

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

ANÁLISE DE DESEMPENHO NO FUTEBOL: INDICADORES
DE PREDIÇÃO ESPACIAL DAS PERTURBAÇÕES

Marcus Vinicius Costa

SÃO PAULO
2021

ANÁLISE DE DESEMPENHO NO FUTEBOL: INDICADORES DE PREDIÇÃO
ESPACIAL DAS PERTURBAÇÕES

MARCUS VINICIUS COSTA

Monografia apresentada ao Departamento de Esporte da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Esporte.

ORIENTADOR: PROF. DR. LUCIANO BASSO

FICHA CATALOGRÁFICA

Costa, Marcus Vinicius

Análise de desempenho no futebol: indicadores de predição espacial das perturbações / Marcus Vinicius Costa. – São Paulo : [s.n.], 2021.
28p.

Monografia (Bacharelado em Esporte) - -Escola de Educação de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.
Orientador: Prof. Dr. Luciano Basso

1. Desempenho esportivo 2. Futebol (Análise) 3. Futebol (Aspectos psicológicos) I. Título.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a minha mãe Fatima e ao meu irmão Alessandro, ambos essenciais em toda a jornada que trilhei até este momento. Não mediram esforços e jamais negaram apoio quando tomei a decisão mais importante de minha vida. Quero agradecer aos meus dois primos Danilo e Mauricio pelo suporte em todos esses anos. No mais, todos eles são mais do que eu poderia pedir.

Agradeço a todo o pessoal do curso pré vestibular MED, em especial Erick Diego e Roberto Teodoro por toda a ajuda que me ofereceram nesses últimos anos. A todos os meus amigos da turma de 2018 da EEFE USP, muito obrigado pelos momentos vividos lá dentro. Um agradecimento especial a Eduardo Pereira que vem se tornando um grande companheiro e amigo, me apoiando sempre que precisei.

Não poderia deixar de agradecer à própria EEFE USP, todo o seu corpo docente e demais funcionários. Agradeço também a Thomas Kirino e Vitor Toyoda por toda a ajuda oferecida com este trabalho. Um grande e especial agradecimento ao Professor Doutor Luciano Basso por toda a dedicação em me ajudar com este trabalho. Provavelmente o melhor professor que já tive.

A todos citados aqui, serei eternamente grato. Não há como descrever o quanto tudo isso significa em minha vida e por isso faço das palavras de Carl Sagan as minhas: “diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo, é um imenso prazer para mim dividir um planeta e uma época com você”.

Sumário

1. Introdução.....	6
2. Revisão de literatura.....	8
2.1 Sistemas dinâmicos complexos e o futebol	8
2.2 O conceito de variabilidade e perturbação no âmbito do futebol	10
2.3 Análise dos sistemas	13
3. Objetivos.....	15
3.1 Objetivo geral.....	15
3.2 Objetivos específicos	15
4. Material e método.....	16
4.1 Delineamento.....	16
4.1.1 Amostra	16
4.1.2 Coleta dos dados.....	16
4.1.3 Registro dos dados.....	18
4.1.4 Reprodutibilidade e confiabilidade	20
5. Análise dos dados	21
6. Resultados e Discussões	22
7. Conclusões.....	24
8. Referências Bibliográficas	27

RESUMO

Análise de desempenho no futebol: indicadores de predição espacial das perturbações

Autor: MARCUS VINICIUS COSTA
Orientador: PROF. DR. LUCIANO BASSO

A análise de desempenho esportivo tem se tornado cada vez mais importante para as equipes de futebol de alto rendimento. Estudiosos da área apontam que os métodos tradicionais de análise não são suficientes para explicar o desempenho e por isso fazem uso da teoria dos sistemas dinâmicos para visualizar o jogo como um sistema dotado de comportamento complexo e não linear, além de atribuir a partida de futebol conceitos como variabilidade e incerteza. Alguns estudos trabalharam hipóteses sobre as ações que desestabilizam o sistema adversário, assim chamadas de perturbações. O objetivo deste estudo foi analisar a previsibilidade do local das perturbações e a previsibilidade da distância entre as diferentes perturbações que são geradas ao longo do jogo. Um conjunto de partidas amostrais foi selecionado de forma aleatória. O protocolo de análise consistiu em registrar as perturbações e os locais em que ocorreram. Os dados foram organizados em tabela a fim de que se possa visualizar a sequência de perturbações realizadas pelas equipes. Após quantificar todas as sequências e quantas vezes elas ocorreram, foi calculado o índice de entropia relativa chegando a um valor de 0,21. Com isso, obteve-se um indicador da estabilidade com que as perturbações ocorrem em relação as zonas do campo. Pode-se dizer que os times não tendem a realizar a perturbação na mesma zona, no entanto, também não é totalmente aleatório ou previsível a distância da próxima perturbação adjacente. Os resultados indicam ser possível prever a zona mais frequente em que ocorre a perturbação, porém a distância da nova perturbação apresenta níveis de incerteza moderados, ou seja, após realizar uma perturbação, havia uma baixa probabilidade de que a próxima perturbação seria realizada no mesmo lugar, e uma variabilidade intermediária que a próxima ocorreria numa zona próxima ou distante.

1. Introdução

A análise de desempenho esportivo tem se tornado cada vez mais relevante para o sucesso das equipes de futebol. Especificamente na análise do jogo, o intuito sempre foi identificar tendências, padrões, observar sistemas adversários e tradicionalmente coletar dados referente às ações técnicas e táticas numa tentativa de classificar e prever o desempenho. Contudo, nos últimos anos as Ciências do Esporte têm buscado novos aportes teóricos para que os processos de desempenho não sejam apenas descritos, mas também explicados (Vilar et al., 2012b). Os investigadores da área argumentam que métodos tradicionais de análise não tratam os dados e informações de acordo com o contexto de sua ocorrência e, portanto, exprimem uma visão limitada do desempenho. Os analistas devem ir além de apenas documentar estatísticas de desempenho e, desse modo, precisam estudar as interações emergentes entre os jogadores em áreas-chave (Vilar et. al., 2012b).

