

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

A habilidade motora passe e a organização hierárquica em equipes de futebol

Marcos Antônio Mattos dos Reis

São Paulo

2022

MARCOS ANTÔNIO MATTOS DOS REIS

A habilidade motora passe e a organização hierárquica em equipes de futebol

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Estudos Socioculturais e Comportamentais da Educação Física e Esporte

Orientador: Prof. Dr. Umberto Cesar Corrêa

São Paulo

2022

Catálogo da Publicação

Serviço de Biblioteca

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: REIS, Marcos Antônio Mattos dos.

Título: A habilidade motora passe e a organização hierárquica em equipes de futebol

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me ajudaram a alcançar esse objetivo, em especial:

A Deus pelo dom da vida e pela oportunidade que me foi ofertada de lutar pelos meus sonhos.

À minha esposa, Mara Alice, pela paciência e ajuda ao longo desse processo.

À minha filha, Isabella Reis, a qual dedico esta tese, porque foi a minha maior motivação para concluir esta etapa, mesmo antes de nascer.

À minha mãe e a minha Tia Do Carmo que me criaram com muita dedicação e empenho.

Ao meu padrinho, Padre Anderlan, que acreditou em mim quando nem eu acreditava mais.

Amo vocês!

Ao Prof. Dr. Umberto Corrêa, meu orientador nesse processo de doutoramento, pelos ensinamentos, ambiente de aprendizagem e paciência comigo ao longo desses anos.

Ao Prof. Dr. Go Tani que sempre me tratou com muita cordialidade e gentileza, me abrindo as portas do LACOM.

Aos professores e funcionários da EEFE/USP e do LACOM pelas inúmeras oportunidades de aprendizagem de conteúdos e princípios fundamentais que regem o ambiente acadêmico.

À banca examinadora do meu projeto de pesquisa (exame de qualificação), na pessoa dos Professores Drs. Hebert Ugrinowitsch, Marcos Menuchi e Go Tani, pelas correções, críticas construtivas e colaborações em geral nessa etapa do processo de doutoramento.

À CAPES, pela bolsa concedida durante o primeiro ano do doutorado.

Ao meu orientador de mestrado, Prof. Dr. Marcos Almeida, que me deu a base educacional sobre a Ciência e a Universidade enquanto empreendimentos humanos, me qualificando para alcançar voos maiores.

À Analice e Joemilly, minhas amigas de infância e adolescência, que sempre acreditaram e apostaram em mim.

Aos amigos de LACOM, Silvinha, Estefan e Toninho, pela acolhida, conversas e oportunidades de crescimento pessoal e profissional ao longo desses anos.

Ao Fabian Clavijo por ter cedido os dados do seu doutorado para que eu pudesse analisar e utilizar na minha tese.

E, ao Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe pela excelente base educacional que me foi ofertada, o que me instrumentalizou a chegar até aqui.

RESUMO

REIS, M. A. M. A habilidade motora passe e a organização hierárquica em equipes de futebol. 2022. 71 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo.

O objetivo desta tese foi investigar se a organização hierárquica das equipes de futebol seria influenciada pela localização (Experimento 1), direção (Experimento 2), velocidade (Experimento 3) e distância (Experimento 4) do passe. Além disso, foi investigado se a organização hierárquica das equipes de futebol seria influenciada por valores específicos de distância e velocidade do passe, considerando sua localização e direção (Experimento 5). Foram analisados 3693 passes realizados em cinco partidas de competições da categoria sub-20. Os passes foram divididos por categorias de acordo com suas características e com objetivo de cada experimento: setores defensivo, de meio-campo e ofensivo (Experimento 1); passes para frente, para os lados e para trás (Experimento 2); passes rápidos, intermediários e lentos (Experimento 3); passes longos, médios e curtos (Experimento 4). A organização hierárquica das equipes foi analisada em dois níveis: configuração espacial das equipes, denominado de macroestrutura, e comportamento individual dos jogadores, referidos como microestrutura. Esses níveis foram acessados, respectivamente, através das áreas formadas pelas equipes no ataque e na defesa, por meio de polígonos formados pela interação entre os jogadores que se encontravam nas extremidades do campo, e com base nos deslocamentos de cada jogador. Valores negativos e positivos das áreas significavam que elas haviam diminuído e aumentado com o passe, respectivamente. Em relação à análise estatística, primeiramente foram testados os pressupostos de normalidade dos dados com o teste *Kolmogorov-Smirnov*. A distribuição dos dados das áreas de cobertura das equipes foi normal, enquanto a do deslocamento dos jogadores não foi. Neste sentido, foram utilizadas a *ANOVA* de uma via e o teste de *Kruskal-Wallis* para comparação entre os grupos, respectivamente, nos Experimentos 1, 2, 3 e 4. No Experimento 5, foi utilizada uma regressão geométrica para testar a associação entre as características do passe e encontrar valores de referência da distância e velocidade do passe em função da localização e direção da ação no campo de jogo. O modelo utilizado foi o seguinte: $Y = a \cdot X^b$, onde Y = velocidade da bola, a = intercepto, b = coeficiente de regressão. Os resultados dos experimentos mostraram que: i) as mudanças nas macroestruturas e microestruturas de ataque e de defesa durante os passes executados no setor defensivo foram diferentes daquelas dos setores de meio-campo e ofensivo; ii) a direção do passe não afetou as mudanças na macroestrutura de ataque e nas microestruturas de ataque e de defesa. Porém, houve uma tendência estatística para os passes para os lados promoverem alterações na macroestrutura de defesa em relação aos passes para frente e para trás (Experimento 2); iii) os passes realizados em velocidade intermediária envolveram diferentes mudanças na macroestrutura de ataque em relação aos passes rápido e lentos. Os passes intermediários e rápidos geraram alterações na macroestrutura de defesa e nas microestruturas de ataque e de defesa em relação ao passe lento (Experimento 3); iv) os passes de média e longa distância envolveram diferentes mudanças na macroestrutura de ataque e nas microestruturas de ataque e de defesa em relação ao passe curto. O passe longo gerou alterações na macroestrutura de defesa em relação aos passes curto e médio (Experimento 4); v) passes com valores de 17,37 a 26,58 m de distância e velocidades de 9,60 a 31,80 m/s promoveram mudanças na macroestrutura e na microestrutura de ataque e de defesa em função da localização e direção da ação no campo (Experimento 5). Esses resultados permitiram concluir a organização

hierárquica das equipes foi influenciada pelo local, direção, velocidade e distância do passe. Além disso, foram constatados valores críticos de distância e velocidade de passe, em função da localização e da direção da ação no campo, que afetaram a organização espacial das equipes.

Palavras-chave: análise de jogo, complexidade, macroestrutura, microestrutura, tática.

ABSTRACT

REIS, M. A. M. The passing motor skill and hierarchical organization in football teams. 2022. 71 p. Thesis (Doctorate in Science) – School of Physical Education and Sports, University of São Paulo.

The objective of this thesis was to investigate whether the hierarchical organization of soccer teams would be influenced by the location (Experiment 1), direction (Experiment 2), velocity (Experiment 3), and distance (Experiment 4) of passing. Furthermore, it was investigated whether the hierarchical organization of soccer teams would be influenced by specific values of passing distance and velocity by considering its location and direction (Experiment 5). A total of 3693 passes performed in five matches of under-20 category competitions were analyzed. They were divided into categories according to the aim of each experiment: defensive, midfield, and offensive sectors (Experiment 1); forward, sideways, and backward passes (Experiment 2); fast, intermediate, and slow passes (Experiment 3); long, medium, and short passes (Experiment 4). The spatial organization of teams was analyzed at two levels: teams' overall configuration (macrostructure), and players' individual behavior of (microstructure). These levels were accessed, respectively, through the areas formed by the teams in the attack and defense, through polygons formed by the interaction between the players who were at the ends of the field, and based on the players' individual displacements. Negative and positive values of the areas meant that they had decreased and increased, respectively. Regarding the statistical analysis, the assumptions of data normality were first tested with the Kolmogorov-Smirnov test. The distribution of the data of the coverage areas of the teams was normal, while that of the displacement of the players was not. In this sense, one-way ANOVA and the Kruskal-Wallis test were used to compare groups, respectively, in Experiments 1, 2, 3 and 4. In Experiment 5, a geometric regression was used to test the association between the characteristics of passing and find reference values of the passing distance and velocity as a function of the location and direction of the action on the play field. The model used was the following: $Y = a * X^b$, where Y = ball velocity, a = intercept, b = regression coefficient. The results showed that: i) the changes in the macrostructures and microstructures of attacking and defending during the passes performed in the defensive sector were different from those of the midfield and offensive sectors (Experiment 1); ii) no significant differences were found in the attack coverage area and in the movement of attacking players and defense. A significant difference was found in the defense coverage area, but the post hoc analysis did not highlight which groups there was a difference, with a tendency for sideways passing to promote a greater increase in relation to forward and backward passing (Experiment 2); iii) the passes performed at intermediate velocity involved different changes in the attack macrostructure in relation to fast and slow passes. Intermediate and fast passes generated a greater increase in the defense coverage area and in attack and defense in relation to the slow passing (Experiment 3); iv) the medium and long-distance passes involved different changes in the attack macrostructure and in the attack and defense microstructures in relation to the short pass. The long passing generated a greater increase in the defense coverage area in relation to the short and medium passes (Experiment 4); v) passes with values of 17.37 to 26.58 m of distance and velocity of 9.60 to 31.80 m/s promoted changes in the coverage areas and individual displacements of the players in the attack and in the defense according to the location and direction of action on the play field (Experiment 5). These results allowed concluding that the hierarchical organization of the teams was

influenced by the location, direction, velocity, and distance of the pass. In addition, it was found that there were critical values of passing distance and velocity related to its location and direction, which affected the hierarchical organization of the teams.

Keywords: game analysis, complexity, macrostructure, microstructure, tactical.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1. Abordagem sistêmica do futebol	14
2.2. Organização hierárquica do futebol	19
2.3. A habilidade motora passe no futebol	27
3. SINTETIZANDO O PROBLEMA DE PESQUISA.....	32
4. OBJETIVOS	33
5. EXPERIMENTO 1	34
5.1. Método	34
5.1.1. Amostra	34
5.1.2. Coleta de dados	34
5.1.3. Análise dos dados	35
5.1.4. Análise estatística	37
5.2. Resultados	37
5.3. Discussão	38
6. EXPERIMENTO 2	40
6.1. Método	40
6.2. Resultados	41
6.3. Discussão	42
7. EXPERIMENTO 3	44
7.1. Método	44
7.2. Resultados	44
7.3. Discussão	45
8. EXPERIMENTO 4	47
8.1. Método	47
8.2. Resultados	47
8.3. Discussão	48
9. EXPERIMENTO 5	50
9.1. Método	50
9.2. Resultados	50
9.3. Discussão	60
10. DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS	65

1. INTRODUÇÃO

O futebol pode ser considerado um esporte de natureza sistêmica. Isso porque ele se desenvolve por meio de interações de cooperação e oposição entre os jogadores (ARAÚJO; DAVIDS, 2016; CORRÊA *et al.*, 2019, 2012; LAAKSO *et al.*, 2019; MCGARRY *et al.*, 2002; RIBEIRO *et al.*, 2019; REIS; CORRÊA, 2021; SANTOS *et al.*, 2018). Recentemente, o futebol passou a ser caracterizado como um tipo de sistema denominado como hierárquico (CORRÊA *et al.*, 2012; REIS; CORRÊA, 2021; TANI; CORRÊA, 2006).

Trata-se de um tipo de sistema composto por subsistemas inter-relacionados, em que cada subsistema apresenta outra estrutura hierárquica até atingir um nível mais baixo em que se encontra um subsistema elementar (CORRÊA *et al.*, 2021; REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013). Ao modelar hierarquicamente o futebol, de acordo com o nível focal de análise, pode-se chegar à macro e microestruturas do sistema, que consistem na interação entre os elementos (por exemplo, equipe) e os elementos propriamente ditos (por exemplo, jogadores) (CORRÊA *et al.*, 2012; CORRÊA *et al.*, 2021; REIS; CORRÊA, 2021; TANI; CORRÊA, 2006).

A literatura tem investigado esse arcabouço teórico em diferentes perspectivas: a) macroestruturas e microestruturas de equipes de futebol por função e posição dos jogadores (CORRÊA *et al.*, 2021; TANI; CORRÊA, 2006); b) jogos reduzidos, enquanto intervenção pedagógica, como subsistemas do futebol (REIS; CORRÊA, 2021); c) planejamento do ensino de habilidades no futsal (CORRÊA; PINHO; SILVA FILHO, 2016); d) análise dos padrões de ataque e de defesa no futsal (CORRÊA *et al.*, 2012). Recentemente, CLAVIJO, DENARDI e CORRÊA (2022) analisaram 56 sequências de ataque e de defesa de jogos de futebol utilizando o centroide das equipes como macroestrutura e a distância de cada jogador para o centroide da equipe como microestruturas. Foi encontrado que as equipes apresentaram menor número de macroestruturas de ataque e de defesa em relação às microestruturas. Além disso, as equipes apresentaram mudanças inter e intra-padrões de ataque e de defesa ao longo do jogo, porém não ficou claro o que as causou. No presente estudo, esse problema foi investigado em relação à habilidade motora passe,

Recente estudo realizado por GOES *et al.* (2019) identificou que o aumento na distância e na velocidade do passe promoveram mudanças nos deslocamentos individuais dos jogadores e na expansão do espaço ocupado pela equipe no campo de jogo. Desta forma, as

mudanças ocorridas entre os padrões de ataque e de defesa das equipes observadas por CLAVIJO, DENARDI e CORRÊA (2022) poderiam ter ocorrido em função do passe?

O passe consiste em uma habilidade motora que visa transferir a bola para um colega de equipe impulsionando-a predominantemente com os pés (CORRÊA *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2012; OPPICI *et al.*, 2018, 2017; REIN; RAABE; MEMMERT, 2017; REIS *et al.*, 2019). Além de ser uma das habilidades motoras que ocorre com maior frequência nos jogos, o passe permite o deslocamento da bola no campo, de jogador a jogador (CORRÊA *et al.*, 2014; GOES *et al.*, 2019; REIN; RAABE; MEMMERT, 2017). O passe pode ser caracterizado em função da localização, da direção, da velocidade e da distância da ação no campo de jogo (CORRÊA *et al.*, 2014; GOES *et al.*, 2019; REIS; ALMEIDA, 2019; REIS; VASCONCELLOS; ALMEIDA, 2017a).

Desta forma, de acordo com os achados de GOES *et al.* (2019), pensou-se que o passe poderia caracterizar umavariável informacional e/ou perturbação para a organização hierárquica das equipes de futebol. Ao nosso melhor conhecimento, nenhuma pesquisa identificou a influência do passe na organização hierárquica de equipes de futebol. Assim, perguntamos: a localização, direção, velocidade e distância do passe afetariam a organização hierárquica das equipes de futebol? Existiriam valores específicos de distância e de velocidade do passe, em função de sua localização e direção, que influenciariam a organização hierárquica das equipes de futebol?

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Abordagem sistêmica do futebol

A abordagem sistêmica consiste em uma forma de compreender fenômenos a partir da interação entre os componentes que os formam, o que permite uma visão holística de conceitos e métodos para a solução de problemas na contemporaneidade (VASCONCELLOS, 2002). O futebol encontra-se dentre tais fenômenos (GARGANTA; GRÉHAIGNE, 1999; TANI; CORRÊA, 2006). Ele diz respeito a um tipo de esporte denominado de coletivo, cujo jogo se desenvolve por meio das interações simultâneas de cooperação e oposição entre os jogadores. Respectivamente, no futebol os jogadores assumem papéis e responsabilidades diferentes, mas que se complementam para formar uma equipe e, como tal, agem para vencer a outra equipe (CORRÊA *et al.*, 2021; REIS; ALMEIDA, 2019; REIS; CORRÊA, 2021). De um ponto de vista sistêmico, as interações em forma de cooperação possibilitam a formação de dois subsistemas (equipes) que interagem em forma de oposição e, assim, formam o sistema jogo de futebol (CLAVIJO; DENARDI; CORRÊA, 2022; CORRÊA *et al.*, 2021; GARGANTA, 1994; GARGANTA; GRÉHAIGNE, 1999; MCGARRY *et al.*, 2002; REIS; ALMEIDA, 2019; REIS; CORRÊA, 2021).

Uma das características de um sistema diz respeito à sua complexidade, inferida por meio de propriedades quantitativas (número de elementos/componentes) e constitutivas (tipos de ligações, estáticas ou dinâmicas, entre os componentes) (PRIGOGINE, 1978; von BERTALANFFY, 1950, 1968). Dessa forma, as equipes de futebol podem ser vistas como sistemas complexos em razão da quantidade de elementos que interagem de maneira dinâmica no campo de jogo (ARAÚJO; DAVIDS, 2016; MCGARRY *et al.*, 2002).

As equipes de futebol também podem ser vistas como um tipo de sistema denominado de aberto, pois trocam informações entre si, sendo que cada equipe busca obter informações da equipe adversária, ao mesmo tempo em que procura gerar incertezas à ela (CORRÊA *et al.*, 2012; DAVIDS *et al.*, 2013; REIS; ALMEIDA, 2019). São justamente essas tentativas de geração simultânea de informação e incerteza entre as equipes que fazem com que elas se caracterizem, além de complexos e abertos, como sistemas dinâmicos (CORRÊA

et al., 2021). Além disso, em virtude de as equipes mudarem ao longo do tempo (dinâmica) para preservar a estabilidade, reduzindo ou eliminando as perturbações exercidas pelos adversários, faz com que elas caracterizem sistemas adaptativos (ARAÚJO; DAVIDS, 2016; CORRÊA *et al.*, 2012; MCGARRY *et al.*, 2002).

As equipes de futebol funcionam baseadas em regras de ação ou princípios de jogo que as permitem explorar suas capacidades adaptativas. Tais princípios podem ser gerais, operacionais, fundamentais e específicos, os quais norteiam os jogadores na resolução de problemas táticos e técnicos do jogo (ARAÚJO; DAVIDS, 2016; COSTA *et al.*, 2009; GARGANTA, 1994; MEMMERT; ROTH, 2007; RIBEIRO *et al.*, 2019). Os princípios gerais e operacionais são similares em diversos esportes coletivos como, por exemplo, futebol, futsal, handebol e basquetebol. Já os princípios fundamentais e específicos são particulares de cada esporte coletivo em função da sua lógica interna (COSTA *et al.*, 2009; DAOLIO, 2002; LEONARDO; SCAGLIA; REVERDITO, 2009; REIS; ALMEIDA, 2019; SCAGLIA *et al.*, 2013).

