



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

MURILO JOSÉ DE OLIVEIRA BUENO

**ANÁLISE QUANTITATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DE  
JOGADORES DE FUTSAL EM QUADRA DURANTE JOGOS  
OFICIAIS DE DIFERENTES CATEGORIAS**

MURILO JOSÉ DE OLIVEIRA BUENO

**ANÁLISE QUANTITATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DE  
JOGADORES DE FUTSAL EM QUADRA DURANTE JOGOS  
OFICIAIS DE DIFERENTES CATEGORIAS**

Trabalho final de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação associado em Educação Física – UEL/UEM, como requisito para a obtenção de título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Arruda Moura

Londrina  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Bueno, Murilo José de Oliveira.

Análise quantitativa da distribuição de jogadores de futsal em quadra durante jogos oficiais de diferentes categorias. / Murilo José de Oliveira Bueno. - Londrina, 2016. 96 f.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Arruda Moura.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Futsal - Tese. 2. Distribuição de jogadores - Tese. 3. Categorias - Tese. 4. Séries temporais - Tese. I. Moura, Prof. Dr. Felipe Arruda. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

MURILO JOSÉ DE OLIVEIRA BUENO

**ANÁLISE QUANTITATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DE JOGADORES DE  
FUTSAL EM QUADRA DURANTE JOGOS OFICIAIS DE DIFERENTES  
CATEGORIAS**

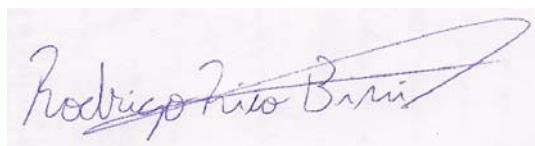
Trabalho final de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação associado em Educação Física – UEL/UEM, como requisito para a obtenção de título de Mestre em Educação Física.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Orientador: Prof. Dr. Felipe Arruda Moura  
Universidade Estadual de Londrina – UEL



---

Prof. Dr. Rodrigo Rico Bini  
Escola de Educação Física do Exército



---

Prof. Dr. Sergio Augusto Cunha  
Universidade Estadual de Campinas –  
UNICAMP

Londrina, 01 de setembro de 2016.

Dedico este trabalho a toda minha família. *In memoriam*: Mauro Bueno e Carmem Moya Bueno (Avós paternos); Octávio de Oliveira e Sara Vicente de Oliveira (Avós maternos); Danilo Bueno Silvestre (Primo).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu pai João Marcos Bueno pelo apoio, amizade, ensinamentos pessoais em toda minha vida, para que eu seja uma pessoa honesta em todas as escolhas de minha vida.

À minha Mãe Ana Maria de Oliveira pelo amor e carinho que sinto vir de você.

À minha querida irmã Rafaela, pela grande amizade e amor que sempre vem crescendo a cada dia. Agradecer, também, por todo apoio que tive de você e pelo Rafael no começo dessa jornada em Londrina. Obrigado!

Não poderia deixar de agradecer a todas as pessoas de minha família, tios e tias, primos e primas pelo apoio de todos. Em especial a uma pessoa que hoje pequena de tamanho mas que possui uma grandeza em felicidade e amizade. O tio te ama muito, Miguel Bueno Cassetari!

Agradecer ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Felipe Arruda Moura, que desde a graduação me mostra o quão bonita pode ser a profissão de professor em Educação Física, ensinando e sendo um exemplo de honestidade como profissional. Obrigado pela confiança, amizade, preocupações e ensinamentos. Espero que possa continuar aprendendo muito mais com você.

Aos membros da banca: Prof. Dr. Sergio Augusto Cunha, Prof. Dr. Rodrigo Rico Bini, pelas contribuições e sugestões.

Agradecer a todos os professores que passaram pela minha formação profissional. Não quero citar nomes (posso esquecer alguém), mas acreditem que cada um contribuiu pela minha formação.

Agradecer a amizade de todos os membros do Laboratório de Biomecânica Aplicada – LBA, em especial: Tiago Perereira, Fábio Caetano, Michelle e André.

Aos membros do Laboratório de instrumentação em biomecânica – LIB - pela confiança depositada a mim e me proporcionarem grandes momentos de aprendizagem.

Agradecer ao Júlio e Lucas pela amizade desde a graduação e apoio durante os períodos do mestrado em que precisava de um lugar para dormir.

A Deus pela oportunidade de seguir a vida com saúde, boas amizades e uma grande família.

BUENO, Murilo José de Oliveira. **Análise quantitativa da distribuição de jogadores de futsal em quadra durante jogos oficiais de diferentes categorias.** 2016. 92 f. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

## RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi analisar quantitativamente a distribuição de jogadores de futsal de diferentes categorias (sub-15, sub-18, e profissional), durante partidas oficiais. Nos quinze jogos da presente pesquisa, foram obtidas as trajetórias de 301 jogadores brasileiros, sendo 89 jogadores para a categoria sub-15, 102 jogadores para a categoria sub-18 e 110 jogadores para a categoria profissional, através de um sistema de rastreamento automático. A área de ocupação foi definida como a área do envoltório convexo formado a partir da posição dos jogadores. O espalhamento da equipe foi medido como a norma euclidiana de cada vetor da matriz distâncias entre os jogadores. Foram calculadas as distâncias euclidianas entre os centroides como o centro da figura geométrica formada pelo envoltório convexo. Os capítulos foram divididos em dois estudos. No primeiro estudo, foram analisadas a área de ocupação, espalhamento e a distância entre os centroides ao longo do tempo e em situações de finalizações (F) e desarmes (D), quando as equipes atuaram com e sem a participação do goleiro-linha. Os resultados mostraram que, para cada categoria analisada, quando estavam atacando, os jogadores estavam mais espalhados e ocupavam uma maior área do que quando estavam defendendo. O espalhamento e área de ocupação, quando analisado entre as categorias, os jogadores de categorias mais jovens se organizavam de forma mais compacta que os jogadores de categorias mais experiente quando estavam atacando. Quando estavam defendendo, esses resultados foram opostos. Em situações específicas, as equipes de categoria de base ocuparam maiores áreas e se espalhavam mais quando desarmes foram realizados. Já a categoria profissional mostrou distâncias entre os centroides maiores quando desarmes foram realizados. No estudo 2, foram realizadas análises das séries temporais de espalhamento das equipes em diferentes categorias para uma descrição da forma como os jogadores se organizam em quadra em função do tempo de jogo. Os resultados de média  $\pm$  DP de frequência mediana das séries temporais de espalhamento do primeiro para o segundo tempo são significativamente diferentes somente para a categoria sub-15 (primeiro tempo,  $1.04 \pm 0.46$ ; segundo tempo  $1.40 \pm 0.34$ ). Entre as categorias, os valores de frequência diferem significativamente. Categorias mais jovens apresentam frequência de oscilação de espalhamento mais altas que a categoria profissional, o que reflete na dinâmica de jogo entre ataque e defesa, podendo ajudar técnicos a compreender melhor a dinâmica da modalidade e preparar de forma adequada seus jogadores em determinada categoria e para um melhor planejamento de treinamento tático para uma futura transição de categoria.

**Palavras-chave:** Futsal. Categorias. Tática. Área de Ocupação. Espalhamento. Centróide. Séries Temporais.

BUENO, Murilo José de Oliveira. **Quantitative analyses of futsal players' distribution on the court during official matches of different categories.** 2016. 92 f. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze quantitatively the futsal players' distribution (U15, U18 and professionals) on the court during official soccer matches. Using an automatic tracking method, it was obtained 301 Brazilian players' trajectories (89 U15, 102 U18 and 110 professional players) during 15 matches. The surface area was defined as the area of the convex hull formed by the players' positions. The team's spread was measured by the Euclidian norms of each matrix vector of the distances between teammates. It was calculated the Euclidian distances between the centroids (defined as the center of the geometric shape formed by the convex hull). The chapters were divided in two studies. In the first study, the surface area, spread, and the distance between the centroids over time, and situations of shots to goal and tackles were analyzed when the teams performed with and without the outfield goalkeeper player participation. The results showed that, for each analyzed category, when the players were attacking, they were more distant from each other and occupied a bigger area than when they were defending. Related to the spread and surface area when analyzed among the categories, the younger players organized themselves in a more compact form than the more experienced players when those were attacking. When they were defending, these results were the opposite. In specific situations, the younger categories teams occupied greater areas and spread when tackles were performed. On the other hand, the professional category showed greater distances between the centroids when the tackles were performed. In the second study, analyses of the time series of the team's spread in different categories were performed for a description of the way the players organized themselves on the court over time. The median frequency mean  $\pm$  DP of the spread from the first to the second half temporal series were significantly different only for the U15 category (first half  $1.04 \pm 0.46$ ; second half  $1.40 \pm 0.34$ ). Among the categories, the frequency values differ significantly. Younger players categories showed higher oscillation frequency for spread than the professional category and that reflects on the dynamic of the game between defense and attack, which can help coaches to understand better the dynamic of the category and prepare, in a more efficient way, his own team of a particular category, and also for a better tactic training plan for a future level transition.

**Key words:** Futsal. Categories. Tactics. Coverage area. Spread. Centroids. Temporal series.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 4.1</b> – Exemplos de enquadramento adotado pelas câmeras durante a coleta de dados para um jogo profissional .....	27
<b>Figura 4.2</b> – Interface do <i>software</i> DVideo que permite que algoritmos do processo de segmentação sejam editados e assim criados os <i>blobs</i> . O quadro superior apresenta cada um dos algoritmos editados no processo de segmentação e, no quadro inferior, estão os <i>blobs</i> obtidos para imagem ao lado. ....	28
<b>Figura 4.3</b> – Sequências de imagens no jogo (A); Obtenção dos <i>blobs</i> correspondentes aos jogadores (B); Representação do grafo construído a partir dos <i>blobs</i> (C) .....	29
<b>Figura 4.4</b> – Identificação da posição de cada jogador em quadra ao longo de uma sequência de imagens .....	30
<b>Figura 4.5</b> – Interface do <i>software</i> DVideo para a identificação das ações técnicas realizadas pelos jogadores e outros eventos que ocorrem durante a partida .....	32
<b>Figura 4.6</b> – Representação das distâncias euclidianas entre cada jogador e todos os seus companheiros de equipe, em um determinado instante de tempo.....	36
<b>Figura 4.7</b> – Exemplo de séries temporais de Espalhamento entre as equipes durante um trecho de uma partida da categoria profissional.....	37
<b>Figura 5.1</b> – Representação das distâncias euclidianas entre os jogadores da mesma equipe durante um exato momento em que houve desarme e finalização em jogadas sem o goleiro-linha para as categorias sub-15, sub-18 e profissional.....	48
<b>Figura 5.2</b> – Representação das distâncias euclidianas entre os jogadores da mesma equipe durante um exato momento em que houve desarme e finalização em uma jogada com o goleiro-linha para as categorias sub-18 e profissional.....	50

<b>Figura 5.3</b> – Representação da área de ocupação e distância entre os centroides das equipes durante um exato momento em que houve desarme e finalização em jogadas sem o goleiro-linha para as categorias sub-15, sub-18 e profissional.....	51
<b>Figura 5.4.</b> Representação da área de ocupação e distância entre os centroides das equipes durante um exato momento em que houve desarme e finalização em jogadas com o goleiro-linha para as categorias sub-18 e profissional.....	53
<b>Figura 6.2</b> – Representação da frequência mediana do espectro de potência de uma série temporal. A frequência mediana divide a integral do espectro de potência em duas partes iguais .....	68
<b>Figura 6.3</b> – Séries temporais de espalhamento entre diferentes equipes analisadas para a categoria sub-15 (A), sub-18 (B) e profissional (C).....	70
<b>Figura 6.4</b> – Espectro de potência do espalhamento em função da frequência durante o 1º e 2º período de jogo para as categorias sub-15 (A), sub-18 (B) e profissional (C).....	71
<b>Figura 6.5</b> – Valores de média e desvio padrão de frequência mediana das séries temporais de espalhamento em jogos de futsal do primeiro e segundo período para as categorias sub-15, sub-18 e profissional .....	73