Em esportes coletivos, o comportamento de cada jogador depende dos locais e interações dos outros jogadores (tanto companheiros de equipe quanto adversários) e dos locais da bola e do gol (Vilar et. al., 2012a). Por este motivo, cientistas têm recorrido à Teoria dos Sistemas Dinâmicos (TSD) com o propósito de aprofundar, renovar e melhor interpretar o conhecimento acerca do estudo do movimento e comportamento humano (Ramos, 2016). Esta teoria preconiza que um sistema, inicialmente estável, pode auto organizar-se diante das interações entre seus componentes e/ou com o ambiente, a fim de promover uma nova estabilidade ao longo do tempo. Desse modo, a TSD carrega consigo conceitos como estabilidade e não linearidade para explicar a variabilidade que confere adaptabilidade ao sistema (Stergiou & Decker, 2011). Especificamente, é sugerido que, em certos sistemas dinâmicos e sob certas condições, quando a variabilidade aumenta e atinge um ponto crítico específico, o sistema se torna altamente instável e muda para um novo padrão de movimento mais estável, com menos variabilidade (Stergiou & Decker, 2011). Por conseguinte, a análise de performance/jogo serve-se destes conceitos para visualizar atletas e equipes

como sistemas dinâmicos complexos e não lineares (Ramos, 2016). Assim, “o comportamento dos jogadores em interação pode ser interpretado como um processo emergente resultante das relações espaço-temporais estabelecidas durante as situações de jogo” (DAVIDS et. al., 2006, p. 81).

Por exemplo, dois jogadores (atacante-defensor) podem ser considerados como um único sistema com uma sinergia em díade (Davids et. al., 2006). Considerando, portanto, os jogos coletivos a partir dessa visão sistêmica, encontra-se então a necessidade de utilizar métodos de investigação que permitam avaliar e descrever a variabilidade do sistema. Para isso, uma linha de pesquisa vem usufruindo de análises não lineares através de medidas de entropia, na tentativa de medir a desordem dos comportamentos táticos coletivos (Ramos, 2016). Nessa lógica, a entropia tem sido usada para examinar as características de variabilidade do movimento humano e sua periodicidade ou regularidade.

Quando o foco está no jogo de futebol, a partir da visão dos dois times estarem em estabilidade até que ocorra a perturbação, um deles quebra a estabilidade e tenta gerar um evento crítico. Pode-se notar que há um conjunto de estudos que mapearam os tipos de perturbação e iniciaram estabelecer hipóteses sobre as ações que levam a perturbação (Hughes et. al., 1998; Hughes et. al., 2005; James et. al., 2012; Kim et. al., 2019). No entanto, apesar de estarem indicando diretamente as ações, pouco foi orientado a investigação sobre a previsibilidade do local das perturbações. De forma mais específica, não se sabe o grau de previsibilidade espacial das perturbações, e ainda, qual a variabilidade em termos de distância quando se analisa as perturbações futuras. O pressuposto é que o jogo de futebol apresenta grande incerteza sobre seus fenômenos, no entanto, pouco se sabe sobre o nível desta incerteza. O presente estudo focou em estabelecer meios de analisar a previsibilidade do local das perturbações a partir de situações de estabilidade entre os dois times. Com isso, o objetivo foi analisar a previsibilidade do local das perturbações e a previsibilidade da distância entre

as diferentes perturbações que são geradas ao longo do jogo de futebol dos times do campeonato brasileiro de 2021.

2. Revisão de literatura

2.1 Sistemas dinâmicos complexos e o futebol

A teoria geral dos sistemas tem origem nos trabalhos do biólogo Ludwig von Bertalanffy. Os sistemas são considerados abertos e compostos por subsistemas que, por sua vez, possuem elementos que se inter-relacionam entre si formando um todo onde suas funções dependem da formação de sua estrutura. Não se pode estudar os componentes de um sistema isoladamente, pois a unidade sistêmica pode apresentar propriedades e características que não são encontradas em nenhuma de suas partes separadas. Esses padrões apresentados emergem a partir das relações com o ambiente formando uma propriedade emergente.

O comportamento humano exhibe muitos graus de liberdade e ocorre dentro de ambientes complexos e dinâmicos. A teoria dos sistemas dinâmicos sugere que o surgimento de qualquer comportamento é o produto das interações entre o jogador, a tarefa e o ambiente, e essa interação é dinâmica por natureza e muda ao longo do tempo (Kelso, 1995). Levando em consideração o contexto do futebol, o atleta toma decisões conforme as condições apresentadas pelo espaço e tempo. Desse modo, as táticas utilizadas pelas equipes tornam-se uma restrição, as quais “interagem com outras restrições (por exemplo, a habilidade do jogador e a posição dos jogadores adversários), cujo resultado é o surgimento de estruturas coordenadas” (Shafizadeh et. al., 2013). A partir dessa perspectiva, podemos inferir que a tática carrega consigo uma variabilidade, pois ela nunca será executada da mesma forma ao longo de uma temporada competitiva. Conforme mencionado anteriormente, estruturas coordenativas surgem a partir das relações e interações com o ambiente e suas restrições (propriedade

emergente), ou seja, temos um estado tático que emerge dependendo de um conjunto de informações em um determinado momento do jogo (Shafizadeh et. al., 2013).

Conforme Shafizadeh et. al., 2013 durante a fase ofensiva, os jogadores executam ações que visam alterar o padrão de jogo em termos de movimento no espaço, mudando o ritmo de jogo e penetrando nas linhas defensivas do adversário. Tais ações tem o objetivo de perturbar a estabilidade do sistema defensivo. Alguns estudos mostram que essa interação entre ataque e defesa pode ser analisada em subfases do sistema, como é o caso de alguns comportamentos realizados em situações de 1 contra 1 ou díades atacante-defensor. Desse modo, a tomada de decisão do jogador surge como contexto dependente de diferentes modos de coordenação interpessoal. Quando se pensa em um padrão de jogo estável ao longo de uma temporada, significa que o sistema deve apresentar um nível de variabilidade que permita a equipe se adaptar às demandas impostas pelas restrições e ambiente, isto é, nível da habilidade dos movimentos ofensivos ou defensivos adversários e até mesmo local do jogo (em casa ou fora dela).