Especificamente, os princípios gerais referem-se à quantidade de jogadores próximos da bola e à forma dinâmica com que eles se relacionam, quais sejam: criar superioridade numérica, evitar igualdade numérica e não permitir inferioridade numérica (ARAÚJO; DAVIDS, 2016; COSTA *et al.*, 2009; REIS; ALMEIDA, 2019). Os princípios operacionais consistem nas ações coletivas denominadas ataque e defesa: manter a posse de bola, progredir em direção à meta e finalizar o ataque (ataque); proteger a meta para evitar que o adversário alcance, impedir que o ataque avance em direção à sua meta e recuperar a posse de bola (defesa) (COSTA *et al.*, 2009; DAOLIO, 2002; GARGANTA, 1994; REIS; ALMEIDA, 2019; LEONARDO; SCAGLIA; REVERDITO, 2009). Os princípios fundamentais são comportamentos individuais relacionados à estabilidade da organização funcional das equipes: penetração, cobertura ofensiva, mobilidade, espaço, unidade ofensiva (no ataque), contenção, cobertura defensiva, concentração, equilíbrio e unidade defensiva (na defesa) (COSTA *et al.*, 2009; REIS; ALMEIDA, 2019). E, os princípios específicos estão relacionados ao modelo de jogo das equipes, ou seja, a identidade das equipes a partir dos diferentes tipos de ataque e de defesa (FERNANDEZ-NAVARRO *et al.*, 2016; REIS; ALMEIDA, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2019; TEOLDO; GUILHERME; GARGANTA, 2015).

Os referidos princípios são executados em diferentes planos a partir de problemas de ordem espaço-temporal, informacional e organizacional (GARGANTA, 1994). No plano

espaço-temporal se estabelecem as interações entre e *intra* equipes, em que os jogadores atacantes buscam romper a estabilidade de suas interações com os defensores, enquanto estes buscam evitar isso (CORRÊA *et al.*, 2012; DAVIDS *et al.*, 2013; MCGARRY *et al.*, 2002). No plano informacional, os jogadores buscam aumentar as incertezas da equipe adversária e, ao mesmo tempo, informações relevantes para os seus colegas de equipe (CORRÊA *et al.*, 2012). E, o plano organizacional diz respeito à transformação das ações individuais em coletivas (ARAÚJO; DAVIDS, 2016; REIS; ALMEIDA, 2019; SANTOS *et al.*, 2018).

Recentemente, outros conceitos também têm sido utilizados na compreensão sistêmica do futebol, quais sejam: entropia, *feedback*, processos, produto e estado (CORRÊA *et al.*, 2012, 2021; GARGANTA; GRÉHAIGNE, 1999; TANI; CORRÊA, 2006). Com relação à entropia, trata-se de uma grandeza termodinâmica associada à irreversibilidade dos estados de um sistema físico comumente associada à desordem de um sistema (PRIGOGINE, 1978). Em sistemas fechados, que não trocam energia e informação com seu meio ambiente, ocorre apenas aumento da entropia até que um estado máximo de equilíbrio termodinâmico seja atingido. Com isso, a produção de entropia é sempre positiva, fazendo com que tais sistemas sempre estejam em desordem.

Já nos sistemas abertos há também a produção de entropia negativa, também denominada de “*ectropy*” (de maneira figurada), visto que eles podem transferir entropia interna para além dos seus limites, ou seja, para o ambiente externo e, com isso, a entropia mínima acaba sendo característica desses sistemas, o que os direciona para um estado de organização (PRIGOGINE, 1978; von BERTALANFFY, 1950). Como a entropia pode diminuir nos sistemas abertos, o desenvolvimento espontâneo em direção a estados de maior heterogeneidade e complexidade é típico desses sistemas. Tal aspecto é apenas uma característica termodinâmica dos sistemas abertos, que aparentemente se encontram, de maneira contraste, entre a *catamorfose* (transformações relacionadas à entropia) e a *anamorfose* (mudanças relacionadas à entropia negativa) (von BERTALANFFY, 1950).

No caso do futebol, CORRÊA *et al.* (2012) têm sugerido que uma equipe funciona para levar o adversário a um estado de entropia positiva, ou seja, promover o máximo possível do gasto energético do sistema adversário, mas usando o mínimo de energia possível (entropia negativa). Em termos de medida, SILVA *et al.* (2014) utilizaram a entropia de *Shannon* para verificar o nível de variabilidade posicional (incerteza da localização do jogador no campo de jogo) e a entropia de amostra para investigar a distância dos jogadores dos seus respectivos

posicionamentos centrais de acordo com a função exercida. Foi verificado que quanto maior o tamanho do campo, menor foram os valores da entropia de *Shannon* e da entropia de amostra. Eles concluíram que a diminuição do espaço de jogo gerou mais incertezas e, conseqüentemente, aumento da variabilidade posicional.

Em relação ao *feedback*, os sistemas fechados funcionam com base em mecanismo de *feedback* negativo, o que consiste em um tipo de retroalimentação baseada na redução dos desvios do sistema. O *feedback* negativo nos seres vivos atua a fim de permitir a manutenção e/ou retorno à homeostase. Já nos sistemas abertos, tanto *feedback* negativo quanto *feedback* positivo (aumento dos desvios do sistema), atuam concomitantemente, o que os permite alcançar um estado de organização (GLANSDORFF; NICOLIS; PRIGOGINE, 1974; von BERTALANFFY, 1968).

No contexto dos esportes coletivos, CORRÊA *et al.* (2012) propôs que uma equipe de ataque trabalha como um mecanismo de *feedback* positivo em relação ao adversário, ou seja, aumentando os desvios do sistema da equipe adversária em relação a sua organização espacial no campo de jogo. Por outro lado, a equipe de defesa busca trabalhar como mecanismo de *feedback* negativo, diminuindo os desvios em relação ao ataque. Por exemplo, MOURA *et al.* (2012) encontraram que quando as equipes que estavam defendendo recuperavam a bola, elas apresentavam uma área de ocupação espacial do campo de jogo em torno de 900 m² e, quando esses valores eram aumentados para cerca de 1100 m², elas sofriam chutes ao gol. Desta forma, o *feedback* negativo atuaria para que toda vez que os valores de ocupação espacial fossem aumentados a equipe se organize retomando à estrutura próxima dos 900 m², que seria um indicador de eficácia defensiva.

O mecanismo de *feedback* negativo pode ser considerado como uma compensação recíproca, que consiste na indicação se um jogador está contribuindo mais ou menos em seu desempenho esperado para manutenção da eficiência do sistema e, conseqüentemente, alcance da meta da tarefa (ARAÚJO; DAVIDS, 2016). Neste sentido, os jogadores seriam capazes de compensar o desempenho malsucedido dos seus colegas de equipe. SILVA *et al.* (2016) criaram uma variável denominada de atraso de reajuste, que visa capturar o atraso do posicionamento dos jogadores de futebol na adaptação aos movimentos dos jogadores através da velocidade de sincronização, o que pode ser uma medida para avaliação de *feedback* negativo do sistema.

Os sistemas abertos também são caracterizados por processos irreversíveis, ou seja, processos que atuam em uma única direção do tempo, ao contrário dos sistemas fechados que apresentam processos reversíveis (PRIGOGINE, 1978; von BERTALANFFY, 1950). Nos sistemas abertos, por conta da irreversibilidade dos processos, novas estruturas são alcançadas a partir das instabilidades desencadeadas pela amplificação de flutuações ou quando o sistema alcança valores críticos. Isso implica no surgimento de uma nova ordem macroscópica que consiste em um novo tipo de estado dinâmico do sistema denominado de estrutura dissipativa (PRIGOGINE, 1978). Trata-se de uma estrutura que se sustenta retirando energia livre do ambiente e dissipando-se posteriormente como entropia inútil (LEHNINGER, 1977).

No futebol, esse processo de irreversibilidade gera padrões comportamentais auto-organizados das equipes a fim de se adaptar às perturbações exercidas pelos adversários (ARAÚJO; DAVIDS, 2016). Esse processo auto-organizacional ocorre através de um processo de causalidade circular, em que micro (jogadores ou subgrupos de jogadores) e macroestruturas (equipe) se influenciam mutuamente (BALAGUÉ *et al.*, 2019; POL *et al.*, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2019).

No que concerne ao produto, uma das características dos sistemas abertos é a *equifinalidade*, que consiste na capacidade de ele alcançar sua finalidade a partir de diferentes condições iniciais (von BERTALANFFY, 1950). Já os sistemas fechados, dependem das condições iniciais para alcançar o produto. Isso ocorre porque tais sistemas não apresentam um objetivo a ser alcançado e buscam manter o estado de equilíbrio termodinâmico absoluto (von BERTALANFFY, 1950). Esse processo de *equifinalidade* aplicado ao futebol é denominado de *degeneracy*, que significa a flexibilidade do sistema, ou seja, a adaptabilidade comportamental que facilita as mudanças nos padrões coordenativos do sistema (ARAÚJO; DAVIDS, 2016).

Em suma, uma das principais diferenças entre um sistema fechado e um sistema aberto é o tipo de estado alcançado por eles. Como sistemas fechados não permitem entrada de matéria, energia e/ou informação, eles permanecem em estado de equilíbrio termodinâmico. Já os sistemas abertos nunca estão em um estado de equilíbrio termodinâmico, mas sim em um estado estacionário (von BERTALANFFY, 1950). O estado estacionário consiste em um estado distante do equilíbrio termodinâmico (um estado de quase-equilíbrio ou de não-equilíbrio) que permite o sistema se adaptar às perturbações (PRIGOGINE, 1978; YIN, 2016). A manutenção do estado estacionário tem sido sugerida depender das alterações de níveis

inferiores do sistema, ou seja, uma estrutura em determinado nível é sustentada pela troca sucessiva dos componentes de um dado nível prontamente inferior (BIZZARRI *et al.*, 2019). No futebol, a adaptação do sistema (equipe) depende das alterações dos subsistemas (grupos de jogadores e/ou jogadores) (REIS; CORRÊA, 2021), o que remete a uma visão de sistemas complexos, abertos, dinâmicos e adaptativos, também serem de natureza hierárquica (von BERTALANFFY, 1968; 1950; WU, 2013), foco do próximo tópico.

2.2. Organização hierárquica do futebol

Conforme descrito anteriormente, um sistema de organização hierárquica é formado por subsistemas inter-relacionados, em que cada subsistema apresenta outra estrutura hierárquica até atingir um nível mais baixo em que se encontra um subsistema elementar (SIMON, 1973). Tradicionalmente, nas organizações humanas a hierarquia tem sido compreendida como um sistema de relações envolvendo uma estrutura autoritária, vertical, inflexível, sem diversidade e criatividade (WU, 2013). A partir da segunda metade do século passado, a hierarquia passou a ser destacada, sobretudo na Biologia e na Ecologia, como referência a um mecanismo capaz de criar e sustentar flexibilidade, criatividade e estabilidade ao sistema (SIMON, 1973; WU, 2013).

Existem diferentes tipos de hierarquia: escalar, de definição, aninhada e não aninhada. Uma hierarquia escalar é composta por níveis de observação derivados empiricamente, enquanto uma hierarquia de definição é formada por níveis de organização estipulados pelo observador do fenômeno (WU, 2013). Uma hierarquia aninhada apresenta diferentes critérios (ou unidades de medida) em diferentes níveis. Ela pode ser subdividida em composicional (conecta os sistemas vivos e não vivos – da biosfera até as partículas elementares, por exemplo), taxonômica biológica (por exemplo, espécie, gênero, família, ordem, reino, classe) e unidades espaciais (por exemplo, as *matrioscas*, que são bonecas russas dispostas da maior até a menor em um determinado espaço). Já uma hierarquia não aninhada é aquela que apresenta os mesmos critérios (ou unidades de medidas) nos diferentes níveis (por exemplo, a hierarquia de um comando militar) (WU, 2013).

É importante frisar que a hierarquia é um conceito que abrange diferentes perspectivas, tanto no mundo real, quanto no artificial, e apresenta distintos esquemas de classificação como, por exemplo: o sistema universal, o sistema biológico, sistemas tecnológicos, sociais, políticos, religiosos e econômicos, entre outros. Para modelar hierarquicamente um sistema complexo existem princípios que devem ser considerados (Quadro 1) (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013).

Quadro 1 – Princípios para modelar hierarquicamente sistemas complexos (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013).

1.	Definir os níveis hierárquicos
2.	Ordenar os níveis hierárquicos
3.	Estabelecer as estruturas verticais e horizontais
4.	Aplicar a <i>quase-decomposição (near-decomposability)</i>
5.	Estruturar a tríade básica
6.	Aplicar a correspondência da escala de hierarquia
7.	Compreender o papel do observador do fenômeno

O primeiro princípio diz respeito à definição dos níveis hierárquicos. Os níveis hierárquicos consistem estruturas em camadas que apresentam um ou mais subsistemas, sendo que esses subsistemas são denominados de *hólons* (KOESTLER, 1967). A partir da etimologia da palavra (*holos* = todo/macroestrutura, que se refere à interação entre as partes/microestruturas; *on* = partes/microestrutura), um *hólon* pode tanto ser macroestrutura quanto microestrutura de determinado nível hierárquico, dependendo do nível de análise focalizado (CORRÊA *et al.*, 2012; CORRÊA *et al.*, 2021; TANI; CORRÊA, 2006; REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013).

Nessa perspectiva, o todo/macroestrutura restringe as partes/microestruturas, mas não as controla (LASZLO, 2002). O todo/macroestrutura reduz e limita a variedade dos estados internos acessíveis do próprio sistema. A função está relacionada, mas não deterministicamente imposta pela estrutura subjacente (WU, 2013). Portanto, o que ocorre é um caso de causação descendente, em que ocorre a restrição de processos do nível inferior por parte do nível superior (BIZZARRI *et al.*, 2019).

BIZZARRI *et al.* (2019) explicam tal hierarquização a partir da ontologia relacional, que consiste na relação entre entidades a partir do ambiente que estão inseridas. Aqui, entende-se por entidade uma classe específica de coisas que são submetidas à predição de propriedades que podem tanto ser intrínsecas (em virtude daquilo que são), quanto relacionais (a partir da interação com outras entidades). Contudo, as propriedades intrínsecas também são relacionais como, por exemplo, um gene, que consiste em uma sequência específica de nucleotídeos (propriedade intrínseca), mas também pode ser compreendido como um nó em uma rede de interações com outros genes (propriedade relacional). Todo esse processo depende do contexto em que o gene está inserido, pois ele apresenta uma sequência específica com papel causal (modelo de proteína específica).

O trabalho de GOES *et al.* (2019) pode ser considerado como exemplo relativo ao futebol nesta perspectiva. Eles utilizaram um modelo matemático para criar um índice de desempenho tático coletivo na defesa (propriedade relacional) a partir das seguintes variáveis: centroide da equipe, centroide das linhas transversais formadas por jogadores de defesa, meio de campo e de ataque (4-3-3, respectivamente), dispersão e a área de cobertura da equipe no campo de jogo (figura formada pela intercessão dos jogadores que se encontravam nas extremidades da equipe). Os autores utilizaram as movimentações individuais dos jogadores no campo como propriedade intrínseca do desempenho tático coletivo na defesa. Eles encontraram que as movimentações individuais estavam correlacionadas ao índice de desempenho tático coletivo, porém as movimentações individuais por si só não resultaram em alterações na estrutura coletiva da equipe.

A estruturação dos níveis hierárquicos se estabelece nas perspectivas vertical e horizontal (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013). A estrutura vertical estabelece relações assimétricas entre os níveis, indicando forças de ordenação do sistema. Entende-se por ordenação a organização do sistema, que consiste na maximização do sistema investigado a partir do número de correlações entre os seus elementos (BIZZARRI *et al.*, 2019). Já a estrutura horizontal propõe relações simétricas e variedade entre os subsistemas de determinado nível (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013).

O segundo princípio diz respeito à ordenação dos níveis hierárquicos (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013). Isso consiste em uma regra de ação central à concepção de hierarquia e um passo fundamental na simplificação de um sistema complexo, pois muitos subsistemas são organizados em uma menor quantidade de níveis e *hólons* (REIS; CORRÊA,

2021; WU, 2013). A frequência e a força das interações entre os componentes do sistema, além das taxas de processo (periodicidade de comportamentos e tempo de resposta, por exemplo) são critérios fundamentais para esse processo (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013).

Além disso, escalas de tempo, espaço, número e conectividade entre os componentes são outras condições importantes para ordenar os níveis hierárquicos. Nesse sentido, a ordenação dos níveis hierárquicos deve levar em consideração que os níveis mais altos do sistema operam mais lentamente, com frequência mais baixa, além de restringirem e gerarem um contexto para os níveis mais baixos (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013).

O terceiro princípio refere-se ao estabelecimento das estruturas verticais e horizontais que permite a extração de um certo número de níveis, em que componentes com taxas de processos diferentes são agrupados em estruturas distintas (estrutura vertical da hierarquia), enquanto os elementos com contribuições parecidas no processo são dispostos no mesmo nível hierárquico (estrutura horizontal da hierarquia) (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013). Em um sistema complexo, vários e diferentes processos operam simultaneamente em uma ampla escala temporal. Sendo assim, subsistemas que apresentam taxas de processos semelhantes ou aproximadas devem ser agrupados no mesmo nível (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013).

De acordo com WU (2013), o acoplamento vertical dos níveis estabelece a separação entre eles, sendo que de cima para baixo ocorrem forças restritivas de um nível para o outro, enquanto de baixo para cima se estabelecem as forças iniciadoras do sistema, ou seja, estruturas elementares da hierarquia. Já o acoplamento horizontal determina a operação dinâmica de cada *hólon*, independentemente das características e atuação dos outros *hólons*. As interações entre componentes dentro de um *hólon* são muito mais fortes e mais corriqueiras do que aquelas entre *hólons* (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013). Por exemplo, a interação entre componentes subatômicos (elétrons, prótons e nêutrons) apresenta uma maior magnitude e frequência do que aquelas interações entre os átomos, que é, por ora, mais forte do que aquela entre as moléculas. Dessa forma, quanto maior o nível hierárquico, menor a força e a frequência das interações entre os componentes do sistema (WU, 2013).

O quarto princípio remete-se à aplicação da *quase-decomposição*, a qual permite alcançar o limiar simplificador necessário para descrever e compreender adequadamente a complexidade do sistema. O termo “quase” é utilizado no sentido de equilíbrio da descompactação, ou seja, as partes do sistema não podem estar completamente desacopladas umas das outras (decomposição completa), mas também não podem estar fortemente

acopladas, porque se não a caracterização do sistema deverá levar em consideração todos os componentes, não importando a quantidade deles (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013). O respeito a esse princípio garante a manutenção da coordenação entre os subsistemas do sistema, fazendo com que ele continue operando com eficiência mesmo com a diminuição da sua complexidade, tendo em vista que sistemas hierárquicos apresentam componentes que são facilmente acoplados e, com isso, são quase descompactados (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013).

