANTA, J.; MAIA, J.; BASTOS, F. **Analysis of the goal scoring patterns of European top level soccer teams.** In Science and Football III. Eds.; REILLY, T.; HUGHES, M.D.; STIBBE, A.; Londres, E. & F. N. Spon, 1997.

GARGANTA, J. (Re) Fundar os conceitos de estratégia e táctica nos jogos desportivos colectivos, para promover uma eficácia superior**. Revista brasileira de Educação Física e Esporte,** v.20, nº 5 suplemento, p.201 – 03, São Paulo, 2006.

GREHAIGNE, J. F.; GODBOUT, P.; BOUTHIER, D. The foundations of tactics and strategy in team sports. **Journal of Teaching in Physical Education**, v. 18, p. 159 – 174, 1999.

GREHAIGNE, J.F.; MAHUT, B.; FERNANDEZ, A. Qualitative observation tools to analyse soccer. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 1, nº 1, p. 52 – 61, Cardiff, 2001.

GREHAIGNE, J.F.; WALLIAN, N.; GODBOUT, P. Tactical-decision learning model and students' practices. **Physical Education and Sport Pedagogy,** v. 10, nº 3, p. 255 – 269, 2005.

HARRYS, S.; REILLY, T. **Space, teamwork and attackin success in soccer.** In Science and Football I. Eds.; REILLY, T.; LEE, A.; DAVIDS, K.; MURPHY, W. Londres, E. & F. N. Spon, 1988.

HOMMEL, B. Action control according to TEC (theory of event coding). **Psychological Research**, v. 73, p. 512 – 526, 2009.

HUGHES, M.; ROBERTSON, K.; NICHOLSON, A. **Comparison of patterns of play of successful and unsuccessful teams in the 1986 world cup for soccer.** In Science and Football I. Eds.; REILLY, T.; LEE, A.; DAVIDS, K.; MURPHY, W. Londres, E. & F. N. Spon, 1988.

HUGHES, M.; DAWKINS, N.; DAVID, R.; MILLS, J. The perturbation effect and goal opportunities in soccer. **Journal of sport sciences**, v. 16, p. 20, 1998.

HUGHES, M.; EVANS, S.; WELLS, J. Establishing normative profiles in performance analysis. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 1, nº 1, p. 1 – 26, Cardiff, 2001.

HUGHES, M.; FRANKS, I. Analysis of passing sequences, shots and goals in soccer. **Journal of Sport Sciences**, v. 23, nº 5, p. 509-514, 2005.

JAMES, N.; MELLALIEU, S.D.; HOLLELY, C. Analysis of strategies in soccer as a function of European and domestic competition. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 2, nº 1, p. 85 – 103, Cardiff, 2002.

JOHNSON, S. **Emergência: A vida integrada de formigas, cérebros, cidades e softwares**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Ed., 2003.

JONES, P.D.; JAMES, N.; MELLALIEU, S.D. Possession as a performance indicator in soccer. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 4, nº 1, p. 98 – 102, Cardiff, 2004.

KONSTANDINOU, X.; TSIGILIS, N. Offensive playing profiles of football teams from the 1999 Women's World Cup Finals. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 5, nº 1, p. 61 – 71, Cardiff, 2005.

LAGO, C. Are winners different from losers? Performance and chance in the FIFA World Cup Germany 2006. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 7, nº 2, p. 36 – 47, Cardiff, 2007.

LAGO, C.; MARTÍN, R. Determinants of possession of the ball in soccer. **Journal of Sport Sciences**, v. 25, nº 9, p. 969 – 974, 2007.

LAMAS, L.; DE ROSE JR., D.; SANTANA, F.; ROSTAISER, E.; NEGRETTI, L.; UGRINOWITSCH, C. Space creation dynamics in basketball offence: validation and evaluation of elite teams **International Journal of Performance Analysis in Sports**, v.11, p. 71-84, 2011.

LAMAS, L. Modelagem estratégico-tática em esportes coletivos de invasão: aplicação ao basquetebol. 2012. 196 f. Tese doutorado – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

LAPRESA, D.; ARANA, J.; ANGUERA, M. T.; GARZÓN, B. Comparative analysis of sequentiality using SDIS-GSEQ and THEME: A concrete example in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, nº 15, p. 1687 – 1695, 2013.

LEITÃO, R.A.A. **Análises qualitativas e quantitativas para verificação e modulação de padrões e sistemas complexos de jogo.** 2004. 113 f. Dissertação Mestrado – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

LORAINS, M.; BALL, K.; MACMAHON, C. Performance analysis of decision making in team sports. In: **World Congress of Performance Analysis of Sport IX,** Worcester, 2012.

LUHTANEN, P.; BELINSKIJ, A.; HÄYRINEN, M.; VÄNTTINEN, T. A comparative tournament analysis between the EURO 1996 and 2000 in soccer. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 1, nº 1, p. 74 – 82, Cardiff, 2001.

MACKENZIE, R.; CUSHION, C. Performance analysis in football: A critical review and implications for future research. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, nº 6, p. 639 – 676, 2013.

MCGARRY, T. ANDERSON, D. I.; WALLACE, S. A.; HUGHES, M. D.; FRANKS, I. M. Sport competition as a dynamical self-organizing system. **Journal of Sport Sciences**, v. 20, p. 771 – 781, 2002.

MOURA, F. A.; MARTINS, L. E. B.; ANIDO, R. O.; RUFFINO, P. R. C.; BARROS, R. M. L.; CUNHA, S. A. A spectral analysis of team dynamics and tactics in Brazilian football. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, nº 14, p. 1568 – 1577, 2013.