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 4.1</b> – Descrição das categorias, número de jogos, número de jogadores e campeonatos.....	26
<b>Tabela 4.2</b> – Descrições das dimensões de cada quadra e os valores máximos possíveis para as variáveis de espalhamento e área de ocupação.....	35
<b>Tabela 5.1</b> – Valores de mediana (intervalo interquartil) do percentual de espalhamento e área de ocupação em relação aos valores máximos possíveis para as categorias sub-15, sub-18 e profissional para as condições com e sem posse de bola .....	47
<b>Tabela 5.2</b> – Valores em mediana (intervalo Interquartil) de espalhamento expressas em percentual em relação com o máximo valor possível, para situações de desarmes e finalizações, sem a participação do goleiro-linha. Categorias sub-15 (nD=717; nF=290), sub-18 (nD=748; nF=312) e profissional (nD=463; nF=288).....	49
<b>Tabela 5.3</b> – Valores em mediana (intervalo Interquartil) de espalhamento expressas em percentual em relação com o máximo valor possível do mesmo, para situações de desarmes e finalizações, com a participação do goleiro-linha. Categorias sub-18 (nD=27; nF=40) e profissional (nD=19; nF=15) .....	50
<b>Tabela 5.4</b> – Valores em mediana (Intervalo Interquartil) de área de ocupação expressas em percentual em relação com o máximo valor possível em situações de desarmes e finalizações, sem a participação do goleiro-linha. Categorias sub-15 (nD=717; nF=290), sub-18 (nD=748; nF=312) e profissional (nD=463; nF=288) .....	52
<b>Tabela 5.5</b> – Valores em mediana (Intervalo Interquartil) de área de ocupação expressas em percentual em relação com o máximo valor possível em situações de desarmes e finalizações, com a participação do goleiro-linha. Categorias sub-18 (nD=27; nF=40) e profissional (nD=19; nF=15) .....	54

<b>Tabela 5.6</b> – Valores em mediana (intervalo interquartil) de distância (m) entre os centroides das equipes em situações de Desarmes e Finalizações, com e sem a participação do goleiro-linha. Categorias Sub-15 (sem goleiro-linha, nD=717; nF=290), Sub-18 (sem goleiro-linha, nD=748; nF=312; com goleiro-linha, nD=27; nF=40) e profissional (sem goleiro-linha, nD=463; nF=288; com goleiro-linha, nD=15; nF=19) .....	55
<b>Tabela 6.1</b> – Valores de frequência mediana (ciclos/min) para as séries temporais de espalhamento durante o primeiro e segundo tempo de cada equipe em todos os jogos analisados para as categorias sub-15, sub-18 e profissional e mudança percentual .....	72
<b>Tabela 6.2</b> – Valores de frequência mediana das séries temporais para posse de bola durante o primeiro e o segundo tempo das partidas e mudança percentual para as categorias sub-15, sub-18 e profissional .....	74

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	23
2.1	OBJETIVO GERAL .....	23
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	24
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	26
4.1	COLETAS DE DADOS E PARTICIPANTES.....	26
4.2	MÉTODO DE RASTREAMENTO AUTOMÁTICO.....	27
4.3	REGISTRO DAS AÇÕES TÉCNICAS .....	31
4.4	POSSE DE BOLA.....	33
4.5	ESPALHAMENTO DAS EQUIPES .....	33
4.6	ÁREA DE OCUPAÇÃO DAS EQUIPES .....	34
4.7	DISTÂNCIA ENTRE OS CENTROIDES DAS EQUIPES .....	35
<b>5</b>	<b>ESTUDO UM: ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DE JOGADORES DE FUTSAL EM QUADRA EM DIFERENTES CATEGORIAS DURANTE JOGOS OFICIAIS</b> .....	38
	RESUMO .....	38
5.1	INTRODUÇÃO.....	39
5.2	MÉTODOS.....	42
5.3	RESULTADOS.....	46
5.4	DISCUSSÃO.....	55
5.5	CONCLUSÃO .....	59
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	60
<b>6</b>	<b>ESTUDO DOIS: ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DAS SÉRIES TEMPORAIS DE ESPALHAMENTO EM JOGOS OFICIAIS DE FUTSAL PARA DIFERENTES CATEGORIAS</b> .....	63
	RESUMO .....	63

6.1	INTRODUÇÃO.....	63
6.2	MÉTODOS.....	65
6.3	RESULTADOS.....	69
6.4	DISCUSSÃO.....	75
6.5	CONCLUSÃO .....	77
	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	78
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>80</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>82</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>86</b>
	<b>APÊNDICE I – Descrição dos jogos, equipes, números de câmeras utilizadas, campeonato em que as equipes participaram e placar para categoria sub-15 .....</b>	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE II – Descrição dos jogos, equipes, números de câmeras utilizadas, campeonato em que as equipes participaram e placar para categoria sub-18 .....</b>	<b>88</b>
	<b>APÊNDICE III – Descrição dos jogos, equipes, números de câmeras utilizadas, campeonato em que as equipes participaram e placar para categoria profissional .....</b>	<b>89</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>90</b>
	<b>ANEXO A – Parecer do comitê de ética em pesquisa para a realização deste estudo .....</b>	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A análise objetiva de um determinado esporte exige o desenvolvimento de diversos procedimentos metodológicos capazes de detectar e codificar o maior número de informações disponíveis durante uma partida ou competição. Pesquisadores vêm desenvolvendo ferramentas para a análise de comportamentos de jogadores em situações competitivas e de treinamentos para esportes coletivos. Essas ferramentas tem como objetivo de identificar a posição dos jogadores em campo, ou em quadra, em função do tempo de jogo, possibilitando a quantificação da trajetória dos jogadores, distâncias percorridas, velocidades, posição do campo onde os jogadores realizaram determinadas ações técnicas e variáveis táticas. Ferramentas como potenciômetros acoplados à câmeras de vídeos (OHASHI et al., 1988; OHASHI et al., 2002) foram desenvolvidas mas permitem somente o registro de um jogador por vez por par de câmeras, processo que dificulta a obtenção da posição de todos os jogadores em campo ou quadra.