O quinto princípio diz respeito à estruturação da tríade básica, a qual está intrinsecamente ligada à *quase-decomposição*. Porém, em vez de focar nas diferenças das taxas de processos dos níveis, essa regra de ação foca nos níveis estruturais de uma hierarquia. Dessa forma, esse princípio estabelece que, pelo menos, três níveis hierárquicos adjacentes precisam ser considerados para uma descrição parcimoniosa e suficiente do nível focal. O nível superior ao nível focal explica a sua dinâmica operacional, enquanto o nível inferior explica os seus processos iniciais (WU, 2013).

O sexto princípio refere-se à aplicação da correspondência da escala de hierarquia, que está relacionada às mudanças descontínuas de padrões e processos de um nível hierárquico para o outro, tendo em vista que sistemas complexos são decompostos ao longo do espaço e do tempo. RIC *et al.* (2016) mostraram que os comportamentos exploratórios e táticos de jogadores de futebol saturam em escalas rápidas (em alguns segundos) e longas (em dezenas de segundos) de acordo com os desequilíbrios numéricos em jogos reduzidos.

Por fim, o sétimo princípio diz respeito à compreensão do papel do observador do fenômeno na modelação hierárquica de um sistema complexo, tendo em vista que a teoria da hierarquia pode ser entendida como uma teoria da observação. Um sistema hierárquico é produto das interações entre a realidade e a percepção do fenômeno por parte do pesquisador. A capacidade de o observador perceber o objeto de estudo como uma hierarquia depende da sua *expertise* com o assunto, seu arcabouço teórico, o método e os dados utilizados. Dessa forma, o papel do observador do fenômeno é de importância primordial, contudo isso não deve ser enfatizado como uma recomendação por conta da subjetividade e da arbitrariedade (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013).

A vantagem em adotar a abordagem hierárquica para a análise e compreensão do futebol enquanto sistema complexo é de identificar processos adaptativos em diferentes níveis de análise, além de reduzir a complexidade sem perder a coordenação entre os componentes e

o ambiente de desempenho (CORRÊA *et al.*, 2021; REIS; CORRÊA, 2021). Neste sentido, a literatura tem apresentado diferentes modelos hierárquicos para os esportes coletivos. Por exemplo, CORRÊA *et al.* (2012) fizeram um modelo hierárquico do futsal com ênfase nas ações individuais dos jogadores a fim de identificar padrões individuais e coletivos. CORRÊA, PINHO e SILVA FILHO (2016) também propuseram um modelo do futsal, porém com foco no ensino do esporte a partir de uma concepção hierárquica. No futebol, BARROS, CORRÊA e TANI (2017) modelaram hierarquicamente o chute, apontando cinco microestruturas que compõem a habilidade (aproximação da bola, posicionamento do pé de apoio do chute, percepção visual na bola, parte do pé em contato com a bola e transferência do peso em relação ao pé de apoio). TANI e CORRÊA (2006) hierarquizaram o futebol sob uma perspectiva de configurações de jogo, que seriam esquemas que revelam as principais características de um sistema (1-4-4-2, por exemplo). Complementarmente, CORRÊA *et al.* (2021) fizeram um modelo hierárquico para identificação de macro e microestruturas de equipe de futebol por função e posição dos jogadores. Por fim, REIS e CORRÊA (2021) propuseram um modelo hierárquico considerando as relações numéricas de cooperação e oposição em um espaço específico de jogo, cujo diferencial dos apresentados anteriormente está na proposição de jogos reduzidos como nível inferior da hierarquia.

Conforme mostra o Quadro 2, no modelo de REIS e CORRÊA (2021) o nível 5 tem o futebol como macroestrutura e as microestruturas são as interações de cooperação e oposição estabelecidas dentro e fora do centro de jogo. O centro de jogo consiste em uma figura imaginária de uma circunferência com 9,15 metros de raio (Figura 1). COSTA *et al.* (2011, 2009) propuseram esse valor a partir da regra 1 do futebol, que trata de questões relacionadas ao campo de jogo e suas dimensões. A bola é o epicentro do centro de jogo, a qual funciona como um *atrator* que restringe a sua recuperação/perda (MOURA *et al.*, 2016, 2012) e, portanto, uma transição de fase (KELSO; SCHÖNER, 1988; MCGARRY *et al.*, 2002). O centro de jogo é visto como o local que contém mais energia em uma partida de futebol (COSTA *et al.*, 2011; 2009).

No nível 4, o centro de jogo se torna macroestrutura, enquanto suas microestruturas são as habilidades com e sem bola que podem ser realizadas pelos jogadores. No nível 3, as habilidades com bola se tornam macroestrutura e as microestruturas são o passe, a recepção, o domínio de bola, a condução, o drible e o chute. No nível 2, o passe se torna macroestrutura, enquanto as situações de superioridade, igualdade e inferioridade numérica em que o portador

da bola se encontra no centro de jogo para realizar a ação se tornam microestruturas. A literatura tem apontado que as equipes com a posse de bola devem criar superioridade numérica dentro do centro de jogo a fim de facilitar as ações do portador da bola, como o passe, por exemplo (COSTA *et al.*, 2009; REIS; ALMEIDA, 2019).

Quadro 2 – Modelo de organização hierárquica do futebol proposto por REIS e CORRÊA (2021).

MACRO	FUTEBOL											Nível
Micro	Dentro do centro de jogo						Fora do centro de jogo					5
MACRO	DENTRO DO CENTRO DE JOGO											Nível
Micro	Habilidades com bola						Habilidades sem bola					4
MACRO	HABILIDADES COM BOLA											Nível
Micro	Passe	Recepção	Domínio	Condução	Drible	Chute						3
MACRO	PASSE											Nível
Micro	Superioridade numérica				Igualdade Numérica				Inferioridade numérica			2
MACRO	SUPERIORIDADE				IGUALDADE				INFERIORIDADE			Nível
	NUMÉRICA				NUMÉRICA				NUMÉRICA			1
Micro	2vs.1	3vs.2	4vs.3	...	2vs.2	3vs.3	4vs.4	...	2vs.3	3vs.4	4vs.5	...

Por fim, no nível 1 todas as partes do nível 2 (superioridade, igualdade e inferioridade numérica) se tornam todo e suas partes são as diferentes interações numéricas de cooperação e oposição. Em situações de superioridade numérica, o passador sempre terá uma linha de passe a mais em relação a quantidade de oponentes dentro do centro de jogo (2 vs. 1, por exemplo); em situações de igualdade numérica, a quantidade de linhas de passe é equivalente à quantidade de oponentes (2 vs. 2, por exemplo); e, nas situações de inferioridade numérica o passador sempre tem uma linha de passe a menos que a quantidade de oponentes (2 vs. 3, por exemplo). Essas situações têm sido historicamente investigadas, em termos de intervenção, como jogos reduzidos (DAVIDS *et al.*, 2013; LAAKSO *et al.*, 2019).

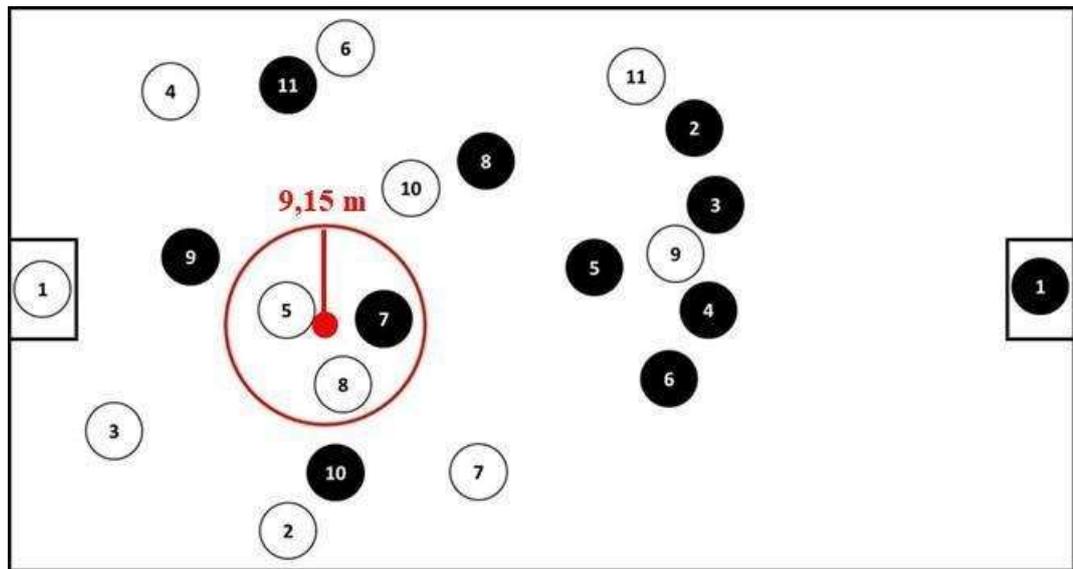


Figura 1 – Ilustração do centro de jogo, formado por uma circunferência imaginária com 9,15 metros de raio. Nesse exemplo, três jogadores estão dentro do centro de jogo: dois atacantes e um defensor (situação 2 vs. 1).

Ainda em relação a abordagem hierárquica aplicada aos esportes coletivos, CLAVIJO, DENARDI e CORRÊA (2022) analisaram 56 sequências de ataque e de defesa no jogo de futebol utilizando o centroide das equipes como macroestrutura e a distância do centroide de cada jogadores para o centroide da equipe como microestruturas. Foi encontrado que as equipes apresentaram menor número de macroestruturas de ataque e de defesa do que de microestruturas. Além disso, as equipes apresentaram variabilidade inter e *intra*-padrões de ataque e de defesa, porém não ficou claro o que fez com que ocorressem as mudanças de um padrão para o outro. Por exemplo, será que as equipes mudaram seus padrões após a execução de alguma habilidade com bola? No estudo de GOES *et al.* (2019) identificaram que o aumento de 10 metros na distância do passe e o aumento na velocidade da bola promoveram mudanças nos deslocamentos individuais dos jogadores e na expansão do espaço ocupado pela equipe no campo de jogo. Desta forma, as mudanças ocorridas entre os padrões de ataque e de defesa, na macro e microestrutura das equipes, observadas por CLAVIJO, DENARDI e CORRÊA (2022) poderiam ter ocorrido em função do passe?

2.3. A habilidade motora passe no futebol

O passe é uma habilidade motora específica dos esportes coletivos que consiste em transferir a bola para um colega de equipe. No futebol ela é realizada predominantemente com os pés (CORRÊA *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2012; OPPICI *et al.*, 2018; REIN; RAABE; MEMMERT, 2017; REIS *et al.*, 2019). Além de ser uma das habilidades motoras que ocorre com maior frequência nos jogos, o passe permite o deslocamento da bola no campo (CORRÊA *et al.*, 2014; GOES *et al.*, 2019; REIN; RAABE; MEMMERT, 2017). O passe pode ser classificado como uma habilidade motora: (a) grossa, pois envolve grandes grupos musculares; (b) discreta, por ter início e fim bem definidos; (c) de circuito aberto, porque o *feedback* não pode ser utilizado durante sua execução; e (d) aberta, pois é executada em um ambiente instável e imprevisível devido às alterações resultantes das interações entre os jogadores (TANI, 2016a).

O passe também pode ser considerado como uma habilidade motora que envolve altas demandas perceptivas e decisórias (CORRÊA *et al.*, 2014; MEMMERT; ROTH, 2007; OPPICI *et al.*, 2018, 2017). Isso porque, para executar o passe o jogador necessita estar atento às movimentações dos colegas de equipe e dos oponentes para poder escolher para quem, quando e como passar (CORRÊA *et al.*, 2016, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2012; OPPICI *et al.*, 2018, 2017). Além disso, existem finalidades específicas relacionadas à utilização do passe como, por exemplo: aumentar o controle do espaço de jogo; estabelecer situações de superioridade numérica ultrapassando o maior número possível de adversários; e, deixar o colega de equipe em condição ótima para finalizar na meta adversária (GOES *et al.*, 2019; KEMPE; MEMMERT, 2018; REIN; RAABE; MEMMERT, 2017).

O passe pode ser caracterizado em função da localização, da direção, da velocidade e da distância da ação no campo de jogo (CORRÊA *et al.*, 2014; GOES *et al.*, 2019; REIS; ALMEIDA, 2019; REIS; VASCONCELLOS; ALMEIDA, 2017a). Nesta perspectiva, a literatura tem apontado diversos estudos sobre o efeito do passe, em relação às suas características, no jogo de futebol. Por exemplo, REIS, VASCONCELLOS e ALMEIDA (2017a) investigaram os passes de longa distância nos jogos da Copa do Mundo de 2014. Os autores encontraram que cerca de 60% dos passes longos geraram perda da posse de bola e menos de 1% produziram chutes ao gol. LIU *et al.* (2015) analisaram as variáveis que mais

aproximavam as equipes de vencerem as partidas realizadas na Copa do Mundo de 2014. Em relação ao passe, os autores verificaram que as equipes vitoriosas realizavam mais passes curtos e para frente (ou seja, na direção da meta) do que as equipes perdedoras.

LIU *et al.* (2016a) compararam o desempenho técnico entre as melhores e piores equipes do Campeonato Espanhol de futebol masculino. Em relação ao passe, os autores identificaram que os jogadores das melhores equipes apresentaram maior frequência e eficácia na execução da ação em comparação às piores equipes da competição. Os autores também analisaram a execução do passe por posição e encontraram padrões de resultados iguais aos citados anteriormente na comparação entre laterais, zagueiros, meio-campistas e atacantes das melhores e piores equipes do campeonato. Em estudo posterior, LIU *et al.* (2016b) investigaram os efeitos de ações técnicas no resultado da partida comparando equipes de acordo com o nível de desempenho no Campeonato Espanhol de futebol masculino. Os autores encontraram que o passe apresentou efeito negativo para o resultado final da partida quando as equipes jogaram contra equipes classificadas como desempenho intermediário. Já em relação à quando as equipes jogaram contra equipes classificadas como desempenho fraco, o passe apresentou efeito positivo no resultado final da partida.

YI *et al.* (2022, 2020a, 2020b, 2020c) analisaram os efeitos de variáveis contextuais (o resultado e o local da partida, por exemplo) e da posição dos jogadores no desempenho na execução de habilidades com bola durante os jogos da Liga dos Campeões da Europa. Em suma, os autores identificaram que: a) nos jogos fora de casa, as equipes executaram mais passes bem-sucedidos e de curta distância quando estavam vencendo em relação a quando estavam empatando ou perdendo (YI *et al.*, 2022); b) os jogadores apresentaram maior coeficiente de variação do passe nas partidas da fase eliminatória em relação à fase de grupos (YI *et al.*, 2020a); c) o passe apresentou maior variação quando as equipes jogaram contra adversários mais qualificados em relação a quando jogaram contra adversários menos qualificados (YI *et al.*, 2020a); d) os zagueiros e laterais tiveram um desempenho mais bem-sucedido na execução do passe quando jogavam em casa em relação a quando as partidas eram realizadas fora de casa (YI *et al.*, 2020b); e) o desempenho na execução do passe teve uma taxa de sucesso maior quando as equipes jogaram contra adversários menos qualificados e quando estavam vencendo as partidas (YI *et al.*, 2020b); f) houve um aumento na frequência e desempenho na execução dos passes a partir da temporada 2015/2016 (YI *et al.*, 2020c); g) houve uma diminuição na frequência de passes para frente (na direção da meta) a partir da

temporada 2012/2013 (YI *et al.*, 2020c); h) não houve mudanças em relação aos passes de longa distância ao longo das temporadas (YI *et al.*, 2020c).

YI *et al.* (2019a) analisaram o desempenho na execução do passe na Copa do Mundo de futebol masculino de 2018 de acordo com os estilos de jogo das equipes. Os autores utilizaram uma técnica estatística de agrupamento de dados para dividir a amostra em equipes a partir das seguintes abordagens táticas: ataque posicional e ataque direto. Foi encontrando que as equipes que utilizavam o ataque posicional tiveram maior frequência e desempenho na execução do passe em relação às equipes do ataque direto.

YI *et al.* (2019b) compararam o desempenho do passe em cinco ligas europeias: alemã, espanhola, francesa, inglesa e italiana. Os autores encontraram que no Campeonato Italiano, a frequência e o desempenho do passe foram menores em relação às outras ligas. Além disso, em relação à distância do passe, nos Campeonatos Alemão e Italiano ocorreram mais passes de longa distância do que no Campeonato Francês.

CHMURA *et al.* (2021) investigaram o efeito da posição do jogador e do resultado da partida nas ações técnicas no Campeonato Alemão de futebol masculino ao longo de cinco temporadas. Os pesquisadores encontraram que os zagueiros e laterais executaram mais passes quando jogavam as partidas em casa em comparação às partidas fora de casa. Além disso, os zagueiros, laterais e meio-campistas executaram mais passes em jogos que as equipes foram vitoriosas.

PRAÇA *et al.* (2019) utilizaram a análise de redes sociais para identificação de padrões táticos das equipes de futebol que disputaram a fase eliminatória da Copa do Mundo de futebol masculino de 2018. Nesse tipo de análise, os passes são considerados como arestas e os jogadores como nós da rede. Os resultados do estudo mostraram que quando as equipes estavam vencendo as partidas, os volantes, meio-campistas e atacantes apresentavam maior influência na construção das redes de passes. Além disso, quando as equipes estavam vencendo, elas apresentaram um estilo de jogo com troca de passes para frente (na direção da meta).

BULDÚ *et al.* (2019) também utilizaram a análise de redes sociais para comparar os padrões de troca de passes do Barcelona entre os anos 2009 e 2011 no Campeonato Espanhol. Os resultados do estudo mostraram que o Barcelona apresentou um estilo de jogo com redes de passes mais complexas, com mais conexões e espaços entre os jogadores e com maior variabilidade tática do que as equipes adversárias.

Um outro estudo que também utilizou a análise de redes sociais para verificar o efeito da posição dos jogadores sobre os padrões de troca de passes no futebol foi o de MCLEAN *et al.* (2021). Em uma amostra composta por jogadores profissionais do futebol australiano, os autores encontraram que os zagueiros e volantes foram os que apresentaram maior índices de passe e de conexão em relação às outras posições das equipes. Desta forma, de acordo com este estudo, zagueiros e volantes possuem um papel tático importante na construção de jogadas ofensivas.