Levando em consideração que os analistas de desempenho podem voltar sua atenção tanto para ações específicas de uma partida (subfases do sistema) ou padrões de comportamentos ao longo de uma temporada, é necessário construir uma lógica hierárquica de análise, definindo o que é micro e que é macro (níveis de análise). Por exemplo, os modos coordenativos exibidos em situações de 1 contra 1 podem ser considerados como sendo um nível micro em relação ao desempenho de um único jogo, o qual representaria o nível macro. Por conseguinte, a variabilidade do desempenho da equipe nesse jogo pode conceituar um nível micro em relação a performance de toda uma temporada que caracterizaria a macro análise.

Outra propriedade importante do pensamento sistêmico e, portanto, da Teoria do Sistemas Dinâmicos (TSD), diz respeito ao conceito de causalidade circular. Supramencionado, os elementos do sistema – jogadores, equipes – apresentam

comportamentos de acordo com suas inter-relações, influenciando uns aos outros. Surge então, “as noções de não-unilateralidade ou bidirecionalidade: as influências não são unilaterais, não vão apenas de A para B, mas também de B para A” (Vasconcellos, 2002, p. 200).

Podemos observar a propriedade da causalidade circular em um estudo conduzido por Travassos et. al. (2012), no qual, os autores examinaram como as restrições espaço-temporais moldaram o desempenho dos passes entre companheiros de equipes de futsal. Os resultados mostraram que as oportunidades de passe eram limitadas por informações espaço-temporais, as quais emergem de padrões de coordenação interpessoal entre atacantes e defensores. Os jogadores se moviam durante a performance competitiva para alterar os valores da distância interpessoal com outros jogadores, para promover condições espaço-temporais favoráveis para executar ou interceptar um passe (Travassos et.al., 2012).

2.2 O conceito de variabilidade e perturbação no âmbito do futebol

A cada perturbação, o sistema buscará uma auto-organização de modo que encontre soluções para retornar a um estado mais estável de operação e superar a perturbação, podendo exibir um novo padrão de comportamento. Dessa forma, “um aumento da variabilidade num determinado padrão de movimento indica uma perda de estabilidade, enquanto uma diminuição da variabilidade aponta para um comportamento altamente estável” (Ramos et. al., 2016, pg. 101). Portanto, no âmbito dos jogos coletivos, a equipe que detém a posse de bola, desempenhando sua fase ofensiva, tenta promover situações que provoquem desequilíbrio e instabilidade no sistema de defesa adversário (i.e., perturbações). Inversamente, a equipe que defende, procura manter a estabilidade de seu comportamento tático. Dependendo da modalidade em questão, a variabilidade expressa sua importância de forma diferente. Por exemplo, em um estudo analisando equipes de elite nacional e internacional de voleibol, Ramos et.al. (2017) usando medidas de entropia investigaram como as atletas exploravam a variabilidade de diferentes

ações no contexto do jogo. Os resultados mostraram que as equipes de nível internacional apresentavam maior variabilidade nas ações ofensivas, dificultando a defesa de seus adversários. Por outro lado, essas equipes também exibiram menor variabilidade no que o estudo nomeou de “*excellent setting conditions*”, proporcionando maior estabilidade e, por tanto, “uma maior manipulação do espaço e do ritmo na organização de ataques, o que, por sua vez, limita a organização defensiva da oposição” (Ramos et. al., 2017, p. 7).

Alguns eventos podem mudar o sistema de um estado mais regular para um mais irregular (aumento da variabilidade). Certas mudanças levam o sistema a novos comportamentos, define-se assim as perturbações. Uma perturbação no futebol é, portanto, definida como um incidente que muda o fluxo rítmico de ataque e defesa; por exemplo, um passe que quebra linhas de defesa, mudança de ritmo ou qualquer momento de habilidade que crie uma interrupção na defesa (Hughes & Reed, 2005).

Para McGarry et al. (2002), uma alteração em algum parâmetro de ordem do sistema, como resultado de mudanças no parâmetro de controle, pode ser interpretada como ocorrências aleatórias que geram uma perturbação. Por exemplo, se os componentes (jogadores) de um dado sistema defensivo estão em marcha (parâmetro de ordem) a uma dada velocidade (parâmetro de controle), uma ação do sistema ofensivo poderia alterar a velocidade e conseqüentemente resultar em uma transição de marcha para corrida, caracterizando assim, que possivelmente uma perturbação aconteceu.

Nos últimos anos, diversos autores identificaram e classificaram as perturbações em estudos do jogo de futebol. Alguns estudos (Hughes et. al., 1998; Hughes et. al., 2005) classificaram as perturbações como sendo ações do tipo passe, corrida, drible, mudanças de ritmo e demais ações que desequilibrassem o estado do sistema. Outros estudos analisando as perturbações no futebol trouxeram resultados interessantes para que se possa prever o desempenho tático das equipes. Por exemplo, James et. al. (2012) usando 8 jogos da Liga Inglesa,

examinaram a posse de bola em situações em que os autores definiram como estáveis com nenhum dos times em campo tendo vantagem sobre o outro. Analisando esses estados regulares (sistema estável), chegaram a uma taxa de tentativas de perturbação de 11,78% do total das posses de bola para o time da casa e 17,54% para os times visitantes. Os autores ainda concluíram nesse estudo que as posses mais longas podem significar mais passes antes de tentar uma perturbação e, portanto, uma menor frequência de tentativas de perturbação por posse, assumindo que algumas equipes adotam uma postura tática mais precavida afim de evitar perda da posse de bola.