O GPS – Sistema de Posicionamento Global (DWYER & GABBETT, 2012; HENNIG & STERZING, 1999), é uma das ferramentas utilizadas para a obtenção da trajetória de jogadores. Porém, o uso de GPS não é permitido em jogos oficiais, pois exige que os atletas portem um dispositivo durante a partida, fato esse não permitido de acordo com as regras estabelecidas pelo comitê organizador, limitando sua utilização a jogos-treinos ou partidas não oficiais. Unidades de GPS também têm limitações na captura de movimento em quadra coberta devido à obstrução do sinal de satélite em locais fechados (CAETANO et al., 2015) e, também possuem chances de maiores erros para medidas de distância, em movimentos com mudanças de direção e em alta intensidade, frequentemente realizado por jogadores de futsal (GRAY et al., 2010).

Sistemas de rastreamento automático baseados em videogrametria foram desenvolvidos para identificar a posição de jogadores em campo ou em quadra (CHEN et al., 2012; FIGUEROA, LEITE, BARROS, 2006a; 2006b; LIU et al., 2009; MORAIS et al., 2014). O método por videogrametria tem grandes vantagens com relação aos relatados acima por determinar a posição dos jogadores em quadra sem necessitar que os atletas portem algum tipo de instrumento, possibilitando a obtenção do posicionamento dos jogadores em função do tempo durante partidas oficiais, assim, proporcionando diversas formas de análises. Contudo, a grande

quantidade de dados a serem processados exige a automatização do rastreamento. Esta automatização torna-se demorada devido à impossibilidade do enquadramento com uma única câmera de toda a quadra, aumentando a quantidade de dados a serem processados. A dificuldade no acompanhamento de cada jogador durante todo o jogo devido à complexidade dos movimentos dos jogadores e oclusão dos mesmos (MISUTA, 2004).

As primeiras formas de análises tiveram o objetivo de compreender as demandas físicas do esporte, principalmente para o futebol, com o cálculo das distâncias percorridas totais, distâncias percorridas por faixa de velocidade e distâncias percorridas pela posição dos atletas (BARROS et al., 2007; DI SALVO et al., 2009; DI SALVO et al., 2007, DI SALVO et al., 2010). Além disso, análises relacionadas às ações técnicas associadas às posições dos jogadores, como local do campo onde se inicia o ataque e sequências de passes realizados que resultaram em finalizações, foram analisadas em partidas oficiais do campeonato brasileiro (MOURA et al., 2007).

No futsal, essas variáveis foram analisadas em jogos oficiais do campeonato espanhol (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008), em jogos treinos para equipes da segunda divisão da Espanha (CASTAGNA et al., 2009), em jogos de futsal australiano (DOGRAMACI, WATSFORD, MURPHY, 2011) e em jogos de futsal profissional da Liga Nacional Brasileira (BUENO et al., 2014). Recentemente, Caetano et al, (CAETANO et al., 2015) caracterizaram também o número de *sprints* realizados e as sequências de *sprints* realizadas por jogadores de futsal profissional em partidas oficiais da primeira divisão da Liga Nacional Brasileira.

Há na literatura uma predominância de análise em esportes coletivos com objetivos de se caracterizar variáveis físicas (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; BARROS et al., 2007; BUENO et al., 2014; CAETANO et al., 2015; CASTAGNA et al., 2009; DI SALVO et al., 2009; DI SALVO et al., 2007, DI SALVO et al., 2010; DOGRAMACI, WATSFORD, MURPHY, 2011). Porém, para a compreensão dos fatores relacionados ao sucesso em fenômenos complexos, como os jogos de modalidades coletivas (futebol, futsal, e outros), torna-se importante e necessário obter outras informações relacionadas ao desempenho, como os aspectos táticos.

Aspectos físicos, técnicos, táticos, são múltiplos fatores que abrangem toda uma organização, denominada estratégia. Assim, tática é definida como ações ou um conjunto de ações realizadas individualmente ou coletivamente

para que uma equipe atinja seus objetivos durante um jogo, envolvendo a aplicação de diferentes esquemas pré-definidos de jogos ofensivos e defensivos, envolvendo também (no caso do futsal) conceitos táticos quando a bola está em jogo e fora de jogo (GALLEGO & MOLINA, 2006). Assim, pode-se definir que uma equipe está em um sistema ofensivo quando a mesma se encontra com a posse de bola. Por outro lado, entende-se que uma equipe está em um sistema defensivo quando a mesma não tem a posse de bola (CUNHA et al., 2011).

Diversas variáveis são comumente analisadas para a descrição da distribuição de jogadores em campo ou em quadra. Dentre elas, a literatura tem apresentado índices de distribuição de atletas em campo, definido como a média das distâncias dos jogadores para a centroide da equipe (YUE et al., 2008a), a área de ocupação e espalhamento em função do tempo. Na literatura, a área de ocupação é definida como o espaço total ocupado pela equipe e o espalhamento definido como uma medida de distância entre os jogadores da mesma equipe (FRENCKEN et al., 2011; MOURA et al., 2012).