IMMLER *et al.* (2021) também aplicaram a análise de redes sociais para descrever a dinâmica de interação de equipes com treinadores com estilos de jogo diferentes a partir da troca de passes. A amostra foi composta por 92 jogos da Liga dos Campeões da Europa disputados por Manchester City, Liverpool e Tottenham. Os resultados mostraram que a equipe do Manchester City se destacou pelo alto número de passes trocados fruto da conexão aprimorada da rede da equipe a partir da compactação e triangulação de jogadores próximos da bola. Enquanto as equipes do Liverpool e do Tottenham se destacaram pela flexibilidade nos padrões de troca de passes e na formação de sinergias interpessoais.

É importante destacar que os estudos esses tiveram o passe como uma variável dependente de outras variáveis independentes (por exemplo, localização da partida, estilo de jogo do treinador e posição do jogador). Nenhum dos estudos tratou do passe como uma variável influenciadora da organização espacial de equipes de futebol. Portanto, ainda não está claro na literatura como o passe poderia afetar a organização espacial de equipes de futebol, sendo que já se sabe que o comportamento do passe é um fator determinante no resultado das partidas, mas não se sabe como isso ocorre em relação à organização espacial das equipes (LIU *et al.*, 2015).

Na verdade, apenas um estudo foi encontrado neste sentido, em que conforme descrito anteriormente, GOES *et al.* (2019) identificaram que o aumento de 10 metros na distância do passe e o aumento de 1 m/s na velocidade da bola promoveram mudanças nos deslocamentos individuais dos jogadores e na expansão do espaço ocupado pela equipe no campo de jogo, afetando na organização espacial das equipes de futebol. A partir disso, o passe pode ser visto como uma ação que poderia promover mudanças na organização hierárquica das equipes no jogo de futebol porque promoveu alterações em variáveis que podem ser vistas como macro (área de ocupação) e microestruturas (deslocamentos individuais). No entanto, GOES *et al.* (2019) não considerou as equipes de futebol como sistemas organizados hierarquicamente,

além de não ter analisado o efeito da localização e da direção do passe no estudo. Portanto, não está claro como a localização, a direção, a velocidade e a distância do passe no jogo de futebol, bem como a interação dessas variáveis, poderiam afetar a organização hierárquica de equipes de futebol.

3. SINTETIZANDO O PROBLEMA DE PESQUISA

De acordo com a revisão da literatura, como sistemas hierárquicos, as equipes de futebol apresentam modificações nas macroestruturas e microestruturas ao longo do jogo (CLAVIJO; DENARDI; CORRÊA, 2022). No entanto, parece não estar claro o que faz com que essas mudanças ocorram. Dadas as evidências de que a mudança de parâmetros do passe (distância e velocidade) promovem alterações nos comportamentos individuais e coletivos (GOES *et al.*, 2019), no presente estudo esta habilidade motora foi investigada como variável informacional ou perturbação. Importa destacar que nenhum dos estudos supracitados (BULDÚ *et al.*, 2019; CHMURA *et al.*, 2021; IMMLER *et al.*, 2021; LIU *et al.*, 2015; LIU *et al.*, 2016a; LIU *et al.*, 2016b; MCLEAN *et al.*, 2021; PRAÇA *et al.*, 2019; REIS; VASCONCELLOS; ALMEIDA, 2017a; YI *et al.*, 2022; YI *et al.*, 2020a; YI *et al.*, 2020b; YI *et al.*, 2020c; YI *et al.*, 2019a; YI *et al.*, 2019b) investigaram o passe e suas características (localização, direção, distância e velocidade) como possíveis influências que poderiam causar mudanças na organização hierárquica das equipes de futebol.

Diante do exposto, essa pesquisa visou responder aos seguintes questionamentos: a localização, direção, velocidade e distância do passe afetariam a organização hierárquica das equipes de futebol? Existiriam valores específicos de distância e de velocidade do passe, em função de sua localização e direção, que influenciariam a organização hierárquica das equipes de futebol?

4. OBJETIVOS

Investigar se a organização hierárquica das equipes de futebol seria influenciada pela localização (Experimento 1), direção (Experimento 2), velocidade (Experimento 3) e distância (Experimento 4) do passe;

Investigar se a organização hierárquica das equipes de futebol seria influenciada por valores específicos de distância e velocidade do passe, considerando sua localização e direção (Experimento 5).

5. EXPERIMENTO 1 – A localização do passe e a organização hierárquica de equipes de futebol

5.1. Método

5.1.1. Amostra

Foram analisados cinco jogos de futebol realizados por três equipes participantes do Campeonato Paulista (3 jogos) e da Copa do Brasil (2 jogos) da categoria Sub-20, os quais envolveram a participação de 162 jogadores. No intuito de evitar exposição dos participantes, as referidas equipes foram renomeadas de A, B e C. Os primeiros quatro jogos foram entre as equipes A e B entre abril e junho de 2018. O jogo 5 foi realizado entre as equipes A e C em novembro de 2018. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (CAAE: 87473417.4.0000.5391).

5.1.2. Coleta de dados

A filmagem dos jogos ocorreu com duas câmeras de vídeo digital da marca *GoPro HERO 3+ Black Edition* de resolução de 1920 x 1080 *pixels*, com velocidade de 30 quadros por segundo. Elas foram fixadas em tripés e posicionadas nas arquibancadas lateralmente ao campo. Os quatro primeiros jogos aconteceram em campos com dimensões de 105 m x 68 m, e o quinto jogo aconteceu em um campo com dimensões de 116 m x 75 m. Um total de 3693 passes que foram coletados nos setores defensivo (SD; n = 912), meio-campo (SMD; n = 2250) e ofensivo (SO; n = 531). Para definição desses setores, os campos foram divididos em três partes iguais no sentido longitudinal (Figura 2).

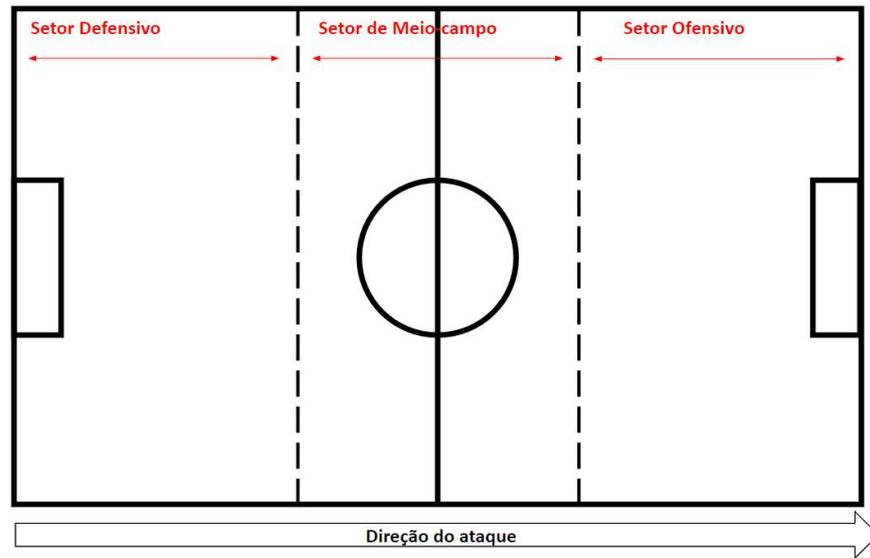


Figura 2 – Ilustração da divisão do campo de jogo em setores defensivo (SD), meio-campo (SMC) e ofensivo (SO) de acordo com a direção do ataque da equipe que realizava os passes.

5.1.3. Análise dos dados

Para a digitalização dos dados foi utilizado o software *Digital Video for Windows DVIDEOW* (FIGUEROA; LEITE; BARROS, 2006). O software *MATLAB R2016A* foi utilizado para a organização dos dados e extração das variáveis independentes e dependentes.

Inicialmente, os vídeos foram convertidos para uma resolução de 960 x 640 *pixels*, seguido da calibração de sete pontos em cada metade do campo. Na sequência, foram identificados e rastreados os 22 jogadores. Após a marcação dos quadros de cada objeto identificado ao longo do tempo, foram obtidas as matrizes de dados contendo a posição real das coordenadas x e y (em metros) de cada jogador em função do tempo. Na sequência, para cada rastreamento foi passado um filtro passa-baixa *Butterworth*, de 3ª ordem na frequência de 0.4 Hz para limpar os ruídos produzidos no rastreamento (BARROS *et al.*, 2007).

Em paralelo ao rastreamento da posição dos jogadores ao longo do jogo, foi realizada uma análise notacional para identificar os passes e a sua localização no campo de jogo de acordo com a Figura 2. De posse das coordenadas x e y dos deslocamentos de cada jogador, foram calculadas as medidas de macro e microestruturas das equipes, como segue.

Como medida de macroestrutura foi utilizada a área de cobertura das equipes, tanto atacante quanto defensora em metros quadrados (m^2). A área de cobertura consiste no espaço

ocupado pela equipe no campo a partir da interação entre os jogadores que se encontram nas extremidades da equipe (Figura 3). Nesse sentido, a área de cobertura das equipes pode ser considerada como uma medida de macroestrutura porque é produto da interação entre os componentes do sistema, caracterizando um comportamento coletivo (GOES *et al.*, 2019; MOURA *et al.*, 2016; 2012). Essa medida foi obtida por meio da distância euclidiana entre os jogadores através de uma *matrix* $D(t)$ de ordem $n = 10$ representando os jogadores que se encontravam nas extremidades da equipe, envolvendo o processo de *matrix* triangular calculado através da norma de *Frobenius* (labelled $\|L\|_F$) (MOURA *et al.*, 2012). Os goleiros foram descartados dessa análise.

Os valores das áreas de cobertura do ataque e da defesa foram calculados a partir da diferença do tamanho das áreas nos instantes em que ocorreram a recepção e a execução do passe. Valores positivos e negativos indicam aumento e diminuição das áreas de cobertura das equipes, respectivamente. Todo o processo foi realizado através da função *convhull* do *MATLAB R2016A*.

Já a medida de microestrutura referiu-se aos deslocamentos individuais dos jogadores, tanto no ataque quanto na defesa, em metros (m). Tal medida foi calculada de acordo com a seguinte equação: $D = \sqrt{(P2x - P1x)^2 + (P2y - P1y)^2}$, onde D refere-se à distância entre o local em que o jogador se encontrava no campo de jogo no momento do passe ($P1$) e no momento da recepção do passe ($P2$). A partir disto, foi utilizada a média dos deslocamentos individuais dos jogadores a partir da diferença dos deslocamentos nos instantes em que ocorreram a recepção e a execução do passe.

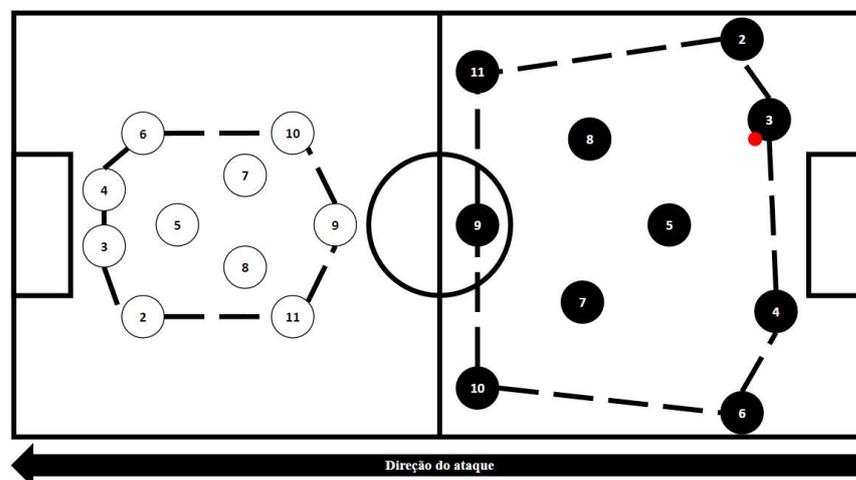


Figura 3 – Ilustração da área de cobertura da equipe atacante (cor preta) e defensora (cor branca).

5.1.4. Análise estatística

O teste *Kolmogorov-Smirnov* foi utilizado para analisar a normalidade da distribuição dos dados. Em relação à medida de macroestrutura, os pressupostos de normalidade dos dados foram atendidos ($p > 0,05$). Desta forma, foi utilizada uma análise de variância de uma via (ANOVA *one-way*) para comparação das médias entre as três condições (passes realizados nos setores SD, SMC e SO). Já em relação à medida de microestrutura, os pressupostos de normalidade dos dados não foram atendidos ($p < 0,05$). Desta forma, foi utilizado o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* para comparação das médias entre as três condições.

Também foi utilizado o *post hoc TukeyHonestSignificantDifference* para a localização das diferenças entre os grupos. Como medida do tamanho do efeito, foi utilizado o *eta* parcial ao quadrado (η^2) (DANCEY; REIDY, 2013). Foi adotado um nível de significância de 5% e os testes estatísticos foram realizados no SPSS 20.

5.2. Resultados

Ambos os níveis hierárquicos (macro e micro) de ambas as equipes, nos passes realizados nos SD e SMC foram diferentes daqueles dos passes realizados no SO. Os resultados mostraram que as macroestruturas das equipes de ataque relativas aos passes realizados no SD ($M = 27,91 \pm 173,96 \text{ m}^2$) e no SMC ($M = 22,40 \pm 111,19 \text{ m}^2$) foram diferentes daquela dos passes realizados no SO ($M = 0,51 \pm 121,96 \text{ m}^2$) [$F(2; 3690) = 7,89; p < 0,001; \eta^2 = 0,04$] (Figura 4A). E, que as macroestruturas das equipes de defesa relativas aos passes realizados no SD ($M = 22,35 \pm 134,83 \text{ m}^2$) foram diferentes daquelas dos passes do SMC ($M = 2,43 \pm 95,53 \text{ m}^2$) e do SO ($M = -22,63 \pm 99,93 \text{ m}^2$). Além disso, as macroestruturas das equipes de defesa relativas aos passes executados no SMC foram diferentes daquelas dos passes realizados no SO [$F(2; 3690) = 30,00; p < 0,001; \eta^2 = 0,02$] (Figura 4B).

As microestruturas das equipes de ataque relativas aos passes realizados no SD ($M = 3,40 \pm 2,22 \text{ m}^2$) foram diferentes daquelas dos passes realizados no SMC ($M = 3,01 \pm 2,22 \text{ m}^2$) e no SO ($M = 2,88 \pm 2,10 \text{ m}^2$) [$F(2; 3690) = 13,02; p < 0,001; \eta^2 = 0,29$] (Figura 4C). Por fim, as microestruturas das equipes de defesa relativas aos passes realizados nos SD ($M = 4,00$

$\pm 2,50 \text{ m}^2$) foram diferentes daquelas do SMC ($M = 3,51 \pm 2,60 \text{ m}^2$) e do SO ($M = 3,40 \pm 2,47 \text{ m}^2$) [$F(2; 3690) = 12,55; p < 0,001; \eta p^2 = 0,29$] (Figura 4D).

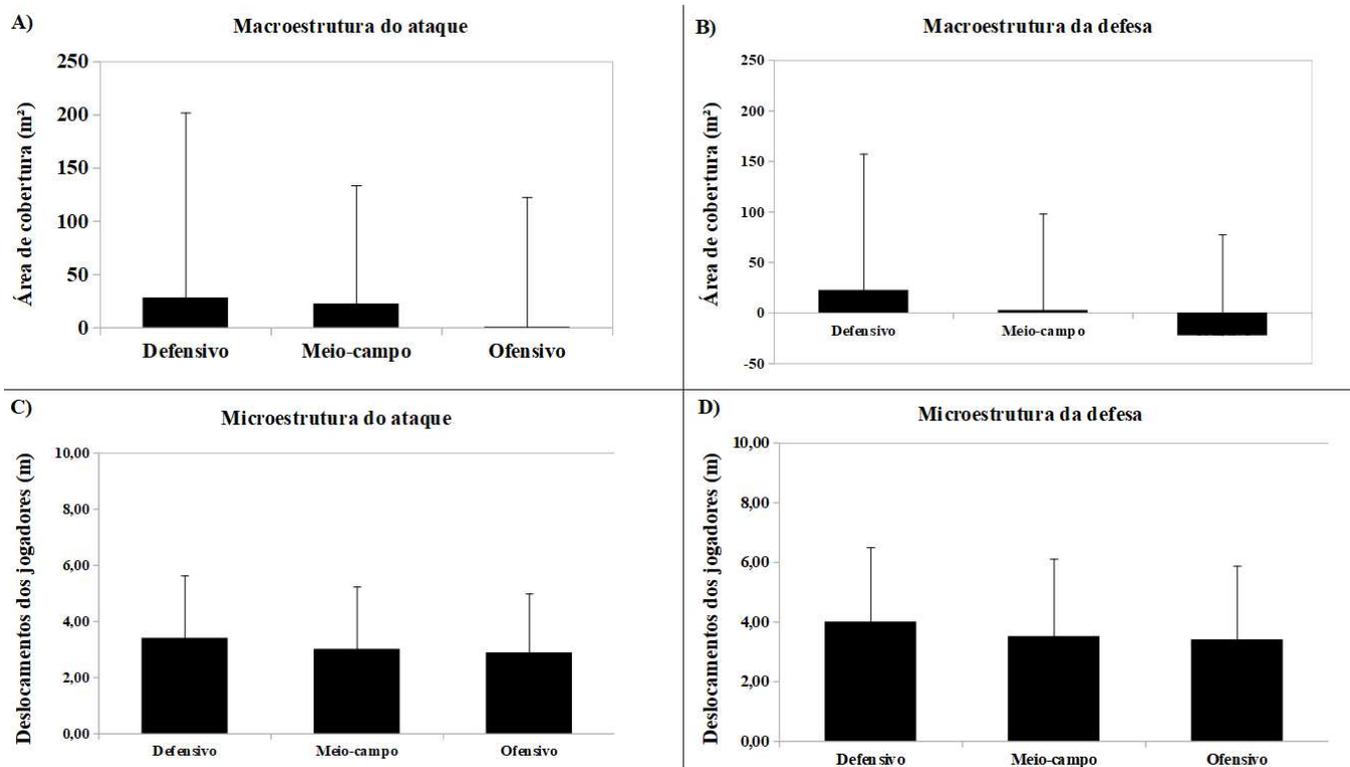


Figura 4 – Médias e desvios-padrão das macroestruturas de ataque (A) e defesa (B), e das microestruturas de ataque (C) e defesa (D), nos diferentes setores do campo.