Conforme Kim et al, 2019a, uma oportunidade de marcar gols, como por exemplo, um passe para a grande área, pode ser considerada uma perturbação se caso um atacante estiver em posição de finalizar a jogada, isto é, realizar um chute ou cabeceio (uma situação instável). Importante destacar que a perturbação não envolve apenas o passe, mas também inclui a posição do recebedor da bola, assim como defensores desorganizados e demais fatores que podem contribuir com o desequilíbrio do sistema. De outro modo, se o atacante for incapacitado de finalizar a jogada, por causa de um defensor que interceptou a bola, a situação continuará estável e, assim, não seria caracterizada uma perturbação. Neste mesmo estudo, os autores definiram estados de jogo instáveis para auxiliar na identificação de perturbações nas partidas. São elas: posse de bola dentro da grande área (PBGA), contra ataque (CA), taxa de atacantes por defensores (TAD), cruzamento bem sucedido (CRS) e chute bem sucedido (CHS), explicadas a seguir.

Para o caso da PBGA, a definição dos autores sugere que a posse de bola dentro da grande área com possibilidade de finalizar, passar ou driblar, é uma consequência da localização da bola. Assim, a proximidade com a meta adversária significa que uma oportunidade de gol pode ser altamente provável. Essa situação ocorre devido a uma perturbação que pode ser do tipo passe, drible ou mesmo recuperação de bola. Numa situação de CA, a equipe recupera a posse e movimenta a bola rapidamente em direção ao ataque. Neste caso, a

perturbação (perda da posse de bola) provocou uma mudança repentina nas circunstâncias do jogo e colocou a equipe defensora num momento crítico, no qual é necessária uma rápida movimentação dos jogadores para se reorganizarem em suas posições defensivas.

Alguns momentos do jogo podem apresentar possivelmente vantagem numérica do ataque em relação à defesa, isto é, uma taxa de atacantes por defensores. Para este cenário, os autores definiram que os atacantes se apresentam em maior número e também que os defensores envolvidos na jogada estejam quantidade inferior a 5. A perturbação que pode provocar essa situação pode ser um contra-ataque, um passe ou mesmo uma jogada individual que quebre uma linha defensiva. Um cruzamento bem sucedido provoca uma instabilidade no sistema quando o recebedor tem uma clara possibilidade de marcar o gol (acertando ou não a bola) ou o zagueiro interceptou de forma que a bola fosse em direção ao seu próprio gol. Novamente, aqui a perturbação que antecede o estado de desequilíbrio é um passe. Por fim, um chute em direção ao gol independente do resultado (no alvo ou fora/bloqueado) pode ter se originado a partir de uma perturbação do tipo passe ou jogada individual (drible).

O estudo de Kim et al (2019a) classificou as oportunidades de gol de acordo com a localização (PBGA), situação (CA, TAD) e ação (CRS, CHS). Os autores ainda acrescentam que uma perturbação pode não ser apenas um simples passe ou drible. Deve ser considerado outros fatores que permitam o passe bem sucedido, como por exemplo, corridas e movimentações dos companheiros da equipe e também posicionamento potencialmente incorreto de alguns jogadores adversários. Esse aspecto evidencia que as perturbações podem ser do tipo simples ou combinadas (quando há mais de uma ação envolvida).

2.3 Análise dos sistemas

O comportamento caótico e complexo de um sistema dinâmico tais como os jogos desportivos coletivos exigem que, para seu estudo, sejam utilizados métodos

matemáticos e ferramentas não lineares para a uma interpretação mais apropriada a respeito da variabilidade ou imprevisibilidade do sistema (Ramos et. al., 2016). Entre os métodos utilizados para avaliar a regularidade ou variabilidade do sistema estão a entropia de informação (ou entropia de Shannon), entropia aproximada e entropia de amostra.

Entropia é uma medida da incerteza de uma variável aleatória. Uma diminuição na entropia reflete uma queda na imprevisibilidade porque a quantidade mínima de informação necessária para descrever o sistema também foi reduzida. Assim, o comportamento do sistema torna-se mais previsível, apresentando menor variabilidade. Inversamente, alta entropia significa que a informação mínima necessária para descrever o sistema aumenta com a variabilidade do sistema e seu comportamento é mais imprevisível e, portanto, mais variável (SILVA et. al., 2016, p. 756).

Desse modo, alguns estudos têm procurado investigar a variabilidade das ações táticas e também como restrições podem influenciar a regularidade e desempenho das equipes, através de diferentes medidas de entropia. Por exemplo, valores de entropia de aproximação foram utilizados com o objetivo de identificar a regularidade nos padrões de movimento dos jogadores (Sampaio, Maças, 2012). Em outro estudo, Silva et. al. (2014a) utilizaram valores de entropia de informação aplicados a mapas de distribuição espacial individuais para avaliar a variabilidade da distribuição espacial dos jogadores, fornecendo um valor que quantifica a incerteza de localizar cada jogador em um local específico do campo. De maneira simultânea, os mesmos autores (2014b) usaram medidas de entropia de amostra a fim de testar a hipótese de que diferentes dimensões do campo e níveis de habilidade dos jogadores, restringem diferentes adaptações táticas da equipe em jogos reduzidos em caráter de treinamento.

Ainda fazendo uso da entropia de informação, pesquisadores ao analisarem a imprevisibilidade das relações numéricas de equipes em um jogo de futebol, identificaram as regiões onde ocorrem mais transições entre os modos de coordenação estáveis e instáveis, permitindo descrever os perfis de desempenho competitivo de cada equipe (Vilar et. al., 2012a). A entropia de informação tem sido usada para estimar a variabilidade de uma variável informacional (Ramos et. al., 2017), mais comumente utilizada para dados espaciais, no caso da análise de

desempenho esportivo. Já a entropia aproximada e de amostra são métodos de avaliação de variáveis dependentes do tempo, inseridas em uma série temporal (Silva et. al., 2016).