Moura et al., (2012) caracterizaram a área de ocupação e espalhamento de equipes de futebol brasileiras quando os mesmo estavam atacando e defendendo e analisaram a organização das equipes em situações específicas de desarmes e finalizações. Os autores mostraram que, nos momentos em que as equipes estavam defendendo, os valores de área de ocupação e o espalhamento das equipes eram menores. Por outro lado, quando as equipes estavam atacando os valores aumentavam. Os autores também mostraram que há uma correlação positiva entre essas duas variáveis, ou seja, quando a área de ocupação de equipe aumenta ou diminui, os valores de espalhamento também. Para situações específicas do jogo, quando defendiam, as equipes mostraram maiores valores da área de ocupação e espalhamento quando sofreram uma finalização do que quando realizaram um desarme. Porém, em situações ofensivas, quando as equipes realizavam uma finalização a gol, os valores de área de ocupação e espalhamento foram maiores do que quando sofreram um desarme. Observando uma organização diferente entre as situações específicas quando realizam um desarme ou sofre uma finalização e quando realizam finalizações ou sofre um desarme, técnicos podem se beneficiar dessas informações para melhor elaborar treinamentos e obter um melhor desempenho da equipe.

Um estudo realizado por Frencken et al., (2011) analisou a oscilação de séries temporais dos centroides e áreas de ocupação de equipes em jogos reduzidos de futebol. Os dados das coordenadas dos jogadores em função do tempo foram obtidas através de um sistema de medidas de posição local (LPM – Local Positioning System), baseada em frequência de rádio. De posse desses dados, calculou-se o centroide das equipes e as áreas de ocupação. Os autores encontraram altos e moderados índices de correlação positiva no deslocamento do centroide entre as equipes, indicando uma movimentação coordenada, em fase, para a mesma direção (longitudinal e lateral). Já para a área de ocupação, foram encontrados índices de correlação baixa e negativa, não demonstrando um claro padrão de coordenação entre as equipes de ataque e defesa.

Recentemente, estudos específicos para o futsal também foram realizados para a compreensão tática e o entendimento de interação de jogadores durante partidas ou jogos treinos.

Fonseca et al, (2012) identificaram e investigaram o comportamento da dinâmica espacial de jogadores de futsal através do diagrama de Voronoi e a mínima distância interpessoal entre todos os jogadores da mesma equipe em jogos experimentais. Os resultados mostraram que os jogadores da equipe atacante mostram uma tendência em se manterem mais afastados quando comparados à equipe defensiva, vista em ambas as variáveis. Os autores mostraram também que a equipe atacante demonstra menos variabilidade na distância interpessoal, comparada à equipe defensiva. Por outro lado, a equipe atacante demonstrou maior variabilidade na área de ocupação do que a equipe defensiva.

A maior variabilidade associada à equipe defensiva pode estar relacionada à constantes ajustes realizados frente à equipe atacante. Já a equipe atacante explora o espaço livre de forma mais regular, agindo de acordo com a tática treinada previamente, aumentando as chances de realizar uma finalização (FRENCKEN et al., 2012).

Moura et al., (2011) analisaram a organização de jogadores de futsal em quadra através da área de ocupação, em situações específicas de finalização e desarme. Verificou-se que equipes defensivas ocupam uma maior área em quadra quando realizam um desarme do que quando sofrem uma finalização. Os autores analisaram, também, a distância entre os centroides das equipes, observando uma

distância maior quando uma finalização ocorria, comparada às situações em que desarmes eram realizados.

Estudos recentes também têm buscado compreender o comportamento da dinâmica de coordenação interpessoal entre jogadores atacantes e defensores em um pequeno número de sequências ofensivas (TRAVASSOS et al., 2011, TRAVASSOS et al., 2012; VILAR et al., 2012) utilizando o método de fase relativa. Este método considera a oscilação de duas séries temporais e quantifica a interação através de medidas de diferença de fase (ou seja, oscilações em fase (mesma direção) e oscilações em contra-fase (para direções opostas), entre os sinais (PALUT & ZANONE, 2005). No caso do futsal, estas análises de coordenação também têm sido realizadas entre as séries temporais das coordenadas bidimensionais dos jogadores e a bola (TRAVASSOS et al., 2011; VILAR et al., 2014).

Uma outra forma de análise tática em esportes coletivos é compreender o comportamento das séries temporais relacionadas à distribuição de jogadores no domínio da frequência (MOURA et al., 2013). Para qualquer sinal representado por uma série temporal, uma análise espectral pode ser desempenhada mostrando a distribuição de intensidade de flutuação de um sinal no domínio da frequência (YUE et al., 2008b). Assim, esta forma de análise pode representar a dinâmica com que os jogadores se distribuem em quadra ao longo da partida. A oscilação da série temporal de espalhamento durante uma partida reflete a velocidade com que os jogadores se espalham e compactam de acordo com as atividades de ataque e defesa durante o jogo. Em outras palavras, essas séries temporais analisadas no domínio da frequência podem fornecer informações do quão rápido as equipes se organizam durante uma partida (MOURA et al., 2013). Segundo o mesmo autor, para resultados encontrados no futebol, a frequência do sinal que representa o espalhamento da equipe ao longo do tempo tende a diminuir do primeiro para o segundo período de jogo. Essa diminuição pode estar relacionada à diminuição do desempenho físico, visto que as distâncias percorridas e o percentual de distâncias percorridas em média e alta velocidade também diminui ao longo da partida no futebol e futsal (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; BARROS et al., 2007; BUENO et al., 2014; DI SALVO et al., 2009).