5.3. Discussão

O objetivo deste experimento foi investigar se a organização hierárquica das equipes de futebol seria influenciada pela localização do passe. Os resultados mostraram que os passes realizados no setor defensivo envolveram diferentes organizações hierárquicas das equipes em comparação com os passes realizados nos setores de meio-campo e ofensivo do campo. Especificamente, i) os passes executados nos setores defensivo e de meio-campo envolveram superior área de cobertura de ataque em relação aos passes realizados no setor ofensivo; ii) os passes realizados nos setores defensivo envolveram superior área de cobertura de defesa em relação aos passes realizados nos setores de meio-campo e ofensivo; iii) os passes executados

no setor defensivo envolveram superiores distâncias (microestruturas do ataque e da defesa) em relação aos passes realizados nos setores de meio-campo e ofensivo.

Tais resultados estão relacionados à posição da meta no campo. A literatura mostra que a localização da meta é uma restrição da tarefa que afeta os padrões coordenativos das equipes no ataque e na defesa (CANTON *et al.*, 2021; RIBEIRO *et al.*, 2020). Neste sentido, a localização do passe é uma variável que afetou a organização espacial das equipes pela distância da bola da meta da equipe atacante, tanto na macro, quanto na microestrutura. Com o avanço da equipe atacante no campo de jogo, a equipe defensora se retrai a fim aplicar o princípio tático operacional que visa proteger a meta, buscando fechar os espaços de finalização da equipe atacante (COSTA *et al.*, 2009; REIS; ALMEIDA, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2019).

Diante deste cenário, a equipe atacante pode circular a bola para o setor defensivo a fim de atrair a equipe adversária e, conseqüentemente, gerar espaços com a troca de passes no setor defensivo (REIS; ALMEIDA, 2019). Além disso, durante a saída de bola, após o tiro de meta, a equipe atacante pode circular a bola no setor defensivo, aplicando os princípios específicos de jogo de aumentar o espaço efetivo de jogo, compactação e triangulação para gerar movimentações individuais e aumento do espaço da área de cobertura da equipe defensora (BULDÚ *et al.*, 2019; REIS; ALMEIDA, 2019). BULDÚ *et al.* (2019) mostraram que um dos diferenciais da equipe do Barcelona entre os anos de 2009 e 2011 era justamente esses padrões de troca de passes que fez a equipe impactar positivamente o futebol mundial naquele período.

Por fim, observou-se que os efeitos da localização do passe foram parecidos para as variáveis de macro e de microestruturas utilizadas neste estudo. Sistemas complexos organizados hierarquicamente podem apresentar relações de causalidade circular, que são aquelas em que a macro e a microestrutura se influenciam mutuamente (POL *et al.*, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2019). Neste sentido, ao contrário do estudo de CLAVIJO, DENARDI e CORRÊA (2022) que não encontraram um padrão de mudanças nas estruturas da equipe em ordem macro e micro, os resultados deste estudo encontraram um padrão comportamental entre macro e microestruturas ao inserir a localização do passe como variável influenciadora, promovido por um processo relacional de causalidade circular.

6. EXPERIMENTO 2 – A direção do passe e a organização hierárquica de equipes de futebol

6.1. Método

A amostra e os procedimentos foram aqueles do experimento 1. Os passes foram divididos em três grupos de acordo com a direção no campo de jogo: passes para frente (PF), ou seja, aqueles na direção da meta ou da linha de fundo do campo de defesa do adversário ($n = 793$), passes para os lados (PL), ou seja, aqueles na direção das linhas laterais do campo de jogo ($n = 2108$) e passes para trás (PT), ou seja, aqueles na direção da meta do adversário ou da linha de fundo do campo de defesa da própria equipe ($n = 792$).

A direção do passe foi calculada através da tangente invertida por meio $\alpha = \tan^{-1}$

$\frac{X_{passe}}{Y_{passe}}$, onde x e y referem-se aos eixos longitudinal e transversal do passe, respectivamente.

Os valores obtidos entre 45° e 90° foram categorizados como passes para frente; os valores entre 45° e -45° como passes para os lados; e os valores entre -45° e -90° como passes para trás (Figura 5).

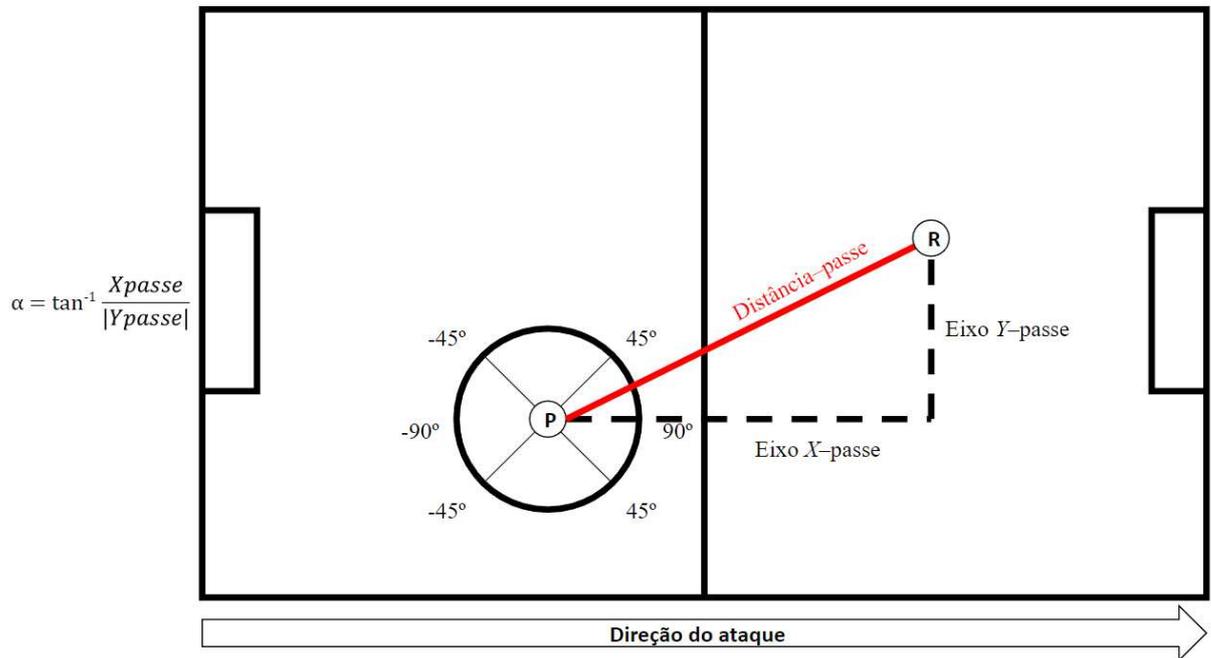


Figura 5 – Ilustração do cálculo da direção do passe através da tangente invertida, onde P = passador, R = receptor do passe.

6.2. Resultados

Em relação à macroestrutura da equipe atacante, não foi encontrada nenhuma diferença significativa entre os PF ($M = 24,40 \pm 150,56 \text{ m}^2$), PL ($M = 17,78 \pm 118,99 \text{ m}^2$) e PT ($M = 24,33 \pm 140,92 \text{ m}^2$) [$F(2; 3690) = 1,14; p = 0,32; \eta p^2 = 0,01$] (Figura 6A). No que concerne macroestrutura da equipe defensora, a ANOVA encontrou significância [$F(2; 3690) = 3,51; p < 0,03; \eta p^2 = 0,02$], porém o *post hoc* não foi capaz de detectar entre quais condições houve a diferença. No entanto, ao analisar os valores das médias, percebe-se que os PL ($M = 7,82 \pm 104,48 \text{ m}^2$) foram superiores aos dos PF ($M = -1,14 \pm 117,42 \text{ m}^2$) e dos PT ($M = -2,20 \pm 107,06 \text{ m}^2$) (Figura 6B). Por fim, no que se refere à microestrutura, não foi encontrada diferença significativa no ataque [$F(2; 3690) = 1,30; p = 0,27; \eta p^2 = 0,16$] (Figura 6C) e na defesa [$F(2; 3690) = 0,28; p = 0,76$] (Figura 6D).

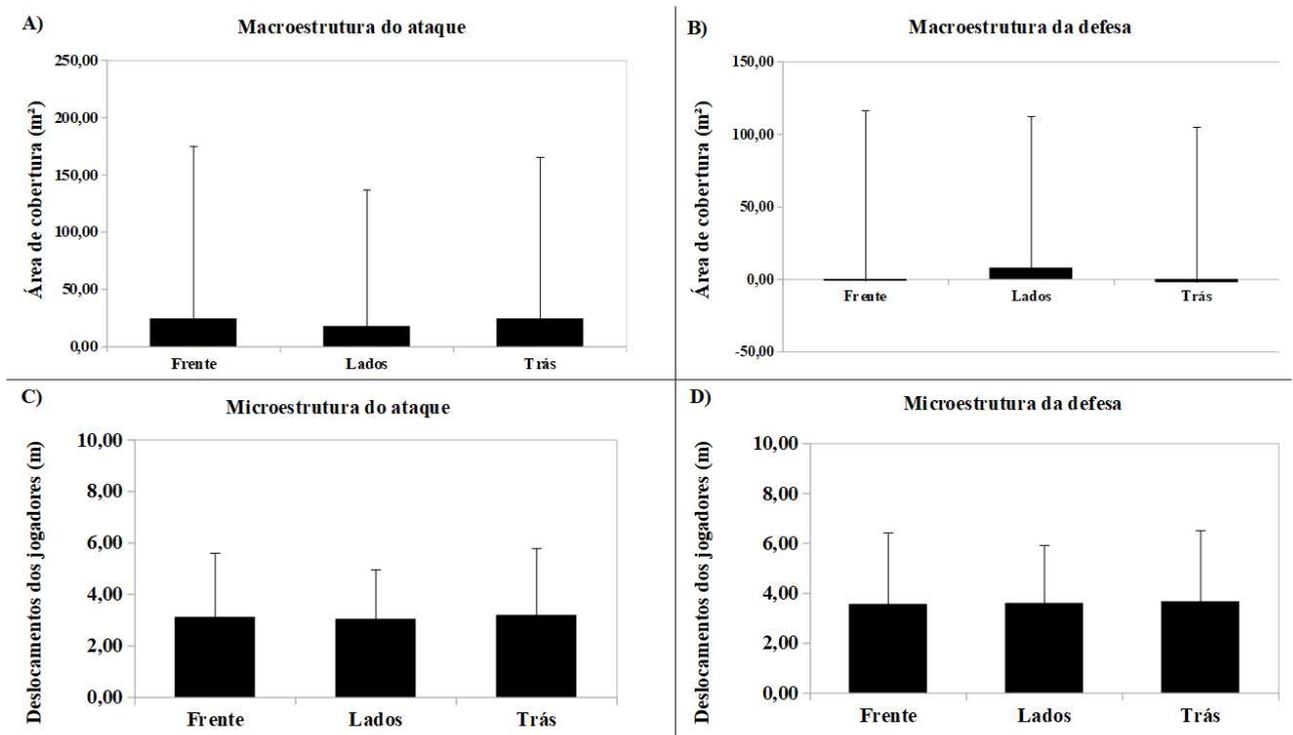


Figura 6 – Médias e desvios-padrão das macroestruturas de ataque (A) e defesa (B), e das microestruturas de ataque (C) e defesa (D) em função da direção do passe no campo.

6.3. Discussão

O objetivo deste experimento foi investigar se a organização hierárquica de equipes de futebol seria afetada pela direção do passe. Os resultados não mostraram diferenças nas macroestruturas e microestruturas, tanto no ataque quanto na defesa.

A literatura tem apontado que o passe para frente é uma variável que aproxima as equipes de futebol da vitória nas partidas (LIU *et al.*, 2015). Porém, de acordo com os resultados deste estudo, os passes para frente não causam mudanças na organização espacial das equipes. Nesse sentido, tais resultados denotam que a direção do passe está mais relacionada às oportunidades de ação do passe para encontrar jogadores em condição ótima para manter a posse de bola ou finalizar à meta do que afetar a organização espacial das equipes como um todo, pelos menos em relação às variáveis supracitadas. A direção do passe parece estar mais relacionada a uma subfase do jogo (passador-receptor), que consiste em um estado de organização particular relacionado a uma díade, ou seja, um grupo de dois jogadores (CORRÊA *et al.*, 2014; DAVIDS *et al.*, 2013).

Em relação à área de cobertura da defesa, ao analisar os valores médios das áreas de cobertura, percebe-se que os passes para os lados apresentaram envolveram superior área de cobertura da defesa em relação aos passes para trás e para frente. Nesse sentido, os passes para os lados poderiam servir como uma perturbação para a equipe adversária promovendo um alargamento do sistema e, conseqüentemente, gerando espaços para a equipe adversária, o que poderia aumentar as chances de a equipe atacante finalizar na meta (MOURA *et al.*, 2012). Desta forma, a aplicação do princípio tático específico denominado de jogar em amplitude, que consiste na criação de instabilidade nos corredores laterais através de movimentações sem bola que geram linhas de passe nesses espaços específicos do campo de jogo, poderia ser uma boa ferramenta para os treinadores potencializarem a eficiência ofensiva (REIS; ALMEIDA, 2019).

Vale ressaltar que, como os deslocamentos individuais dos jogadores da defesa não foram afetados pelos passes para os lados e que a tendência de efeito foi apenas para a macroestrutura de defesa, caracterizada aqui como a área de cobertura, provavelmente os passes para os lados afetam pequenos grupos de jogadores em que seus movimentos afetaram a estrutura organizacional da equipe como um todo. Nesta perspectiva, os passes para os lados aparentam servir como perturbações para determinadas subfases de organização das equipes da defesa, como, por exemplo, as linhas transversais de defesa formadas por zagueiros e laterais.

7. EXPERIMENTO 3 – A velocidade do passe e a organização hierárquica de equipes de futebol

7.1. Método

A amostra e os procedimentos foram aqueles do experimento 1. A diferença esteve na distribuição dos passes: foram utilizados os tercis dos valores da velocidade do passe para dividir a amostra em três grupos: passes lentos (PL), ou seja, aqueles do 1º tercil ($n = 1220$), passes intermediários (PI), ou seja, aqueles do 2º tercil ($n = 1219$) e passes rápidos (PR), ou seja, aqueles do 3º tercil ($n = 1259$). A velocidade do passe foi calculada por meio da seguinte equação: $V = D \div t$, onde V diz respeito à velocidade de deslocamento da bola, D refere-se à distância do passe e t é o tempo entre o passe e a recepção.

7.2. Resultados

Os resultados mostraram diferenças nas macroestruturas da equipe atacante que envolveram PI ($M = 36,68 \pm 135,69 \text{ m}^2$) em comparação com aquelas dos PL ($M = 14,30 \pm 108,98 \text{ m}^2$) e PR ($M = 11,11 \pm 144,46 \text{ m}^2$) [$F(2; 3690) = 13,95; p < 0,001; \eta p^2 = 0,08$] (Figura 7A). No que se refere às macroestruturas da equipe de defesa, aquelas que envolveram PI ($M = 9,92 \pm 113,17 \text{ m}^2$) e PR ($M = 12,43 \pm 112,36 \text{ m}^2$) foram diferentes daquela do PL ($M = 11,34 \pm 95,98 \text{ m}^2$) [$F(2; 3690) = 18,12; p < 0,001; \eta p^2 = 0,10$] (Figura 7B).

Em relação à microestrutura da equipe atacante, aquela que envolveu PR ($M = 3,38 \pm 2,21 \text{ m}$) foram diferentes daquelas que envolveram PI ($M = 3,18 \pm 2,39 \text{ m}$) e PL ($M = 2,70 \pm 1,95 \text{ m}$). Verificou-se, também, diferenças entre as microestruturas relativas aos PI e PL [$F(2; 3690) = 31,16; p < 0,001; \eta p^2 = 0,36$] (Figura 7C). Por fim, referente à microestrutura da equipe defensora, os resultados foram semelhantes às aquelas dos deslocamentos individuais dos jogadores do ataque [$F(2; 3690) = 60,62; p < 0,001; \eta p^2 = 0,42$] (Figura 7D).

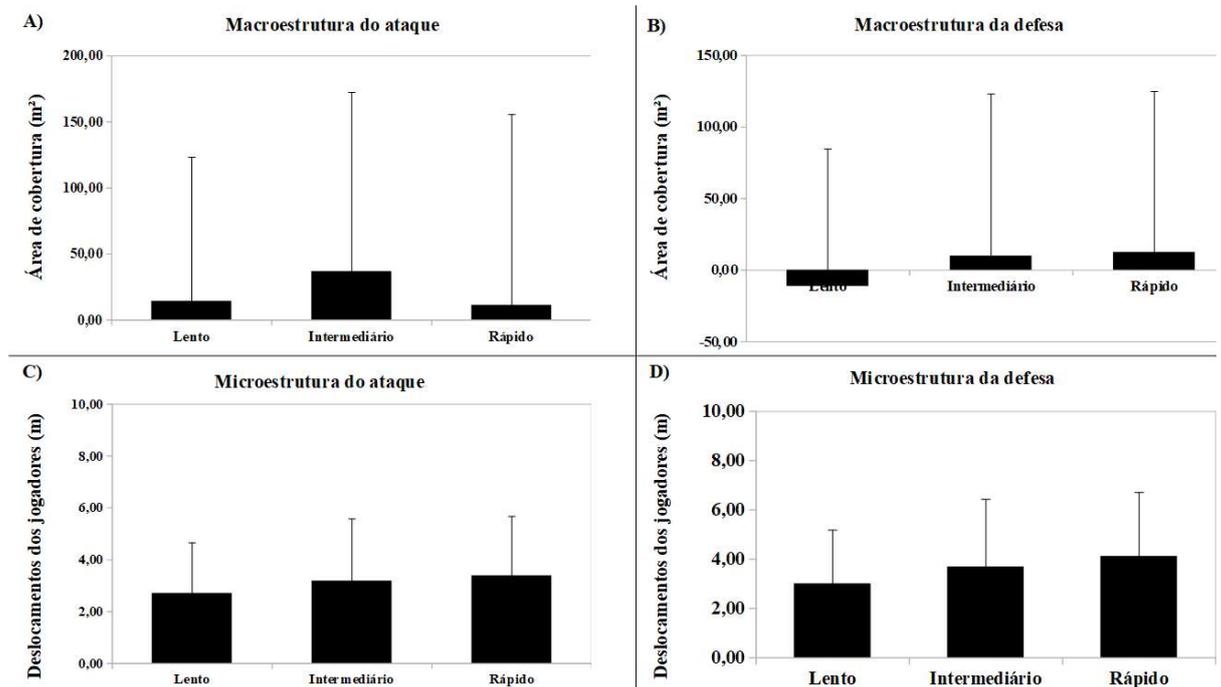


Figura 7 – Médias e desvios-padrão das macroestruturas de ataque (A) e defesa (B), e das microestruturas de ataque (C) e defesa (D), de acordo com a velocidade do passe.