Essas medidas foram utilizadas por diferentes autores que buscaram analisar o desempenho esportivo referente a deslocamentos de jogadores, relação da díade entre atacante e defensor, utilização de diferentes zonas de ataque e até mesmo comportamento tático em determinado contexto de jogo. Assim, tais medidas de entropia “permitem levar os métodos estatísticos tradicionais adiante, adicionando conhecimento sobre a regularidade, variabilidade e/ou imprevisibilidade dos comportamentos de desempenho” (Silva et. al., 2016).

3. Objetivos

3.1 Objetivo geral

Analisar a previsibilidade espacial das perturbações em jogos de futebol do Campeonato Brasileiro de 2021.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar o momento, local/zona e as ações que geram perturbações em jogos de futebol, a partir de estados estáveis do jogo;
- Identificar a previsibilidade de perturbações adjacentes quanto as zonas do campo de futebol;
- Identificar a previsibilidade da distância entre as zonas que ocorrem perturbações adjacentes

4. Material e método

4.1 Delineamento

4.1.1 Amostra

O conjunto de partidas amostrais foi selecionado a partir do Campeonato Brasileiro 2021, competição que acontece anualmente e é disputada por equipes de elite do futebol profissional do Brasil. Foram selecionadas 7 partidas de forma aleatória, totalizando 14 equipes diferentes. Os jogos foram numerados da seguinte forma:

Jogo 1: Esporte Clube Bahia x América Futebol Clube

Jogo 2: Grêmio FBPA x Santos Futebol Clube

Jogo 3: Clube de Regatas do Flamengo x Red Bull Bragantino

Jogo 4: Clube Atlético Mineiro x Fortaleza Esporte Clube

Jogo 5: Sport Club Internacional x Fluminense Football Club

Jogo 6: Club Atlético Paranaense x São Paulo Futebol Clube

Jogo 7: Associação Chapecoense de Futebol x Cuiabá Esporte Clube

O presente estudo, faz parte de um projeto de pesquisa intitulada "PERTURBAÇÕES NO FUTEBOL: ORIGENS, CAUSAS E DESFECHOS", desenvolvida por pesquisadores da EEFÉ-USP, aprovado pelo CEP-EEFE, com o número 49467021.0.0000.5391.

4.1.2 Coleta dos dados

No momento da análise, o jogo será caracterizado a partir de dois estados distintos: estado de estabilidade e estado de instabilidade, de acordo com o proposto por James et al. (2012). O estado de estabilidade foi caracterizado quando, a partir de uma posse de bola claramente identificada para uma equipe

(ataque), em que essa apresenta total controle da posse de bola, e uma vez ultrapassada a linha média do campo (meio de campo), não há evidente vantagem numérica ou posicional da equipe atacante sobre a equipe adversária. Adicionalmente, para que o estado de estabilidade seja identificado, deverá ser observada a condição na qual os defensores sustentam a não-invasão de seu espaço, não existindo a possibilidade iminente de oportunidade de gol.

O estado de instabilidade é caracterizado quando há uma vantagem posicional ou numérica da equipe que possui a posse de bola em relação aos defensores. Para este estudo serão analisadas apenas as situações que se iniciam de forma estável, não sendo contabilizados contra-ataques e situações onde uma equipe recupera a posse de bola e rapidamente a transfere para uma situação ofensiva, na qual o sistema já se encontra instável, com o ataque apresentando vantagens sobre a defesa.

Uma vez definido que o jogo se encontra em situação de estabilidade, as perturbações serão entendidas como ações que alteram os parâmetros de ordem do sistema, levando a uma oportunidade de finalização. No presente estudo, a perturbação caracterizará a transição de um estado de estabilidade para o estado de instabilidade, conceituados anteriormente. Além da definição das ações que geram a perturbação e consequente transição de fase, outro tipo de avaliação será acrescentado: a classificação da perturbação como simples ou combinada. Sendo classificada como perturbação simples aquela que é emergente de apenas uma ação, enquanto a perturbação combinada emergente da combinação de duas ou mais ações. Na tabela abaixo, são apresentadas e descritas as ações de perturbações que serão analisadas. São elas: (1) condução; (2) drible; (3) passe; (4) habilidade.

Perturbações	
Simples: ação única.	
Combinada: combinação de duas ou mais ações.	
Tipo	Definição
Passe - PAS	Ação de passar a bola para um companheiro de equipe, independente da técnica utilizada - i.e., passe de chapa, de peito de pé, de calcanhar, com a parte de fora do pé, de cabeça, lançamento, cruzamento.
Condução - CON	Ação de correr com a bola, conduzindo-a.
Drible - DRI	Ação de passar pelo adversário, com a bola, por meio de finta, corte ou velocidade.
Habilidade - HAB	Ação de passar pelo adversário utilizando algum drible que exija um nível de técnica elevada - e.g., elástico, chapéu, caneta, carretilha, domínio, giro).

Tabela 1, extraído de Marino, T. K., 2021.

4.1.3 Registro dos dados

O avaliador (graduando da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo) passou por uma fase de treinamento e familiarização com o método de identificação das perturbações em questão para então realizar o protocolo de análise na amostra definida. O software utilizado para a realização das análises foi o Longo Match.

O protocolo consiste na análise das situações de estabilidade no campo ofensivo até o seu desfecho. Foram tabuladas através do software Excel as seguintes variáveis:

1. bloco correspondente ao tempo de jogo da perturbação
2. tempo de início da perturbação
3. localização da perturbação
4. tipo de perturbação (ação combinada ou simples)
5. número de ações pertencente as perturbações
6. número de jogadores envolvidos nas perturbações
7. ações referentes as perturbações
8. tempo do fim da perturbação
9. localização do desfecho da jogada

10. se os participantes da perturbação realizaram o desfecho da jogada
11. tempo do desfecho da jogada
12. tempo de duração da perturbação
13. tempo de duração da perturbação até o desfecho da jogada

As perturbações foram identificadas ao longo do tempo: instante de início e fim. O momento do desfecho de toda a jogada também foi identificado. O desfecho é caracterizado pela interrupção da jogada, seja em decorrência de uma interceptação da defesa ou saída de bola e paralização do jogo. Para auxiliar na classificação do momento dessas variáveis, as partidas foram divididas em 18 blocos de 5 minutos e 2 blocos referentes aos acréscimos de cada tempo, totalizando 20 blocos durante toda o jogo, conforme abaixo.