Assim, com a quantificação de variáveis de distribuição de jogadores em quadra, como o espalhamento, área de ocupação e centroide das equipes, é

possível se obter informações de como os jogadores se distribuem em quadra quando estão com ou sem posse de bola e em situações específicas de desarmes e finalizações. A variável espalhamento e área de ocupação, sendo quantificadas ao longo do tempo, pode ser tratada e interpretada para a compreensão de como a distribuição de jogadores de futsal evolui ao longo do jogo e caracterizar a dinâmica de jogo em que as equipes estão envolvidas (MOURA et al., 2012).

Visualmente é possível verificar que jovens praticantes de modalidades coletivas possuem dificuldades em compreender como se posicionar em quadra de acordo com a posição dos seus companheiros de equipe e adversários. Este comportamento pode fazer com que a distribuição dos mesmos em quadra seja completamente diferente de um jogo de alto nível.

Análises do comportamento coletivo através do índice de dispersão (relação entre valores máximos de distância dos jogadores da mesma equipe nos eixos longitudinal e lateral da quadra) e a distância do centroide entre as equipes em três diferentes faixas de idade (09; 11; 13 anos) para diferentes jogos reduzidos foram apresentadas na literatura (FOLGADO et al., 2014). Os resultados mostraram que equipes mais jovens tendem a apresentar maiores valores de dispersão em campo, comparadas às equipes com mais idade, sugerindo que equipes mais jovens apresentem maiores valores de dispersão longitudinal e menores valores de dispersão lateral em campo que equipes com jogadores mais velhos. Segundo os autores, é possível que os jogadores mais novos não consigam participar ativamente de atividades coletivas como jogadores mais experientes, observando-se, assim mais comportamentos de tática individual.

Em outro estudo, realizado por Barnabé et al, (BARNABÉ et al., 2016), foram apresentados índices de correlação de séries temporais entre ataque e defesa para a área de ocupação, índice de dispersão dos jogadores de diferentes equipes, o deslocamento lateral e longitudinal das equipes no campo para três diferentes categorias (sub-16; sub-17; e sub-19) em jogos reduzidos. Os resultados mostraram correlações negativas e diferenças significativas para todas as variáveis analisadas. Esses resultados mostram que, em jogos reduzidos de futebol, o efeito da idade/experiência influencia no comportamento tático das equipes em relação à dispersão e deslocamento dos jogadores em situação de ataque e defesa.

Os resultados apresentados acima podem ajudar a compreender o comportamento tático de equipes que estão começando a prática da modalidade

coletiva até equipes com vasta experiência. Porém, esses dados estão relacionados a jogos simulados, com modificação de tamanho de campo e restrição do número de jogadores em campo, tornando estes dados pouco replicáveis em jogos oficiais de futsal.

Em esportes coletivos (futebol, handebol, futsal, entre outros) acontecem diversos acontecimentos distintos e complexos que não podem ser previstos antecipadamente, exigindo aos jogadores uma permanente atitude tática-estratégica. Perante a essas atitudes, as ações a serem realizadas pelo jogador irá depender do conhecimento que o jogador tem da modalidade, condicionado pelo modo como o jogador percebe o jogo. Em relação à aprendizagem em esportes coletivos, os jogadores não somente devem obter uma relação perante a bola, mas uma relação entre os jogadores da mesma equipe e o relacionamento entre os adversários, desenvolvendo um raciocínio organizacional de espaço em jogo (GARGANTA, 1998).

Em um contexto de processamento de informações, o jogador deve identificar o problema que lhe é colocado (percepção e análise das situações), elaborar a solução mais adequada para resolver o problema e executar de maneira eficaz a ação motora para atingir a meta (solução motora do problema). Porém, várias informações são adquiridas durante uma partida, levando os jogadores iniciantes a transitarem de forma hierárquica inadequadamente por essas fases de processamento e, conseqüentemente, observam-se em jogo ações seletivas apenas em relação à bola. No decorrer do aperfeiçoamento, progressivamente essas ações tornam-se inter-relacionais, levando-se em consideração os outros jogadores e não apenas a bola (TAVARES, 1998).

Portanto, com a obtenção de dados sobre a organização de jogadores de categorias de base e categorias de alto nível, torna-se possível compreender se jogadores iniciantes conseguem compreender as necessidades de organização quando estão com ou sem posse de bola (organização entre os jogadores da mesma equipe, quando estão atacando e quando estão defendendo, respectivamente), e até mesmo caracterizar o comportamento da distribuição de jogadores em diferentes categorias. Assim, compreender como ocorre a transição tática da equipe desde a fase iniciante até o alto rendimento da modalidade torna-se imprescindível para profissionais que atuam no ensino e treinamento do esporte.

Especificamente, as análises realizadas em situações de finalização e desarme podem fornecer dados para compreender se jogadores de categorias de base conseguem se organizar de forma eficiente para obter o sucesso durante situações de finalização e situações de defesa, comparados aos atletas de alto nível.

Analisando também as séries temporais de espalhamento no domínio da frequência, torna-se possível caracterizar a capacidade do quão rápido é a organização em equipes com alto índice técnico e em categorias que estão em fase de iniciação, perante às mudanças entre ataque e defesa e vice-versa.

Além disso, com análises sobre as séries temporais de espalhamento de acordo com as mudanças de placar, é possível verificar se equipes de categorias de base conseguem se organizar de forma distinta de acordo com os objetivos decorrentes do placar (ganhando, perdendo, empatando) e, de forma eficiente, se organizar para mudar o placar (condição perdendo ou empatando) ou manter e melhorar sua vantagem (condição ganhando).

Portanto, um estudo que vise analisar a distribuição de jogadores de futsal para diferentes faixas etárias em jogos oficiais permite compreender a dinâmica de jogo e caracterizar o perfil para categorias de base e alto nível de experiência, fornecendo a professores e técnicos informações de como suas equipes se organizam para assim traçarem melhores estratégias para o ensino e treinamento, otimizando o desempenho em jogo.