7.3. Discussão

O objetivo deste experimento foi investigar se a organização hierárquica das equipes de futebol seria influenciada pela velocidade do passe. Os resultados mostraram efeitos diferentes da velocidade do passe sobre a macroestrutura e a microestrutura das equipes. Especificamente, as macroestruturas nas situações envolvendo passes com velocidade intermediária foi caracterizada por superiores áreas de cobertura em relação aos passes lentos e rápidos e as microestruturas nas situações com passes rápidos envolveram superiores valores de deslocamentos individuais em relação aos passes lentos e intermediários.

Possivelmente, os passes intermediários podem ter permitido a execução do princípio tático específico aumentar o espaço efetivo de jogo que visa expandir o sistema da equipe atacante a fim de criar e aproveitar os espaços nas e das equipes adversárias (REIS; ALMEIDA, 2019). Desta forma, este tipo de passe pode ter caracterizado um parâmetro de controle para a macroestrutura área de cobertura no ataque, que consiste em uma variável que ao atingir valores críticos promovem mudanças no estado de organização do sistema (ARAÚJO; DAVIDS, 2016; KELSO; SCHÖNER, 1988).

Isso pode ter ocorrido por restrições temporais dos passes lentos e rápidos, em que as trajetórias demorada e acelerada, respectivamente, da bola nestes tipos de passes estabilizaram a organização espacial da equipe atacante. Nesta perspectiva, os passes intermediários promovem trajetórias da bola nem tão lentas que os jogadores podem ter sincronizado entre eles de forma que mantém a estrutura, nem tão rápidas que não tenha dado tempo de alterar a estrutura organizacional em termos de espaço. Essas inferências podem fornecer suporte para as proposições de (DAVIDS *et al.*(2013) de que os treinadores poderiam utilizar restrições temporais nas tarefas para que os jogadores fossem capazes de ajustar a velocidade do passe a fim de promover alterações no padrão de ataque.

Já em relação à área de cobertura da defesa, os passes intermediários e rápidos podem ser considerados como perturbações no sistema adversário tendo em vista que promovem espaços para que a equipe atacante possa construir jogadas ofensivas e, conseqüentemente, aumentar as chances de finalização na meta (MOURA *etal.*, 2012). Já os passes lentos, os deslocamentos mais demorados da bola podem ter permitido que a equipe defensora estabilizasse a organização espacial em um nível macro.

Por fim, no que concerne aos deslocamentos individuais dos jogadores no ataque e na defesa, os passes rápidos podem ter gerado mais mudanças do que os passes intermediários e lentos. Isso porque a aceleração do passe tende a afetar subfases do sistema de ataque e de defesa influenciando dinâmicas específicas da equipe, como pequenos grupos de jogadores com funções parecidas (DAVIDS *et al.*, 2013). Essas inferências podem servir como *insights* sobre os jogos reduzidos caracterizarem estratégias para promover interações entre passes rápidos e pequenos grupos de jogadores (REIS; CORRÊA, 2021).

Nota-se que houve diferenças entre os padrões do efeito da velocidade do passe sobre macro e micro. Isto pode ter ocorrido porque sistemas complexos hierárquicos possuem um tipo de relação denominada de causação descendente (BIZZARRI *et al.*, 2019). Este tipo de relação preconiza que os níveis superiores da hierarquia do sistema geram o contexto para os níveis inferiores (REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013). Desta forma, aparentemente, as diferenças entre os resultados relativos à macro e à microestrutura podem ter ocorrido em função dessas características.

8. EXPERIMENTO 4 – A distância do passe e a organização hierárquica de equipes de futebol

8.1. Método

A amostra e os procedimentos foram aqueles do experimento 1. A diferença esteve na distribuição dos passes. Foram utilizados os tercis dos valores da distância do passe para dividir a amostra em três grupos: passes curtos (PC), ou seja, aqueles do 1º tercil ($n = 1217$), passes médios (PM), ou seja, aqueles do 2º tercil ($n = 1223$) e passes longos (PL), ou seja, aqueles do 3º tercil ($n = 1253$). A distância do passe foi calculada por meio da seguinte equação: $D = \sqrt{(P2x - P1x)^2 + (P2y - P1y)^2}$, onde D refere-se à distância entre o passador e o receptor no momento do passe, $P1$ é o passador e $P2$ o receptor do passe.

8.2. Resultados

Em relação às macroestruturas de ataque em situações de PL ($M = 45,15 \pm 178,28 \text{ m}^2$) foram diferentes daquelas envolvendo PM ($M = 16,96 \pm 109,00 \text{ m}^2$) e PC ($M = -0,99 \pm 80,50 \text{ m}^2$). Verificou-se, também, diferenças entre as macroestruturas envolvendo PM e PC [$F(2; 3690) = p < 0,001; \eta p^2 = 0,20$] (Figura 8A). No que se refere às macroestruturas de defesa, os resultados foram semelhantes àqueles de ataque [$F(2; 3690) = p < 0,001; \eta p^2 = 0,16$] (Figura 8B).

No que concerne às microestruturas, aquelas em situações de ataque envolvendo PL ($M = 4,47 \pm 2,85 \text{ m}$) foram diferentes daquela de PM ($M = 2,80 \pm 1,39 \text{ m}$) e PC ($M = 1,95 \pm 1,05 \text{ m}$). Além disso, PM tiveram microestruturas diferentes de PC (Figura 8C) [$F(2; 3690) = p < 0,001; \eta p^2 = 0,69$]. Por fim, referente à microestrutura das equipes na defesa, os resultados foram semelhantes aos da microestrutura do ataque (Figura 8D) [$F(2; 3690) = p < 0,001; \eta p^2 = 0,72$].

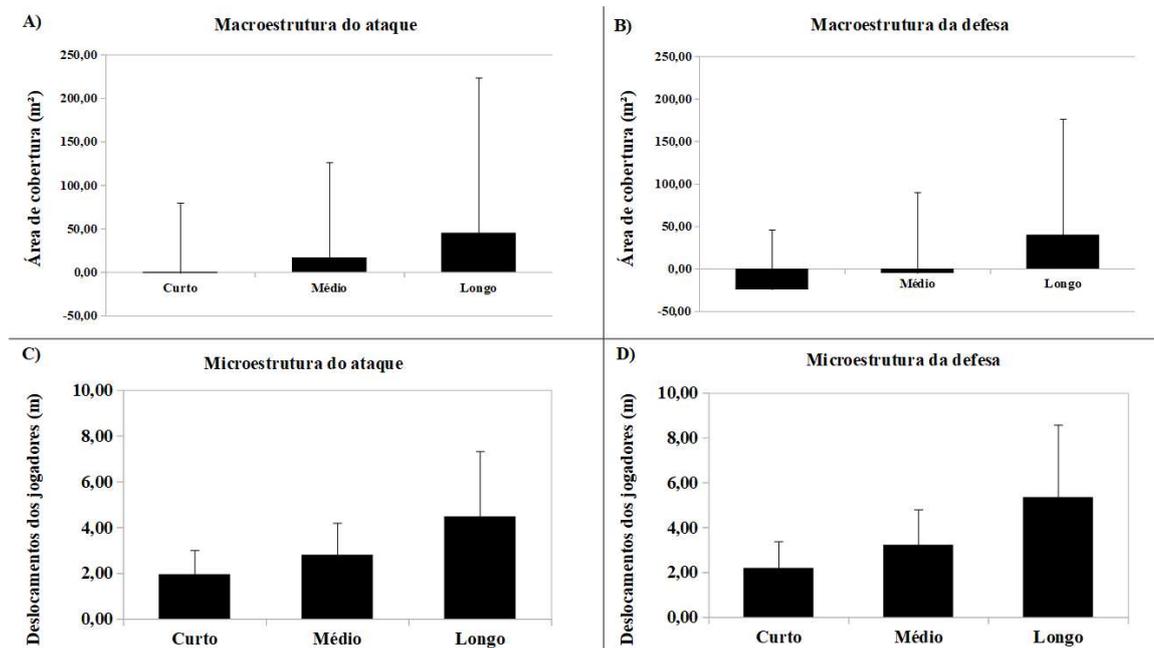


Figura 8 – Médias e desvios-padrão das macroestruturas de ataque (A) e defesa (B), e das microestruturas de ataque (C) e defesa (D), em função da distância do passe..

8.3. Discussão

O objetivo deste experimento foi investigar se a organização hierárquica das equipes de futebol seria influenciada pela distância do passe. Os resultados do estudo mostraram que os passes de longa distância envolveram maiores alterações na macroestrutura e na microestrutura das equipes, tanto no ataque, quanto na defesa.

Em relação ao ataque, os passes longos promoveram superior área de cobertura das equipes (medida de macroestrutura) e no deslocamento individual dos jogadores (medida de microestrutura). Considerando que, quando as equipes estão atacando, elas buscam expandir a área de cobertura a fim de criar e ocupar espaços na defesa adversária (MOURA *et al.*, 2016; 2012; REIS; ALMEIDA, 2019), os passes longos podem ter servido como um mecanismo de mudança qualitativa no sistema da equipe que permitiu a operacionalização do princípio tático específico aumentar o espaço efetivo de jogo (REIS; ALMEIDA, 2019).

No que concerne à defesa, os passes longos também promoveram aumento na área de cobertura das equipes e no deslocamento individual dos jogadores. Considerando que, quando as equipes estão defendendo, elas buscam contrair a área de cobertura a fim de diminuir os

espaços da equipe atacante, a fim de criar pressão espacial e temporal no sistema adversário (MOURA *et al.*, 2016; 2012; REIS; ALMEIDA, 2019), é possível pensar que quando elas não conseguem contrair ou manter o tamanho da área de cobertura, a tendência é que elas sofram chutes ao gol, aumentando o risco de perder as partidas (MOURA *et al.*, 2012). Por exemplo, MOURA *et al.* (2012) mostraram que as equipes do futebol brasileiro sofriam chutes ao gol quando a área de cobertura apresentava aproximadamente 1100 m² e conseguiam recuperar a posse de bola quando o espaço ocupado era de 900 m².

Desta forma, tais resultados permitem inferir que os passes longos podem servir como perturbação ao sistema defensivo da equipe, fazendo com que os jogadores se desloquem mais e que a área de cobertura da equipe se expanda (GOES *et al.*, 2019). Esses achados estão de acordo com o que foi encontrado no estudo de GOES *et al.* (2019), em que os pesquisadores encontraram que o aumento em 10 metros na distância do passe promoveu perturbações na organização defensiva de equipes do futebol holandês.

Por fim, percebe-se que em relação à distância dos passes, os padrões comportamentais das equipes em níveis macro e micro foram parecidos. Isso pode ser explicado pelo processo de causação descendente em sistemas complexos organizados hierarquicamente (BIZARRI *et al.*, 2019). Essa dinâmica descendente faz com que a macroestrutura (área de cobertura da equipe) crie um contexto para o comportamento da microestrutura (deslocamentos individuais dos jogadores) (REIS; CORRÊA, 2021), sendo que a distância do passe é uma variável que condiciona a macroestrutura, com o passe longo no jogo de futebol promovendo aumento nas áreas de cobertura das equipes, que por sua vez restringe o comportamento da microestrutura, ou seja, os deslocamentos individuais dos jogadores.

9. EXPERIMENTO 5 – Valores críticos do passe e a organização hierárquica das equipes de futebol

9.1. Método

A amostra e os procedimentos foram aqueles do experimento 1. Foi utilizada uma regressão com um modelo geométrico para estimar a velocidade da bola (metros/segundo) conforme a localização (setores defensivo, meio-campo e ofensivo) e direção (passes para frente, para os lados e para trás) tendo como variável independente a distância do passe (em metros) de acordo com a seguinte equação: $Y = a * X^b$, onde Y = velocidade da bola, a = intercepto, b = coeficiente de regressão. Para avaliar os passes também foram aplicados métodos estatísticos descritivos e inferenciais. As variáveis são apresentadas por medidas de tendência central e de variação e tiveram a normalidade avaliada pelo teste de *D'Agostino-Pearson*. Na parte inferencial foram aplicados os seguintes métodos: a) para estimar a velocidade da bola (m/s) conforme a localização (setor defensivo, setor de meio-campo e setor ofensivo) e direção (para frente, para os lados e para trás) do passe foi aplicado método de ajustamento de curva de Ayres *et al.* (2007, p.176) e em seguida o modelo geométrico, tendo como variável independente a distância do passe (m); b) para comparar as variáveis quantitativas foi aplicado o teste *U* de *Mann-Whitney*. Foi previamente fixado erro alfa em 5% para rejeição de hipótese nula e o processamento estatístico foi realizado nos programas *BioEstat* versão 5.3 e *STATA* release 17.

9.2. Resultados

A Tabela 1 mostra a variação do delta da macroestrutura de ataque (em metros quadrados) a partir dos 3693 passes analisados nas cinco partidas. A variação mais comum gerada pelos passes foi entre -63 e 94 m². Entretanto, os passes que geraram um aumento na macroestrutura de ataque corresponderam a aproximadamente 19,47% da amostra.

Tabela 1. Classificação da variação da macroestrutura do ataque, de acordo com a média da área de cobertura do ataque (em metros quadrados) e a frequência absoluta e relativa (%) dos passes por grupos de variação.

Varição da macroestrutura de ataque (m ²)	Média	Frequência absoluta dos passes	Frequência relativa dos passes (%)
-1005 a -848	-926,30	2	0,05
-848 a -691	-769,40	4	0,11
-691 a -534	-612,50	7	0,19
-534 a - 377	-455,60	14	0,38
-377 a -220	-298,70	64	1,73
-220 a -63	-141,80	528	14,30
-63 a 94	15,10	2355	63,77
94 a 250	172,00	559	15,14
250 a 407	328,90	111	3,01
407 a 564	485,90	37	1,00
564 a 721	642,80	8	0,22
721 a 878	799,70	2	0,05
878 a 1035	956,60	2	0,05
Total		3693	100%

A partir dos resultados da Tabela 1, a Tabela 2 traz a comparação dos valores de distância e de velocidade do passe que produziram um aumento na macroestrutura de ataque acima de 94 m² em função da localização e da direção do passe. O teste de *U de Mann-Whitney* encontrou efeito significativo para todas as comparações. Os passes com distância entre 17,37 e 25,17 m e velocidade entre 10,50 e 29,70 m/s foram aqueles que promoveram aumentos maiores de 94 m² na macroestrutura de ataque de acordo com o contexto, ou seja, localização e direção do passe.

Tabela 2. Valores distância (em metros) e velocidade (em metros por segundo) do passe ideal para aumento da macroestrutura de ataque (ACA), de acordo com a localização e direção do passe no campo.

Características do passe ideal					
ACA	Distância média do passe	ΔACA	Distância do passe	Velocidade do passe	<i>p</i>
Passes realizados no setor defensivo e para frente					
A \geq 94 m ²	22,30	248,17	19,47	11,60	< 0,001*
B < 94 m ²	16,63	41,55			
Passes realizados no setor defensivo e para os lados					
A \geq 94 m ²	23,88	211,65	20,93	11,50	< 0,001*
B < 94 m ²	17,98	39,69			
Passes realizados no setor defensivo e para trás					
A \geq 94 m ²	25,52	234,20	22,59	11,90	< 0,001*
B < 94 m ²	19,66	36,96			
Passes realizados no setor de meio-campo e para frente					
A \geq 94 m ²	22,33	209,88	19,00	10,50	< 0,001*
B < 94 m ²	15,66	41,98			
Passes realizados no setor de meio-campo e para os lados					
A \geq 94 m ²	24,57	169,62	20,83	11,30	< 0,001*
B < 94 m ²	17,08	36,15			
Passes realizados no setor de meio-campo e para trás					
A \geq 94 m ²	23,37	196,23	19,02	10,70	< 0,001*
B < 94 m ²	14,68	39,50			
Passes realizados no setor ofensivo e para frente					
A \geq 94 m ²	19,16	222,00	18,49	29,70	0,02
B < 94 m ²	17,83	35,32			
Passes realizados no setor ofensivo e para os lados					
A \geq 94 m ²	34,42	200,83	25,17	25,10	< 0,001*
B < 94 m ²	15,91	35,62			
Passes realizados no setor ofensivo e para trás					
A \geq 94 m ²	18,57	185,11	17,37	9,60	< 0,001*
B < 94 m ²	16,17	38,38			

A Tabela 3 apresenta a variação do delta da macroestrutura de defesa (em metros quadrados) de acordo com os 3693 passes executados nas cinco partidas. A mudança mais corriqueira produzida pelos passes foi entre -83 e 31 m². Porém, os passes que produziram um aumento macroestrutura de defesa corresponderam a aproximadamente 32,50% da amostra.

Tabela 3. Classificação da variação da macroestrutura de defesa de acordo com a média da área de cobertura da defesa (em metros quadrados) e a frequência absoluta e relativa (%) dos passes por grupos de variação.

Variação da macroestrutura de defesa (m²)	Média	Frequência absoluta dos passes	Frequência relativa dos passes (%)
-769 a -655	-712,10	2	0,05
-655 a -541	-597,80	2	0,05
-541 a -426	-483,40	5	0,14
-426 a -312	-369,10	15	0,41
-312 a -198	-254,80	71	1,92
-198 a -83	-140,40	434	11,75
-83 a 31	-26,10	1964	53,18
31 a 145	88,30	921	24,94
145 a 260	202,60	202	5,47
260 a 374	316,90	45	1,22
374 a 488	431,30	21	0,57
488 a 603	545,60	7	0,19
603 a 717	660,00	4	0,11
Total		3693	100%

De acordo com os resultados da Tabela 3, a Tabela 4 mostra a comparação dos valores de distância e de velocidade do passe que produziram um aumento na macroestrutura de defesa acima de 31 m² em função da localização e da direção do passe. O teste de *U de Mann-Whitney* encontrou efeito significativo para todas as comparações, exceto para os passes realizados no setor ofensivo com direção para frente ($p = 0,19$) e para trás ($p = 0,46$). Os

passes com distância entre 18,21 e 23,16 m e com velocidade entre 10,50 e 24,70 m/s foram aqueles que resultaram em aumentos maiores de 31 m² na macroestrutura de defesa de acordo com o contexto da localização e direção do passe. A Figura 10B mostra os valores de distância e velocidade do passe necessários para aumentar macroestrutura de defesa em função da localização e direção da ação no campo.

Tabela 4. Valores da distância (em metros) e da velocidade (em metros por segundo) do passe ideal para aumento da macroestrutura da defesa (ACD) de acordo com a localização e direção do passe no campo.