Blocos tempo de jogo			
1º tempo		2º tempo	
Bloco	Período	Bloco	Período
1	0 - 5"	11	0 - 5"
2	5'01" - 10"	12	5'01" - 10"
3	10'01 - 15"	13	10'01 - 15"
4	15'01" - 20"	14	15'01" - 20"
5	20'01" - 25"	15	20'01" - 25"
6	25'01" - 30"	16	25'01" - 30"
7	30'01" - 35"	17	30'01" - 35"
8	35'01" - 40"	18	35'01" - 40"
9	40'01" - 45"	19	40'01" - 45"
10	> 45'01"	20	> 45'01"

Tabela 2, extraído de Marino, T. K., 2021.

As zonas do campo referem-se à localização de ocorrência das ações que serão coletadas. Foram divididas em 12 zonas considerando toda a extensão do campo de futebol, conforme abaixo.

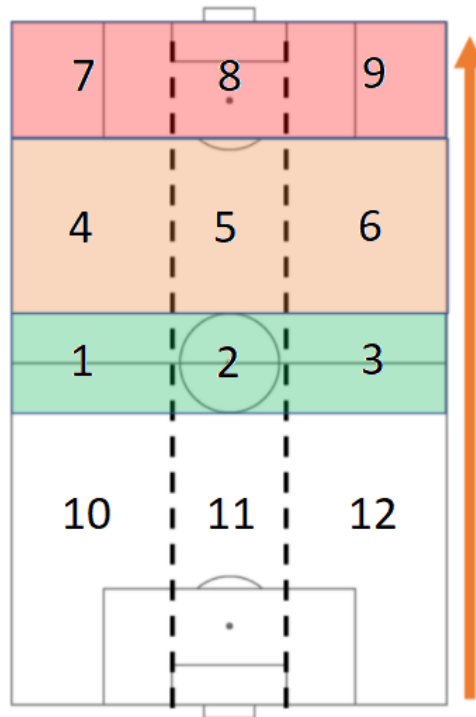


Figura 1, adaptado de Marino, T. K., 2021.

4.1.4 Reprodutibilidade e confiabilidade

No que se refere à coleta de dados, Cooper et al. (2007) apontam a confiabilidade como um fator chave em sistemas e métodos de análise de desempenho nos esportes. Wilson e Batterham (2010) definem a confiabilidade de um método como um bom acordo entre as respostas de um indivíduo após aplicações repetidas do método (após um intervalo de tempo apropriado), além de colocar como sinônimos da confiabilidade as palavras “consistência”, “repetibilidade” ou “confiabilidade teste-reteste”.

Para a avaliação da validade e confiabilidade do método de análise utilizado neste estudo, foi aplicado teste intra-avaliador. Para isso, o avaliador realizou as análises de dados 2 vezes, num intervalo de 7 dias. Os dados coletados referente somente ao instante de início da perturbação foram tratados estatisticamente no software RStudio, com o objetivo de calcular o índice de reprodutibilidade Kappa. Conforme a tabela 3, o índice de reprodutibilidade kappa mostrou-se adequado.

Observadores	Teste	Tipo	Resultados
O1	Kappa de Cohen para 2 observadores	Intra-observador	kappa = 0,796 z = 9,97 p < 0,001

Nota: O1 - observador 1;

Tabela 3. Resultados do teste de reprodutibilidade.

5. Análise dos dados

O foco desta análise foi direcionado aos locais em que ocorrem as perturbações. Os dados foram organizados em tabela a fim de que se possa visualizar a sequência de perturbações realizadas pelas equipes e em qual localização do campo ocorreram. Assim, temos a informação sobre qual a distância que se tem entre uma perturbação e a sua conseguinte.

A proposta foi estimar como as equipes estão variando a distância entre as perturbações. As distâncias foram registradas em unidades de acordo com o deslocamento entre as zonas do campo (vide figura 1). Por exemplo, se uma equipe realizou uma perturbação na zona 5 e a seguinte realizada na zona 6, então a distância, conforme figura 1, será de uma unidade. Da mesma forma, se a sequência fora realizada de 4 para 8, então temos 2 (duas) unidades de distância. Essa quantificação se dá pela quantidade de quadrantes percorridos horizontal e verticalmente. Ao final desse processo obteve-se a distância mínima de 0 (zero), para quando uma sequência de perturbações foi realizada na mesma zona, e máxima de 5 (cinco).

O próximo passo na análise foi dispor quantidade de vezes com que cada sequência de perturbações foi efetuada. Por exemplo, a sequência de 4 para 6, ou seja, quando uma equipe realizou uma ação que gerou uma perturbação na zona 4 e a perturbação seguinte foi registrada na zona 6, foi reproduzida 7 vezes pelas diferentes equipes em todos os 7 jogos analisados.

Após quantificar todas as sequencias e quantas vezes elas ocorreram, foi calculado a média das distâncias entre as perturbações, seu desvio padrão e o seu índice de entropia relativa. Com isso, se obteve um indicador da estabilidade com que as perturbações ocorrem em relação as zonas do campo.

6. Resultados e Discussões

As ações usadas para provocar uma desestabilização do sistema defensivo adversário, assim como a localização do campo em que ocorrem são cruciais para quebrar as linhas de marcação, contribuindo assim para que o objetivo de marcar gols seja atingido. Neste estudo, procurou-se analisar as ações específicas de uma partida (subfases do sistema) baseando-se em uma lógica hierárquica micro em relação ao macro que corresponde ao jogo em sua totalidade.