Porém, dados sobre o espalhamento de jogadores de futsal em quadra, principalmente para categorias que estão em processo de aprendizagem/aperfeiçoamento são escassas na literatura. Desta forma, há questões que ainda necessitam ser esclarecidas sobre a respectiva temática:

- Como jogadores de futsal se distribuem em quadra, especificamente quando estão com e sem posse de bola? Há diferenças desta organização em quadra em jogos de categorias de base e profissionais?
- Há diferença na distribuição dos jogadores, para diferentes categorias, que determinam o sucesso ou fracasso em situações de finalizações e desarmes?
- Como as séries temporais de espalhamento se comportam ao longo das partidas de futsal em categorias que estão em fase de aprendizagem até categoria profissional?

Uma análise quantitativa da distribuição de jogadores de futsal pode fornecer subsídios sobre a organização tática das equipes, quando estão com posse e sem posse de bola e em situações específicas de desarme e finalização. A análise do comportamento de séries temporais de espalhamento permite caracterizar a dinâmica das equipes ao longo da partida e essas análises, aplicadas a jogos de diferentes categorias, podem ajudar professores e técnicos a elaborarem melhor as aulas e treinamento e otimizar o desempenho de seus jogadores.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo dessa pesquisa foi analisar quantitativamente a distribuição de jogadores de futsal de diferentes categorias (sub-15, sub-18, e profissional), durante partidas oficiais.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Analisar o espalhamento das equipes quando as mesmas se encontram com e sem a posse de bola, e em situações específicas de desarmes e finalizações, para diferentes categorias.
- 2) Analisar o comportamento das séries temporais de espalhamento no domínio da frequência, a fim de caracterizar e compreender como equipes de futsal se distribuem ao longo do tempo de jogo, para diferentes categorias.

### 3 JUSTIFICATIVA

Profissionais do futsal cada vez mais têm buscado informações objetivas do comportamento de seus atletas em quadra para melhor aperfeiçoamento do desempenho (físico, técnico ou tático) e melhora do ensino/aprendizado de ações técnicas e táticas, desenvolvendo certos sistemas capazes de fornecer um grande número de informações após uma partida, como ferramentas computacionais, para que o maior número de dados sobre um jogo seja relatado durante uma partida. Ferramentas como a videogrametria fornecem informações da posição dos jogadores em quadra, possibilitando análises de distâncias percorridas, velocidades, e variáveis que descrevem o comportamento tático de uma equipe como a distribuição dos mesmos.

O futsal é um esporte complexo que envolve a interação de vários elementos, como os companheiros de equipe, adversários, a bola, e as metas a serem atingidas (não sofrer gol e realizá-lo). Os jogadores devem assim tomar várias decisões com base nos estímulos perceptivos (visual, auditivo, entre outros), elaborar e executar melhores ações para alcançar as metas necessárias em um jogo. Treinadores devem observar que todos os jogadores diferem em idade, capacidades físicas e cognitivas, estágios e taxas de desenvolvimento e aprendizagem motora, conseqüentemente abordagens e métodos de ensinamentos devem ser modificados para atender as necessidades de acordo com cada grupo (REILLY, 1996).

Portanto, informações detalhadas sobre a distribuição de jogadores de futsal em quadra, aplicadas a diferentes faixas etárias, permitem caracterizar o perfil deste comportamento tanto para categorias que estão em processo de aprendizagem/aperfeiçoamento da modalidade esportiva quanto para categorias que apresentam alto nível de experiência. Desta forma, estes dados poderão auxiliar professores e técnicos a aperfeiçoarem cada vez mais o treinamento tático de atletas de alto nível, bem como estruturar estratégias de ensino/aprendizagem para equipes de jovens atletas. Além disso, as informações sobre a distribuição dos jogadores após uma partida permitirão que técnicos identifiquem onde ocorreram os possíveis erros, apresentem esses dados aos atletas e façam as correções necessárias durante as sessões de treinamento.

Para responder a todas as questões pertinentes ao estudo, o presente trabalho foi estruturado da seguinte forma:

Primeiramente, foram descritos todos os procedimentos de coleta dos dados e como foram definidas e quantificadas o espalhamento, área de ocupação e distância entre os centroides das equipes em quadra.

Em seguida, dois estudos foram conduzidos:

No primeiro estudo foi realizada a análise da distribuição de jogadores de futsal em diferentes categorias, quando os mesmos se encontravam com a posse e sem posse de bola e em situações específicas de desarme e finalização por meio de análises das variáveis de espalhamento, área de ocupação e distâncias entre os centroides das equipes.

No segundo estudo foi realizado uma análise sobre o comportamento das séries temporais de espalhamento de jogadores de futsal em diferentes categorias no domínio da frequência. Nesta seção também foi apresentada de forma descritiva o comportamento das séries temporais de posse de bola das equipes de futsal durante os jogos para todas as categorias.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.1 COLETAS DE DADOS E PARTICIPANTES

Para este estudo foram filmados 5 jogos para cada uma das três diferentes categorias que serão analisadas: sub-15, sub-18, e profissional, em três diferentes campeonatos (regional, estadual e nacional), realizados entre os anos de 2012 a 2014 (tabela 4.1).

**Tabela 4.1** – Descrição das categorias, número de jogos, número de jogadores e campeonatos.

Categoria	Idade dos jogadores	Número de jogos	Número de jogadores analisados	Campeonatos
Sub-15	14 - 15 anos	5	89	XI Taça Cidade de Londrina de Futsal – Ano 2014
Sub-18	17 - 18 anos	5	102	Jogos da Juventude do Paraná – Ano 2013
Profissional	> de 19 anos	5	110	Liga Nacional de Futsal – Ano 2012

**Fonte:** O próprio autor

Para facilitar a identificação, cada jogo foi rotulado como *jogo 1*, *jogo 2*, ..., *jogo 5* e as equipes envolvidas como *time 1*, *time 2*, ..., *time 10* para cada uma das categorias. As dimensões das quadras, número de câmeras utilizadas para as filmagens, os campeonatos e o placar final de cada jogo analisado se encontram nos apêndices I, II, III. Os jogos foram filmados por até 3 câmeras digitais (30 Hz), posicionadas em locais altos dos ginásios onde permaneceram fixas do começo ao fim do jogo. Cada câmera enquadrava um terço ou mais da quadra, de forma que as imagens ficassem sobrepostas entre elas. A figura 4.1 mostra um exemplo do enquadramento adotado para as filmagens durante um jogo da categoria sub-15 (A), sub-18 (B) e profissional (C). Após os jogos, as imagens foram transferidas para um computador na extensão “.AVI” (*Audio Video Interleaved*) e, a partir de eventos em comum nas imagens (como um chute), foi realizado o procedimento de sincronização das câmeras.