Características do passe ideal					
ACD	Distância média do passe	Δ ACD	Distância do passe	Velocidade do passe	<i>p</i>
Passes realizados no setor defensivo e para frente					
A \geq 31 m ²	23,04	129,74	19,45	11,50	< 0,001*
B < 31 m ²	15,86	14,45			
Passes realizados no setor defensivo e para os lados					
A \geq 31 m ²	23,17	134,44	21,45	11,60	0,007*
B < 31 m ²	19,72	15,64			
Passes realizados no setor defensivo e para trás					
A \geq 31 m ²	24,91	147,90	23,16	12,00	0,003*
B < 31 m ²	21,42	12,62			
Passes realizados no setor de meio-campo e para frente					
A \geq 31 m ²	22,09	118,08	18,21	11,40	< 0,001*
B < 31 m ²	14,32	13,41			
Passes realizados no setor de meio-campo e para os lados					
A \geq 31 m ²	23,20	92,57	19,59	11,30	< 0,001*
B < 31 m ²	15,97	14,18			
Passes realizados no setor de meio-campo e para trás					
A \geq 31 m ²	20,64	101,47	18,08	10,50	< 0,001*
B < 31 m ²	15,52	13,88			
Passes realizados no setor ofensivo e para frente					
A \geq 31 m ²	19,80	91,61	20,47	33,20	0,19
B < 31 m ²	21,14	13,53			

PASSES REALIZADOS NO SETOR OFENSIVO E PARA OS LADOS					
A \geq 31 m ²	19,99	120,03	18,36	24,70	0,050*
B < 31 m ²	16,73	15,03			
PASSES REALIZADOS NO SETOR OFENSIVO E PARA TRÁS					
A \geq 31 m ²	14,90	101,03	14,36	9,10	0,46
B < 31 m ²	13,82	9,68			

A Tabela 5 traz a variação do delta da microestrutura de ataque (em metros) em consonância aos 3693 passes realizados nas cinco partidas. A variação mais comum gerada pelos passes foi entre 2 e 4 m. Entretanto, os passes que produziram aumento na microestrutura de ataque corresponderam a aproximadamente 22,78% (entre 4 e 24 m).

Tabela 5. Classificação da variação da microestrutura de ataque de acordo com a média dos deslocamentos individuais dos jogadores (em metros) e a frequência absoluta e relativa (%) dos passes por grupos de variação.

Varição da microestrutura de ataque (m)	Média	Frequência absoluta dos passes	Frequência relativa dos passes (%)
0 a 2	1,1	1337	36,20
2 a 4	3,0	1499	40,59
4 a 6	4,8	529	14,32
6 a 8	6,7	184	4,98
8 a 9	8,5	70	1,90
9 a 11	10,4	34	0,92
11 a 13	12,3	17	0,46
13 a 15	14,1	8	0,22
15 a 17	16,0	5	0,14
17 a 19	17,8	4	0,11
19 a 21	19,7	2	0,05
21 a 22	21,5	1	0,03
22 a 24	23,4	3	0,08
Total		3693	100%

A partir dos resultados da Tabela 5, a Tabela 6 traz a comparação dos valores de distância e de velocidade do passe que produziram um aumento na microestrutura de ataque acima de 4 m em função da localização e da direção do passe. O teste de *U de Mann-Whitney* encontrou efeito significativo para todas as comparações, exceto para os passes realizados no setor ofensivo e com direção para trás ($p = 0,53$). Os passes com distância entre 19,77 e 26,58 m e com velocidade entre 11,10 e 31,80 m/s foram aqueles que promoveram mudanças acima de 4 m na microestrutura de ataque de acordo com o contexto, ou seja, localização e direção do passe.

Tabela 6. Valores da distância (em metros) e da velocidade (em metros por segundo) do passe ideal para aumento da microestrutura do ataque (DA), de acordo com a localização e direção do passe no campo.

Características do passe ideal					
DA	Distância média do passe	Δ DA	Distância do passe	Velocidade do passe	<i>p</i>
Passes realizados no setor defensivo e para frente					
A \geq 4 m	29,18	6,19	23,86	13,00	< 0,001*
B < 4 m	17,94	2,29			
Passes realizados no setor defensivo e para os lados					
A \geq 4 m	29,18	5,76	23,63	12,00	< 0,001*
B < 4 m	18,08	2,41			
Passes realizados no setor defensivo e para trás					
A \geq 4 m	34,46	7,05	26,58	12,70	< 0,001*
B < 4 m	18,70	2,41			
Passes realizados no setor de meio-campo e para frente					
A \geq 4 m	27,00	7,04	20,41	11,10	< 0,001*
B < 4 m	13,82	2,12			
Passes realizados no setor de meio-campo e para os lados					
A \geq 4 m	27,42	5,85	21,54	11,10	< 0,001*
B < 4 m	15,65	2,24			
Passes realizados no setor de meio-campo e para trás					
A \geq 4 m	25,73	6,94	19,77	11,20	< 0,001*
B < 4 m	13,80	1,99			
Passes realizados no setor ofensivo e para frente					

A \geq 4 m	26,58	6,45	19,94	31,80	< 0,001*
B < 4 m	13,30	1,99			
Passes realizados no setor ofensivo e para os lados					
A \geq 4 m	27,50	6,03	21,91	20,20	< 0,001*
B < 4 m	16,32	2,07			
Passes realizados no setor ofensivo e para trás					
A \geq 4 m	18,90	6,24	19,28	10,10	0,530
B < 4 m	19,65	2,18			

A Tabela 7 refere-se à variação do delta da microestrutura da defesa (em metros) a partir dos 3693 passes analisados nas cinco partidas. A mudança mais corriqueira produzida pelos passes também foi entre 2 e 4 m. Porém, os passes que geraram maiores mudanças na microestrutura da defesa corresponderam a aproximadamente 29,78% (entre 4 e 25 m).

Tabela 7. Classificação da variação da microestrutura de defesa de acordo com a média dos deslocamentos individuais dos jogadores (em metros) e a frequência absoluta e relativa (%) dos passes por grupos de variação.

Mudança da Microestrutura de defesa (m)	Média	Frequência absoluta dos passes	Frequência relativa dos passes (%)
0 a 2	1,20	1121	30,35
2 a 4	3,10	1454	39,37
4 a 6	5,00	630	17,06
6 a 8	6,90	276	7,47
8 a 10	8,90	109	2,95
10 a 12	10,80	40	1,08
12 a 14	12,70	35	0,95
14 a 16	14,60	10	0,27
16 a 17	16,50	6	0,16
17 a 19	18,40	2	0,05
19 a 21	20,30	3	0,08
21 a 23	22,30	3	0,08

23 a 25	24,20	4	0,11
Total		3693	100%

De acordo com os resultados da Tabela 7, a Tabela 8 mostra a comparação dos valores de distância e de velocidade do passe que geraram um aumento na microestrutura da defesa acima de 4 m em função da localização e da direção do passe. O teste de U de *Mann-Whitney* encontrou efeito significativo para todas as comparações, exceto para os passes realizados no setor ofensivo e com direção para trás ($p = 0,33$). Os passes com distância entre 20,17 e 25,26 m e velocidade entre 10,60 e 29,20 m/s foram aqueles que promoveram maiores mudanças na microestrutura de defesa de acordo com o contexto da localização e direção do passe. Todos os modelos foram estatisticamente significativos, portanto, o presente estudo estabelece que a velocidade do passe depende diretamente da distância do passe (Tabela 9).

Tabela 8. Valores da distância (em metros) e da velocidade (em metros por segundo) do passe ideal para aumento da microestrutura da defesa (DD) de acordo com a localização e direção do passe no campo.

Características do passe ideal					
DD	Distância média do passe	ΔDD	Distância do passe	Velocidade do passe	p
Passes realizados no setor defensivo e para frente					
A ≥ 4 m	29,72	6,25	23,15	12,80	< 0,001*
B < 4 m	16,58	2,47			
Passes realizados no setor defensivo e para os lados					
A ≥ 4 m	27,32	6,12	22,12	11,90	< 0,001*
B < 4 m	16,93	2,56			
Passes realizados no setor defensivo e para trás					
A ≥ 4 m	32,39	7,10	25,26	12,30	< 0,001*
B < 4 m	18,12	2,57			
Passes realizados no setor de meio-campo e para frente					
A ≥ 4 m	27,59	7,54	20,24	10,90	< 0,001*
B < 4 m	12,89	2,27			
Passes realizados no setor de meio-campo e para os lados					
A ≥ 4 m	25,80	6,12	20,17	11,20	< 0,001*
B < 4 m	14,53	2,32			

PASSES REALIZADOS NO SETOR DE MEIO-CAMPO E PARA TRÁS					
A \geq 4 m	24,91	6,90	18,98	10,60	< 0,001*
B < 4 m	13,05	2,22			
PASSES REALIZADOS NO SETOR OFENSIVO E PARA FRENTE					
A \geq 4 m	24,09	6,68	18,40	29,20	< 0,001*
B < 4 m	12,71	2,10			
PASSES REALIZADOS NO SETOR OFENSIVO E PARA OS LADOS					
A \geq 4 m	28,15	6,27	21,43	27,70	< 0,001*
B < 4 m	14,70	2,14			
PASSES REALIZADOS NO SETOR OFENSIVO E PARA TRÁS					
A \geq 4 m	19,11	6,03	19,42	10,60	0,33
B < 4 m	19,72	2,27			

Tabela 9. Modelo geométrico para estimar a velocidade da bola (m/s) de acordo com a localização (setor defensivo, setor de meio-campo e setor ofensivo) e direção (passe para frente, passe para os lados e passe para trás) tendo como variável independente a distância do passe (m).

Localização / Direção	n	Intercepto <i>a</i>	Coefficiente <i>b</i>	Coefficiente <i>R</i> ²	Média da distância	Média da velocidade	<i>P</i>
Setor defensivo /							
Passe para frente	213	2,44	0,53	0,57	17,83	11,12	< 0,001*
Passe para os lados	510	3,25	0,42	0,44	18,44	10,92	< 0,001*
Passe para trás	189	3,90	0,36	0,40	19,11	11,22	< 0,001*
Setor de meio-campo /							
Passe para frente	442	3,16	0,41	0,43	13,04	9,05	< 0,001*
Passe para os	1343	1,21	0,74	0,87	13,00	10,00	< 0,001*

lados								
Passe para trás	465	3,01	0,43	0,41	12,76	9,08	< 0,001*	
Setor ofensivo /								
Passe para frente	138	1,02	1,15	0,45	8,15	11,36	< 0,001*	
Passe para os lados	255	1,39	0,98	0,36	9,97	13,38	< 0,001*	
Passe para trás	138	3,99	0,28	0,28	13,06	8,09	< 0,001*	

*Regressão geométrica.

9.3. Discussão

O objetivo deste experimento foi investigar se há valores específicos de distância e de velocidade do passe, considerando suas localizações e direções, poderiam influenciar a organização hierárquica das equipes. Foram identificados valores críticos de distância e velocidade de passe, em função de suas localizações e direções, que afetaram a organização hierárquica das equipes. Especificamente, passes com valores de 17,37 a 26,58 m de distância e velocidade de 9,60 a 31,80 m/s, de acordo com a localização e direção do passe no campo, promoveram mudanças na macroestrutura e na microestrutura no ataque e na defesa em função da localização e direção da ação no campo.

Neste sentido, a habilidade motora passe pode ser considerada como um parâmetro de controle das equipes enquanto sistemas complexos organizados hierarquicamente. Um parâmetro de controle consiste uma variável que, ao atingir valores críticos, promove alterações no parâmetro de ordem (macroestrutura) do sistema (KELSO; SCHÖNER, 1988). De acordo com os resultados deste experimento, o passe poderia ser pensado tanto para promover uma mudança qualitativa do sistema da equipe atacante, quanto como uma perturbação na tentativa de desmantelar o sistema da equipe defensora (GOES *et al.*, 2019).

Dentro desta perspectiva, GOES *et al.* (2019) fizeram um índice de desempenho da defesa no futebol baseado em variáveis espaciais a partir de um modelo matemático. Os autores encontraram que o aumento de 10 metros na distância do passe e o aumento de 1 metro/segundo na velocidade da bola promoveram mudanças nos comportamentos individuais e coletivos da equipe defensora, afetando a organização espacial delas. Portanto, os resultados deste experimento estão em consonância com os achados no estudo de GOES *et al.* (2019), além de fornecer novas informações com valores de referência em que essas mudanças são promovidas. Os resultados permitem, também pensar nos valores do passe como restrições de tarefa. Por exemplo, foi encontrado que os passes realizados no setor defensivo (próximo da meta do adversário) e para frente (na direção da meta da equipe) que promoveram aumento na área de cobertura da defesa (criação de espaços para a equipe atacante) são aqueles com médias de 19,45 m de distância e de 11,50 m/s de velocidade.

Pensa-se que para funcionar como um parâmetro de controle ou restrição, dois aspectos são importantes: afinação e calibração (REIS; CORRÊA, 2022). A afinação consiste na sintonização perceptiva do jogador com as informações ambientais para execução bem-sucedida da habilidade (ARAÚJO; DICKS; DAVIDS, 2018). Já a calibração diz respeito à capacidade de dimensionar as informações ambientais para a própria capacidade de ação, ou seja, ser capaz de saber se consegue usufruir das oportunidades de ação que o ambiente oferece para resolver os problemas do ambiente de desempenho (ARAÚJO; DICKS; DAVIDS, 2018; FAJEN, 2007). Em estudo recente, PASSOS *et al.* (2020) analisaram o surgimento de oportunidades de passe para frente ao longo do tempo a partir de um algoritmo que identifica o surgimento e desaparecimento de linhas de passe a partir das interações entre os jogadores no campo de jogo. Os resultados do estudo mostraram que as linhas desse tipo de passe tiveram duração de no máximo três segundos, além de que existiram períodos específicos de jogo em que as oportunidades de passe para frente estariam mais latentes.

10. DISCUSSÃO GERAL E CONCLUSÕES

O objetivo desta tese foi investigar se o passe influenciaria na organização hierárquica de equipes de futebol. Especificamente, buscou-se compreender se a localização (Experimento 1), a direção (Experimento 2), a velocidade (Experimento 3) e a distância (Experimento 4) do passe influenciariam na organização hierárquica de equipes de futebol. Além disso, foi investigado se existiriam valores específicos de distância e de velocidade do passe, em função de suas localizações e direção, que poderiam influenciar a organização hierárquica das equipes (Experimento 5).

Em relação aos resultados obtidos, a síntese é a seguinte: os passes realizados no setor defensivo (Experimento 1), com direção para os lados do campo de jogo (Experimento 2), com velocidade intermediária e rápida (Experimento 3), e de longa distância (Experimento 4) foram aqueles que promoveram maiores mudanças na organização hierárquica das equipes. Além disso, foi constatado que existem valores críticos de distância e velocidade de passe, em função de suas localizações e direções, que afetam a organização hierárquica das equipes (Experimento 5). Tais achados mostram que dois importantes conceitos da abordagem sistêmica estão presentes na relação entre o passe e a organização espacial das equipes no jogo de futebol: parâmetro de controle e perturbação.

Partindo deste ponto, percebe-se que o passe no jogo de futebol é uma variável que ao atingir determinados valores críticos faz com que o sistema da equipe se altere em níveis macro e microscópicos, se mostrando como um parâmetro de controle. Um parâmetro de controle é uma informação ambiental que modifica a estrutura do sistema em busca de estados de organização que o permitam se adaptar às perturbações (KELSO; SCHÖNER, 1988).

Já em relação à perturbação, ela se refere a qualquer coisa que causa mudança no sistema (BARROS; TANI; CORRÊA, 2017). A literatura mostra que quando as equipes espaçam a área de cobertura na defesa elas sofrem gols (MOURA *et al.*, 2016). Foi encontrado que existem características do passe que fazem com que as equipes que estão defendendo aumentem os espaços ocupados no campo de jogo em razão da interação entre seus jogadores. Portanto, o passe pode ser considerado uma perturbação no sistema defensivo das equipes de futebol, de acordo com o contexto e com determinadas características (passes de longa distância, por exemplo).

As características do jogo de futebol têm sido modificada ao longo do tempo, apresentando menos espaço e tempo devido a maior compactação entre os jogadores (BULDÚ *et al.*, 2019; WALLACE; NORTON, 2014). Essa mudança tem ocorrido em função do aumento da posse de bola e, conseqüentemente, maior troca de passes (BULDÚ *et al.*, 2019). Com as equipes cada vez mais compactadas e com menos espaço para os jogadores atacantes criarem ações ofensivas, a troca de passes com as características apresentadas nesta tese pode ser tanto uma alternativa para a equipe atacante criar espaços no campo de jogo (parâmetro de controle), quanto uma variável que desmantela o sistema adversário gerando espaços nele (perturbação) (BULDÚ *et al.*, 2019; GOES *et al.*, 2019; WALLACE; NORTON, 2014).

Além disso, foram encontrados resultados semelhantes nas variáveis macro e microscópicas do estudo. Isso pode ter ocorrido devido ao processo de causalção circular que mantém sistemas complexos organizados hierarquicamente com capacidade adaptativa (BALAGUÉ *et al.*, 2019; POL *et al.*, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2019). Dessa forma, tanto a macro quanto a microestrutura se afetam mutuamente no processo adaptativo, sendo o passe uma variável que retroalimenta esse processo (CORRÊA *et al.*, 2019). Curiosamente, a velocidade do passe foi uma característica da ação que apresentou resultados um pouco distintos para macro e microestrutura das equipes. Isso pode ter ocorrido por um processo de causalção descendente que também ocorre em sistemas complexos organizados hierarquicamente (BIZZARRI *et al.*, 2019; REIS; CORRÊA, 2021; WU, 2013). Dessa forma, a macroestrutura gera o contexto para a microestrutura (WU, 2013). A partir disso, a velocidade do passe influenciou inicialmente a macroestrutura que gerou o contexto para as alterações da microestrutura.

Por fim, sugere-se que novos estudos sejam feitos com a abordagem hierárquica aplicada ao jogo de futebol e a habilidade motora passe. Por exemplo, REIS; CORRÊA (2021) propuseram que os jogos reduzidos são estruturas hierárquicas retiradas do jogo de futebol com fins de intervenção pedagógica e de rendimento esportivo. Dessa forma, seria interessante investigar como esses jogos reduzidos podem promover a aprendizagem de passes com as características que foram encontradas nesta tese para promover mudanças qualitativas na equipe atacante e desmantelar o sistema da equipe de defesa.