Em todos os jogos analisados, as perturbações foram classificadas como combinadas ou simples, resultando em 41,6% e 58,4%, respectivamente. Duas ou mais ações (passe, drible, condução, habilidade) compõe uma perturbação do tipo combinada e os dados mostraram que 80,1% continham a ação passe. Da mesma forma, 83,3% das perturbações do tipo simples foram executadas através de um passe. Em termos de localização, a parte central do campo, representada pelas zonas 2, 5, 8 e 11, concentrou 19,8% das perturbações registradas. Consequentemente, as zonas laterais direita e esquerda concentraram 37,6% e 42,6%, respectivamente. Esses dados ressaltam que, especificamente nesse conjunto de amostras, as equipes desempenham majoritariamente ações ofensivas através de passes e que as regiões laterais do campo são as mais procuradas para uma tentativa de desestabilização do sistema defensivo adversário.

Esses resultados corroboram com o fato de que as equipes buscam ganhar e invadir espaços da defesa adversária se aproveitando da extensão do campo. Ao longo da análise dos jogos, pôde-se notar que quando uma equipe oferece muito espaço, seja por pressionar a saída de bola do adversário ou quando estão em uma fase ofensiva, não é necessário um padrão muito elaborado de ações coordenadas para que uma perturbação ocorra, em outras palavras, é preciso pouco para perturbar.

Dentre os 7 jogos estudados, um total de 96 perturbações foram registradas, das quais 88,5% aconteceram sequencialmente em zonas distintas do campo, ou seja, quando uma equipe realizou uma perturbação na zona 2, por exemplo, a próxima perturbação realizada por ela foi executada em uma localização diferente dessa zona. Por outro lado, 11,5% perturbações ocorreram sequencialmente na mesma zona. Essa informação já indica a possibilidade de baixa previsibilidade entre duas perturbações em termos de zona no campo, pois apenas há uma repetição a cada 10 perturbações, e assim pode-se dizer que há baixa previsibilidade em saber o local da perturbação futura quando se sabe a zona da perturbação que acaba de ocorrer.

Esses resultados permitem levantar a hipótese de que os times estão majoritariamente buscando diferentes regiões do campo para executar uma perturbação. Com isso, do ponto de vista do time que gera a perturbação é sinal de grande flexibilidade em termos de localização espacial, por outro lado, para quem recebe a perturbação, isso pode ser entendido como um desafio considerável, pois não sabe exatamente onde será originada a nova perturbação.

Por outro lado, ainda resta saber se mesmo sendo alta a variabilidade espacial das perturbações futuras com base numa perturbação atual, fica a questão de saber o quão variável é a distância da próxima perturbação, ou seja, o time que gera perturbação pode não a realizar no mesmo local, mas pode ser próximo ou distante, ou ainda, pode ser que não seja possível predizer a distância. Com base nessa questão é que se utilizou de uma medida de variação relativa a partir da

distância entre pares de perturbação, buscando identificar se as mesmas são realizadas em distâncias mais ou menos homogêneas e assim se obter uma ideia da previsibilidade da distância entre as perturbações. Considerando todas as distâncias entre perturbações adjacentes o valor do coeficiente foi de 0,21. Considerando que 0,25 é o ponto de corte entre alta e baixa variabilidade, entende-se que a distância apresenta variabilidade próximo a média, ou seja, analisando todos os jogos, as perturbações tendem a ocorrer com variabilidade intermediária, nem tão alta e nem tão baixa. Com isso, pode-se dizer que os times não tendem a realizar a perturbação na mesma zona, no entanto, também não é totalmente aleatório ou previsível a distância da próxima perturbação adjacente. A questão é tentar encontrar preditores que expressem melhor essa variabilidade, identificando restrições que possam aumentar ou diminuir a incerteza/previsão das perturbações em termos espaciais (zonas do campo).

7. Conclusões

A análise de desempenho esportivo tem se tornado cada vez mais essencial num cenário onde o nível de competitividade está sempre aumentando. No futebol e demais esportes coletivos, esse nível elevado requer que todos os profissionais envolvidos estejam em constante processo de evolução e aperfeiçoamento. Para tanto, analistas e estudiosos da área devem ultrapassar as barreiras delimitadas pelos métodos tradicionais de análise dos jogos. Vale ressaltar que o desenvolvimento do conhecimento sobre o jogo de futebol não está necessariamente atrelado a avanços tecnológicos, mas sim ao processo de aprimoramento conceitual teórico de como analisar os dados expressos em um jogo. Uma partida de futebol, uma vez realizada, torna-se um conjunto de informações aleatórias e complexas. A natureza caótica e dinâmica da modalidade exige que, para processar as informações ali contidas deve-se utilizar ferramentas e métodos adequados para se atingir os melhores resultados em termos de análise de desempenho.

Desde que a teoria geral dos sistemas foi proposta por Ludwig von Bertalanffy, a ciência como um todo busca reorganizar sua maneira de enxergar o mundo físico e suas relações materiais, deixando para trás, aos poucos, aquela visão segmentada em diversas áreas do conhecimento. Não poderia ser diferente no mundo das Ciências dos Esportes. Na lógica da Teoria dos Sistemas Dinâmicos, o jogo de futebol se apresenta como o embate entre dois sistemas, com cada um deles apresentando suas próprias restrições, estruturas coordenativas emergentes, estabilidade e até mesmo subsistemas. A interação entre dois sistemas ou equipes resulta em interações onde cada uma busca uma forma de impactar a dinâmica do outro, objetivando quebrar um padrão defensivo imposto por um deles. A essa tentativa de alterar a estabilidade do sistema e abrir brechas nas linhas defensivas, chamamos de perturbação. Ações que alteram a estabilidade do sistema defensivo para um estado de maior instabilidade tem sido o principal foco de estudos dos pesquisadores da área de análise de desempenho esportivo nos últimos anos.

Estudos mais recentes procuraram identificar quais seriam os momentos de interação entre duas equipes mais estáveis e quais os mais instáveis e, a partir disso, qualificar aquela ação ou conjunto de ações que transcendem os estados de estabilidade e instabilidade. Assim, seria possível prever o desempenho esportivo de uma determinada equipe com base nos padrões de perturbações apresentados.