O'DONOGHUE, P. Normative Profiles of Sports Performance. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 5, nº 1, p. 104 – 119, Cardiff, 2005.

OLSEN, E. **An analysis of goal scoring strategies in the world championship in Mexico, 1986.** In Science and Football I. Eds.; REILLY, T.; LEE, A.; DAVIDS, K.; MURPHY, W. Londres, E. & F. N. Spon, 1988.

PASSOS, P.; ARAÚJO, D.; DAVIDS, K. Self-Organization Processes in Field-Invasion Team Sports Implications for Leadership. **Sports Medicine**, v. 43, p. 1 – 7, 2013.

PEREIRA, L. **Modelação do Jogo de Futebol: Comparação das Percepções dos Treinadores: Modelo de Jogo Ideal *versus* Modelo de Jogo Real**. 2006. 152 f. Dissertação de mestrado – Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade do Porto, Porto, 2006.

POLLARD, R.; ENSUM, J.; TAYLOR, S. Estimating the probability of a shot resulting in a goal: The effects of distance, angle and space. **International Journal of Soccer and Science,** v. 2, nº 1, p. 50 – 55, 2004**.**

REED, D.; HUGHES, M. An Exploration of Team Sport as a Dynamical System. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 6, nº 2, p. 114 – 125, Cardiff, 2006.

REDWOOD-BROWN, A. Passing patterns before and after goal scoring in FA Premier League Soccer. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 8, nº 3, p. 172 – 182, Cardiff, 2008.

SAMPAIO, J.; MAÇÃS, V. Measuring Tactical Behaviour in Football. **International Journal Sports Medicine**, v. 33, p. 395 – 401, 2012.

SCOULDING, A.; JAMES, N.; TAYLOR, J. Passing in the Soccer World Cup 2002. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 4, nº 2, p. 36 – 41, Cardiff, 2004.

SEABRA, A.; DANTAS, L. E. P. B. T. Space definition for match analysis in soccer **International Journal of Performance Analysis in Sports**, v. 6, n. 2, p. 97-113, Cardiff, 2006.

SEABRA, F. **Identificação e análise de padrões de circulação da bola no futebol.** 2010 92 f. Dissertação de mestrado – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

SOUSA, P. **Organização do Jogo de Futebol. Proposta de mapeamento de situações táticas a partir da revisão de literatura e do entendimento de peritos**. 2005, 138 f. Dissertação de mestrado Porto – Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade do Porto, Porto, 2005.

SUZUKI, K.; NISHIJIMA, T. Validity of a Soccer Defending Skill Scale (SDSS) Using Game Performances. **International Journal of Sport and Health Science**, v. 2, p. 34 – 49, 2004.

SUZUKI, K. Cross-validation of the Soccer Defending Skill Scale (SDSS). **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 5, nº 3, p. 47 – 61, Cardiff, 2005.

SUZUKI, K.; NISHIJIMA, T. Sensitivity of the Soccer Defending Skill Scale: A comparison between teams. **European Journal of Sport Science**, v. 7, nº 1, p. 35 – 45, 2007.

SZWARC, A. Efficacy of Successful and Unsuccessful Soccer Teams Taking Part in Finals of Champions League. **Research Yearbook**, v. 13, nº 2, p. 221 – 225, 2007.

TAYLOR, J. B.; MELLALIEU, S. D.; JAMES, N. Behavioural comparisons of positional demands in professional soccer. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 4, nº 1, p. 81 – 97, Cardiff, 2004.

THOMAS, C.; FELLINGHAM, G.; VEHRS, P. Development of a Notational Analysis System for Selected Soccer Skills of a Women's College Team. **Measurement in Physical Education and Exercise Science**, V. 13, P. 108 - 121, 2009.

TENGA, A.; LARSEN, O. Testing the Validity of Match Analysis to describe Playing Styles in Football. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 3, nº 2, p. 90 – 102, Cardiff, 2003.

TENGA, A.; KANSTAD, D.; RONGLAN, L.T.; BAHR, R. Developing a New Method for Team Match Performance Analysis in Professional Soccer and Testing its Reliability. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 9, nº 1, p. 8 – 25, Cardiff, 2009.

TENGA, A.; HOLME, I.; RONGLAN, L.T.; BAHR, R. Effect of playing tactics on goal scoring in Norwegian professional soccer. **Journal of Sport Sciences**, v. 28, nº 3, p. 237 – 244, 2010a.

TENGA, A.; HOLME, I.; RONGLAN, L.T.; BAHR, R. Effect of playing tactics on achieving score-box possessions in a random series of team possessions from Norwegian professional soccer matches. **Journal of Sport Sciences**, v. 28, nº 3, p. 245 – 255, 2010b.

TUCKER, W.; MELLALIEU, S. D.; JAMES, N.; TAYLOR, J. B. Game Location Effects in Professional Soccer: A Case Study. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 5, nº 2, p. 23 – 35, Cardiff, 2005.

VILAR, L.; ARAÚJO, D.; DAVIDS, K.; BUTTON, C. The Role of Ecological Dynamics in Analysing Performance in Team Sports. Sports Medicine, v. 42, nº1, p. 1 – 10, 2012.

WARD, P.; ECCLES, D. W. A commentary on “team cognition and expert team": emerging insights into performance for exceptional team”. **International Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 4, p. 463-483, 2006.

YANNAKOS, A.; ARMATAS, V. Evaluation of the goal scoring patterns in European Championship in Portugal 2004. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 6, nº 1, p. 178 – 188, Cardiff, 2006.