Os resultados da presente tese permite concluir que os passes realizados no setor defensivo, com direção para os lados do campo de jogo, com velocidade intermediária e rápida, e de longa distância foram aqueles que promoveram maiores mudanças na organização

hierárquica das equipes. Além disso, pode-se concluir que existem valores críticos de distância e velocidade de passe, em função de suas localizações e direções, que afetam a organização hierárquica das equipes.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D.; DAVIDS, K. Team synergies in sport: theory and measures. **Frontiers in Psychology**, v. 7, n. 1, 2016.
- ARAÚJO, D.; DICKS, M.; DAVIDS, K. Selecting among affordances: a basis for channeling expertise in sport. In: M. CAPPuccio (Org.). **Handbook of Embodied Cognition and Sport Psychology**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2018, p. 557–580.
- AYRES, M; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.; SANTOS, A. **Bioestat 5.3 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas**. Belém: IDSM, 2007.364p.
- BALAGUÉ, N.; POL, R.; TORRENTS, C.; RIC, A.; HRISTOVSKI, R. On the relatedness and nestedness of constraints. **Sports Medicine**, v. 5, n. 6, 2019.
- BARROS, J.; TANI, G.; CORRÊA, U. Effects of practice schedule and task specificity on the adaptive process of motor learning. **Human Movement Science**, v. 55, n. 1, p. 196-210, 2017.
- BIZZARRI, M.; GIULIANI, A.; PENSOTTI, A.; RATTI, E.; BERTOLASO, M. Co-emergence and collapse: the mesoscopic approach for conceptualizing and investigating the functional integration of organisms. **Frontiers in Physiology**, v. 26, n. 1, 2019.
- BULDÚ, J.; BUSQUETS, J.; ECHEGOYEN, I.; SEIRULLO, F. Defining a historic football team: using network science to analyze Guardiola's F.C. Barcelona. **Scientific Reports**, v. 9, n.1, 2019.
- CANTON, A.; TORRENTS, C.; RIC, A.; GUERRERO, I.; HILENO, R.; HRISTOVSKI, R. Exploratory behavior and the temporal structure of soccer small-sided games to evaluate creativity in children. **Creativity Research Journal**, v. 33, n. 1, 2021.
- CHMURA, P.; LIU, H.; ANDRZEJEWSKI, M.; CHMURA, J.; KOWALCZUK, E.; ROKITA, A.; KONEFAL, M. Is there meaningful influence from situational and environmental factors on the physical and technical activity of elite football players? Evidence from the data of 5 consecutive seasons of the German Bundesliga. **PLoS ONE**, v. 16, n., 3., 2021.
- CLAVIJO, F.; DENARDI, R.; CORRÊA, U. The macro- and micro-adaptations in the football teams. **Motriz: Revista da Educação Física**, v. 28, n. 1, 2022.
- CORRÊA, U.; ALEGRE, F.; FREUDENHEIM, A.; SANTOS, S.; TANI, G. The game of futsal as an adaptive process. **Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences**, v. 16, n. 2, p. 185-204, 2012.
- CORRÊA, U. C.; BASTOS, F. H.; BASSO, L.; TANI, G. Futsal: natureza, instrução e prática. In: R. MENDES. (Org.). **Controlo Motor e Aprendizagem: Aplicações no treino desportivo**. Coimbra: Centro de Investigação do Desporto e da Atividade Física (CIDAF: uid/dtp/04213/2019) – Fundação para a Ciência e Tecnologia, 2019.

- CORRÊA, U.; CLAVIJO, F.; REIS, M.; TANI, G. The study of motor skills under a view of hierarchical organisation of open system. **Adaptive Behavior**, v. 29, 2021.
- CORRÊA, U.; PINHO, S.; SILVA FILHO, A. Aprendizagem motora e o ensino do futsal. In. TANI, G.; CORRÊA, U. (Org.). **Aprendizagem motora e o ensino do esporte**. São Paulo, Brasil: Blucher, 2016. p. 163-174.
- CORRÊA, U.; PINHO, S.; SILVA, S.; CLAVIJO, F.; SOUZA, T.; TANI, G. Revealing the decision-making of dribbling in the sport of futsal. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 24, p. 2321-2328, 2016.
- CORRÊA, U.; VILAR, L.; DAVIDS, K.; RENSHAW, I. Informational constraints on the emergence of passing direction in the team sport of futsal. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 2, p. 169-176, 2014.
- COSTA, I.; GARGANTA, J.; GRECO, P.; MESQUITA, I.; MAIA, J. Sistema de avaliação táctica no Futebol (FUT-SAT): Desenvolvimento e validação preliminar. **Motricidade**, v. 7, n. 1, p. 69-83, 2011.
- COSTA, I.; SILVA, J.; GRECO, P.; MESQUITA, I. Princípios táticos do jogo de futebol: conceitos e aplicação. **Motriz**, v. 15, n. 3, p. 657-668, 2009.
- DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística sem Matemática para Psicologia**. Porto Alegre: Editora Penso, 2013.
- DAOLIO, J. Jogos esportivos coletivos: dos princípios operacionais aos gestos técnicos – modelo pendular a partir das ideias de Claude Bayer. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 10, n. 4, p. 99-104, 2002.
- DAVIDS, K.; ARAÚJO, D.; CORREIA, V.; VILAR, L. How Small-Sided and Conditioned Games Enhance Acquisition of Movement and Decision-Making Skills. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 41, n. 3, p. 154-161, 2013.
- FAJEN, B. Rapid recalibration based on optic flow in visually guided action. **Experimental Brain Research**, v. 183, n. 1, p. 61-74, 2007.
- FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; BARROS, R. M. L. Background recovering in outdoor image sequences: An example of soccer players segmentation. **Image and Vision Computing**, v. 24, n. 4, p. 363–374, 2006.
- FERNANDEZ-NAVARRO, J.; FRADUA, L.; ZUBILLAGA, A.; FORD, P.; MCROBERT, A. Attacking and defensive styles of play in soccer: analysis of Spanish and English elite teams. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 24, p. 2195-2204, 2016.
- GARGANTA, J.; GRÉHAIGNE, J. Abordagem sistêmica do jogo de futebol: moda ou necessidade? **Movimento**, v. 5, n. 10, 1999.

GARGANTA, J. Para uma teoria dos jogos desportivos coletivos. In: GRAÇA, A.; OLIVEIRA, J. (Org.). **O ensino dos jogos desportivos**. Porto: Centro de Estudos dos Jogos Desportivos, 1994, p. 11-25.

GLANSDORFF, P.; NICOLIS, G.; PRIGOGINE, I. The thermodynamic stability theory of non-equilibrium States. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 71, n. 1, p. 197-199, 1974.

GOES, F.; KEMPE, M.; MEERHOFF, L.; LEMMINK, K. Not every pass can be an assist: A data-driven model to measure pass effectiveness in professional soccer matches. **Big Data**, v. 7, n. 1, p. 57-70, 2019.

IMMLER, S.; RAPPELSBERGER, P.; BACA, A.; EXEL, J. Guardiola, Klopp, and Pochettino: the purveyors of what? The use of passing network analysis to identify and compare coaching styles in professional football. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 3, n. 1, 2021.

KELSO, J.; SCHÖNER, G. Self-organization of coordinative movement patterns. **Human Movement Science**, v. 7, n. 1, p. 27-46, 1988.

KEMPE, M.; MEMMERT, D. "Good, better, creative": the influence of creativity on goal scoring in elite soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 21, p. 2419-2423, 2018.

KOESTLER, A. **The ghost in the machine**. Random House, 1967.

LAAKSO, T.; DAVIDS, K.; LIUKKONEN, J.; TRAVASSOS, B. Interpersonal dynamics in 2-vs-1 contexts of football: the effects of field location and player roles. **Frontiers in Psychology**, v. 10, n. 1., p. 1-8.

LASZLO, E. (2002). **The systems view of the world: a holistic vision for our time**. Cresskill, NJ: Hampton Press, Inc.

LEHNINGER, A. Living systems as energy converters: energy in biological molecules. In: BUVET, R.; ALLEN, M.; MASSUÉ, J. (Org.). **Living systems as energy converters**. EUA: Elsevier/North Holland, 1977, p. 103-111.

LEONARDO, L.; SCAGLIA, A.; REVERDITO, R. O ensino dos esportes coletivos: metodologia pautada na família dos jogos. **Motriz**, v. 15, n. 2, p. 236-246, 2009.

LIU, H.; GÓMEZ, M.; LAGO-PEÑAS, C.; SAMPAIO, J. Match statistics related to winning in the group stage of 2014 Brazil FIFA World Cup. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 12, p. 1205-1213, 2015.

LIU, H.; GÓMEZ, M.; GONÇALVES, B.; SAMPAIO, J. Technical performance and match-to-match variation in elite football teams. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 6, p. 519-518, 2016a.

- LIU, H.; HOPKINS, W.; GÓMEZ, M. Modelling relationships between match events and match outcome in elite football. **European Journal of Sport Science**, v. 16, n. 5, p. 516-525, 2016b.
- MCGARRY, T.; ANDERSON, D.; WALLACE, S.; HUGHES, M.; FRANKS, I. Sport competition as a dynamical self-organizing system. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, n. 10, p. 771-781, 2002.
- MCLEAN, S.; SALMON, P.; GORMAN, A.; DODD, K.; SOLOMON, C. The communication and passing contributions of playing positions in a professional soccer team. **Journal of Human Kinetics**, v. 77, n. 1, 223-234, 2021.
- MEMMERT, D.; ROTH, K. The effects of non-specific and specific concepts on tactical creativity in team ball sports. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 12, p. 1423-1432, 2007.
- MOURA, F.; MARTINS, L.; ANIDO, O.; BARROS, R.; CUNHA, S. Quantitative analysis of Brazilian football players' organisation on the pitch. **Sports Biomechanics**, v. 11, n. 1, p. 85-96, 2012.
- MOURA, F.; VAN EMMERIK, R.; SANTANA, J.; MARTINS, L.; BARROS, R.; CUNHA, S. Coordination analysis of players' distribution in football using crosscorrelation and vector coding techniques. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 24, p. 2224-2232, 2016.
- OLIVEIRA, J.; GRAÇA, A.; SEABRA, A.; GARGANTA, J. Validação de um sistema de avaliação da assimetria funcional dos membros inferiores em Futebol. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 12, n. 3, p. 77-97, 2012.
- OPPICI, L.; PANCHUK, D.; SERPIELLO, F.; FARROW, D. Futsal task constraints promote transfer of passing skill to soccer task constraints. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 7, p. 947-954, 2018.
- _____. Long-term Practice with domain-specific task constraints influences perceptual skills. **Frontiers in Psychology**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2017.
- PASSOS, P.; SILVA, R.; GÓMEZ-JORDANA, L.; DAVIDS, K. Developing a two-dimensional landscape model of opportunities for penetrative passing in association football - Stage I. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 21, p. 2407-2414, 2020.
- PRAÇA, G.; LIMA, B.; BREDT, S.; SOUSA, R.; CLEMENTE, F.; ANDRADE, A. Influence of match status on players' prominence and teams' network properties during 2018 FIFA World Cup. **Frontiers in Psychology**, v. 10, n.1, 2019.
- PRIGOGINE, I. Time, structure, and fluctuations. **Science**, v. 201, n. 4358, p. 777-785, 1978.
- POL, R.; BALAGUÉ, N.; RIC, A.; TORRENTS, C.; KIELY, J.; HRISTOVSKI, R. Training or Synergizing? Complex Systems Principles Change the Understanding of Sport Processes. **Sports Medicine**, v. 6, 2020.

- REIN, R.; RAABE, D.; MEMMERT, D. "Which pass is better?" Novel approaches to assess passing effectiveness in elite soccer. **Human Movement Science**, v. 55, n. 1, p. 172-181, 2017.
- REIS, M.; ALMEIDA, M. **Futebol, Arte & Ciência: construção de um modelo de jogo**. Editora Primeiro Lugar, 2019.
- REIS, M.; CORRÊA, U. Effects of Small-Sided and Conditioned Games on the Passing Performance in the Sport of Football: a Systematic Review. *Sportis: Revista Técnico-Científica del Deporte Escolar, Educación Física y Psicomotricidade*, 2022. Submetido à publicação.
- REIS, M.; CORRÊA, U. Small-Sided Games as Holons in the Football: a hierarchical systems approach. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 23, 2021.
- REIS, M.; SANTOS, J.; MATOS, M.; CRUZ, T.; VASCONCELLOS, F.; ALMEIDA, M. Assessment of the performance of novice futsal players in the execution of futsal-specific motor skills. **Human Movement**, v. 20, n. 3, p. 29-37, 2019.
- REIS, M.; VASCONCELLOS, F.; ALMEIDA, M. Analysis of the effectiveness of long distance passes in 2014 Brazil FIFA World Cup. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 19, n. 6, p. 676-685, 2017a.
- REIS, M.; VASCONCELLOS, F.; ALMEIDA, M. Performance and tactical behavior of youth soccer players. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 19, n. 2, p. 242-250, 2017b.
- RIBEIRO, J.; LOPES, R.; SILVA, P.; ARAÚJO, D.; BARREIRA, D.; DAVIDS, K.; RAMOS, J.; MAIA, J.; GARGANTA, J. A multilevel hypernetworks approach to capture meso-level synchronisation processes in football. **Journal of Sports Sciences**, v. 38, n. 5, p. 494-502, 2020.
- RIBEIRO, J.; DAVIDS, K.; ARAÚJO, D.; GUILHERME, J.; SILVA, P.; GARGANTA, J. Exploiting Bi-Directional Self-Organizing Tendencies in Team Sports: The Role of the Game Model and Tactical Principles of Play. **Frontiers in Psychology**, v. 10, n. 1, p. 8, 2019.
- RIC, A.; HRISTOVSKI, R.; GONÇALVES, B.; TORRES, L.; SAMPAIO, J.; TORRENTS, C. Timescales for exploratory tactical behaviour in football small-sided games. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 18, p. 1723-1730, 2016.
- SANTOS, R.; DUARTE, R.; DAVIDS, K.; TEOLDO, I. Interpersonal coordination in soccer: interpreting literature to enhance the representativeness of task design, from dyads to teams. **Frontiers in Psychology**, v. 9, n. 1, p. 1-6, 2018.
- SCAGLIA, A.; REVERDITO, R.; LEONARDO, L.; LIZANA, C. O ensino dos jogos esportivos coletivos: as competências essenciais e a lógica do jogo em meio ao processo organizacional sistêmico. **Movimento**, v. 19, n. 4, p. 227-249, 2013.

SILVA, P.; AGUIAR, P.; DUARTE, R.; DAVIDS, K.; ARAÚJO, D.; GARGANTA, J. 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**, v. 9, n. 5, p. 993-1006, 2014.

SILVA, P.; CHUNG, D.; CARVALHO, T.; CARDOSO, T.; DAVIDS, K.; ARAÚJO, D.; GARGANTA, J. Practice effects on intra-team synergies in football teams. **Human Movement Science**, v. 46, n. 1, p. 39-51, 2016.

SIMON, H. The organization of complex systems. In: PATTEE, H (Org.). **Hierarchy theory: the challenge of complex systems**. New York: George Braziller, 1973, p. 1–27.

STATA CORP. 2021. **Stata Statistical Software: Release 17**. College Station, TX: StataCorp LLC.

TANI, G. Aprendizagem motora: uma visão geral. In: TANI, G.; CORRÊA, U. (Org.). **Aprendizagem motora e o ensino do esporte**. São Paulo: Blucher, 2016a, p. 19-41.

TANI, G. Processo Adaptativo: Uma concepção de Aprendizagem além da Estabilização. In: TANI, G. (Org.). **Comportamento Motor: conceitos, estudos e aplicações**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016b, p. 11-16.

TANI, G.; CORRÊA, U. Esportes coletivos: alguns desafios quando abordados sob uma visão sistêmica. In: ROSE JUNIOR, D. **Modalidades Esportivas Coletivas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

TEOLDO, I.; GUILHERME, J.; GARGANTA, J. **Para um futebol jogado com ideias: concepção, treinamento e avaliação do desempenho tático de jogadores e equipes**. Curitiba: Editora Appris, 2015.

VILAR, L.; ARAÚJO, D.; DAVIDS, K.; BAR-YAM, Y. Science of winning soccer: emergent pattern-forming dynamics in association football. **Journal of Systems Science and Complexity**, v. 26, n. 1, p. 73–84, 2013.

VASCONCELLOS, M. **Pensamentos sistêmico: o novo paradigma da ciência**. Campinas: Papirus, 2002.

VON BERTALANFFY, L. **General System Theory**. New York: George Braziller, 1968.

_____. The theory of open systems in physics and biology. **Science**, v. 111, n. 1, p. 23-29, 1950.

WALLACE, J.; NORTON, K. Evolution of World Cup soccer final games 1966-2010: game structure, speed and play patterns. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 17, n. 2, p. 223-228, 2014.

WU, J. Hierarchy Theory: an overview. In: ROZZI, R.; CALLICOTT, J.; PALMER, C.; ARMESTO, J. **Linking Ecology and Ethics for a Changing World: Values, Philosophy, and Action**. New York: Springer, 2013, p. 281-301.

YIN, R. Concept and Theory of Dynamic Operation of the Manufacturing Process. In: YIN, R. (Org.). **Theory and Methods of Metallurgical Process Integration**. London: Academic Press, 2016.

YI, Q.; YANG, J.; WANG, X.; GAI, Y.; GÓMEZ-RUANO, M. Interactive Effects of Situational Variables Regarding Teams' Technical Performance in the UEFA Champions League. **Frontiers in Psychology**, v. 17, n. 1, 2022.

YI, Q.; GÓMEZ, M.; LIU, H.; GAO, B.; WUNDERLICH, F.; MEMMERT, D. Situational and Positional Effects on the Technical Variation of Players in the UEFA Champions League. **Frontiers in Psychology**, v. 19, n. 1, 2020a.

YI, Q.; GÓMEZ-RUANO, M.; LIU, H.; ZHANG, S.; GAO, B.; WUNDERLICH, F.; MEMMERT, D. Evaluation of the Technical Performance of Football Players in the UEFA Champions League. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 2, p. 604-615, 2020b.

YI, Q.; LIU, H.; NASSIS, G.; GÓMEZ, M. Evolutionary Trends of Players' Technical Characteristics in the UEFA Champions League. **Frontiers in Psychology**, v. 16, 2020c.

YI, Q.; GÓMEZ, M.; WANG, L.; HUANG, G.; ZHANG, H.; LIU, H. Technical and physical match performance of teams in the 2018 FIFA World Cup: Effects of two different playing styles. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 22, p. 2569-2577, 2019a.

YI, Q.; GROOM, R.; DAI, C.; LIU, H.; GÓMEZ-RUANO, M. Differences in technical performance of players from the big five european football leagues in the UEFA Champions League. **Frontiers in Psychology**, v. 6, 2019b.