O presente estudo buscou identificar a previsibilidade das perturbações, que em sua maioria ocorreram pelas zonas laterais do campo e que a maior parte delas sempre continham uma ação do tipo passe como elemento chave para desestabilizar o sistema defensivo adversário. No entanto, dada essa caracterização do mais frequente, o indicativo de previsibilidade entre duas perturbações adjacentes expressou baixa previsão da zona em que ocorreu a perturbação, assim como a distância entre perturbações apresentou uma variabilidade intermediária. Esses resultados indicam que apesar de ser possível observar a zona mais frequente em que ocorre a perturbação, a mesma não

ocorre sequencialmente com alta previsão, e a distância da nova perturbação apresenta níveis de incerteza moderados, ou seja, após realizar uma perturbação, havia uma baixa probabilidade de que a próxima perturbação seria realizada no mesmo lugar, e uma variabilidade intermediária que a próxima ocorreria numa zona próxima ou distante.

Percebe-se que o uso de conceitos dos sistemas dinâmicos traz uma bagagem conceitual teórica totalmente diferenciada em relação aos métodos tradicionais de *scout*. Dessa forma, a análise de desempenho esportivo consegue alcançar níveis mais elevados em termos de qualidade no tratamento dos dados e informações. O próximo passo na predição do desempenho com base na visão sistêmica é tornar essas análises mais práticas e adequadas às rotinas das equipes, dos jogadores e da comissão técnica, permitindo uma melhor leitura de aspectos emergentes do futebol.

8. Referências Bibliográficas

COOPER, S.-M. et al. A simple statistical method for assessing the reliability of data entered into sport performance analysis systems. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, v. 7, n. 1, p. 87–109, jan. 2007.

Dauids, K., Button, C., Araújo, D., Renshaw, I. & Hristovski, R. (2006). Movement Models from Sports Provide Representative Task Constraints for Studying Adaptive Behavior in Human Movement Systems. *International Society for Adaptive Behavior*.

Eisenhauer, Joseph. (2007). A Measure of Relative Dispersion. *Teaching Statistics*.

HUGHES, M., DAWKINS, N., DAVIDS, R. and MILLS, J. The perturbation effect and goal opportunities in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 16, 20, 1998.

Hughes M, Reed D (2005). Creating a performance profile using perturbations in soccer. In D. Milanovic & F. Prot. (Eds.), *Proceedings of 4th International Scientific Conference on Kinesiology* (pp. 34-53). Zagreb: University of Zagreb, Croatia.

James, N., Rees, G.D., Griffin, E., Barter, P., Taylor, J., Heath, L., & Vuckovic G. Analysing soccer using perturbation attempts. *Journal of Human Sport & Exercise*, 7(2), 413-420, 2012.

Kelso, J. A. S. (1995), *Dynamic Patterns: The Self-organization of Brain and Behavior*, MA: MIT Press.

MCGarry, T., Anderson, D., Wallace, S., Hughes, M., Franks I. Sport competition as a dynamical self-organizing system. *J Sports Sci.*; 20(10): 771-781, 2002.

Ramos, A. (2016). O jogo de Voleibol enquanto um Sistema Dinâmico: Estudo da variabilidade dos comportamentos táticos de equipas femininas de nível de rendimento distinto. *Dissertação. Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. Porto, Portugal*.

Ramos, A., Coutinho, P., Silva, P., & Mesquita, I. (2016). Tendências evolutivas na análise do jogo e da performance: A visão ecológica do desporto e a adoção de metodologias não lineares. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*.

Ramos, A., Coutinho, P., Silva, P., Davids, K., & Mesquita, I. (2017): How players exploit variability and regularity of game actions in female volleyball teams. *European Journal of Sport Science*

Sampaio, J. & Maçãs V. (2012). Measuring Football Tactical Behaviour. *Int J Sports Med*.

Shafizadeh, M., Sproule, J & Gray, S (2013) The emergence of coordinative structures during offensive movement for goal-scoring in soccer, *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13:3, 612-623, DOI: 10.1080/24748668.2013.11868675

Silva, P., Aguiar, P., Duarte, R., Davids, K., Araújo, D., & Garganta, J. (2014a), Effects of pitch size and skill level on tactical behaviours of association football players during small-sided and conditioned games. *International Journal of Sports Science & Coaching*.

Silva, P., Duarte, R., Sampaio, J., Aguiar, P., Davids, K., Araújo, D., & Garganta, J. (2014b) Field dimension and skill level constrain team tactical behaviours in small-sided and conditioned games in football. *Journal of Sports Sciences*.

Silva, P., Duarte, R., Sampaio, J., Aguiar, P., Davids, K., Araújo, D., & Garganta, J. (2014b) Field dimension and skill level constrain team tactical behaviours in small-sided and conditioned games in football. *Journal of Sports Sciences*.

Silva, P., Duarte, R., Esteves, P., Travassos, B., & Vilar, L. (2016) Application of entropy measures to analysis of performance in team sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*

Stergiou, N. & Decker, L. (2011). Human Movement Variability, Nonlinear Dynamics, and Pathology: Is There A Connection? *Human Movement Science - Journal*.

Travassos, B., Araújo, D., Davids, K., Esteves, P., & Fernandes, O. (2012). Improving passing actions in team sports by developing interpersonal interactions between players. *International Journal of Sports Sciences and Coaching*.

Vilar, L., Araújo, D., Davids, K., & Bar-Yam, Y. (2012a). Science of winning soccer: emergent-pattern forming dynamics in association football. *J Sports Sci*.

Vilar, L., Araújo, D., Davids, K., & Button, C. (2012b). The Role of Ecological Dynamics in Analysing Performance in Team Sports. *Sports Med*.

WILSON, K.; BATTERHAM, A. Stability of questionnaire items in sport and exercise psychology: Bootstrap limits of agreement. <https://doi.org/10.1080/026404199365588>, v. 17, n. 9, p. 725–734, set. 2010.