**Figura 4.1** – Exemplos de enquadramento adotado pelas câmeras durante a coleta de dados para um jogo profissional



**Fonte:** o próprio autor.

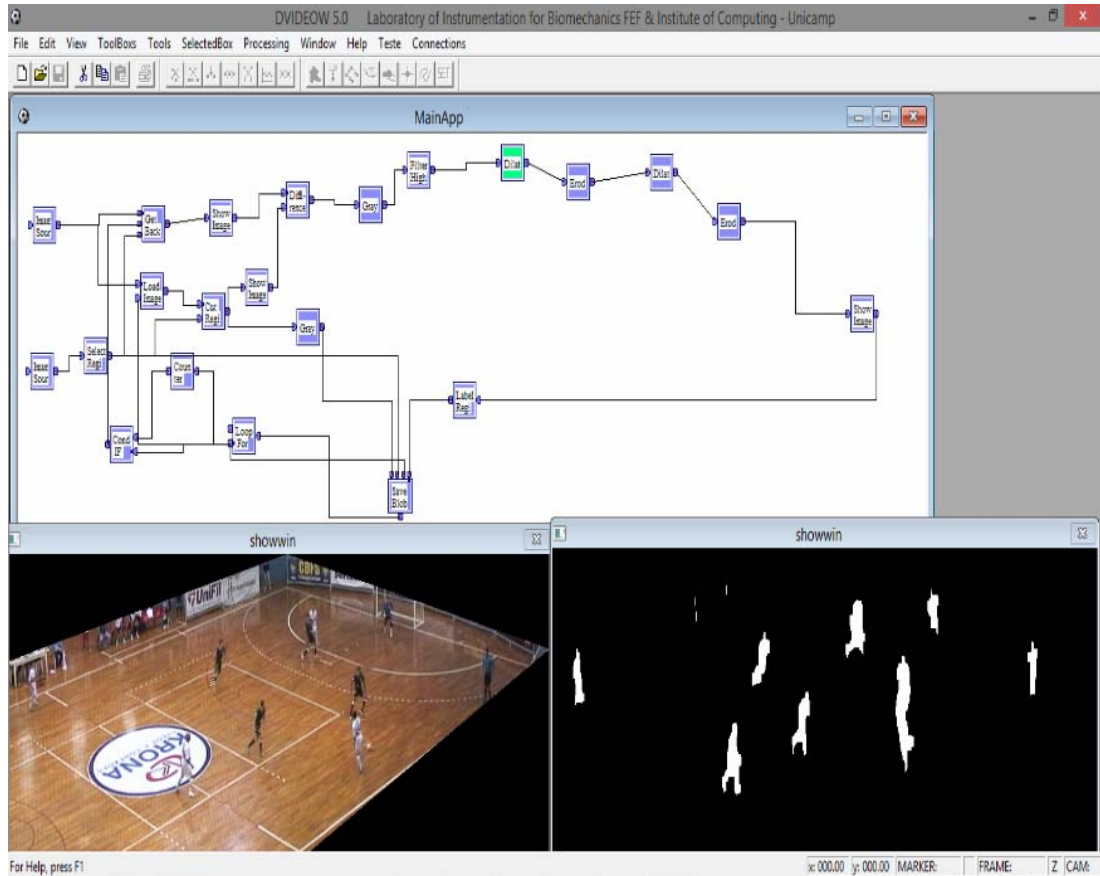
#### 4.2 MÉTODO DE RASTREAMENTO AUTOMÁTICO

Nos 15 jogos da presente pesquisa, foram obtidas as trajetórias de 301 jogadores por meio de um método de rastreamento (tabela 4.1). O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina - UEL aprovou este estudo (parecer nº 22514).

O processo de medição consiste em obter as coordenadas bidimensionais de cada jogador durante a sequência de imagens, através do *software* DVideo (FIGUEROA, LEITE, BARROS, 2006a; 2006b). Esta medição pode ocorrer de forma manual ou automática. A medição manual ocorre quando o *software* não é capaz de identificar automaticamente o jogador de interesse ou quando identifica outro jogador erroneamente, o que ocorre em situações de oclusões ou quando há muitos jogadores aglomerados. A realização da medição de forma automática envolve dois procedimentos que identificam os jogadores em quadra: a segmentação e o rastreamento automático.

A segmentação tem como objetivo detectar e separar os objetos de interesse (jogadores), a partir de uma sequência de imagens, dos outros elementos irrelevantes para a análise, como torcedores, placas de propaganda, quadra, entre outros. O *software* considera o relevo topográfico definido pelo jogador em determinada região do campo através de uma série de procedimentos computacionais, editados em sua interface específica para este fim. Após todo este processo, são obtidas imagens binarizadas e as regiões conexas encontradas são rotuladas e recebem o nome de *blobs*, conforme a figura 4.2.

**Figura 4.2** – Interface do software DVideo que permite que algoritmos do processo de segmentação sejam editados e assim criados os blobs. O quadro superior apresenta cada um dos algoritmos editados no processo de segmentação e no quadro inferior estão os blobs obtidos para imagem ao lado.

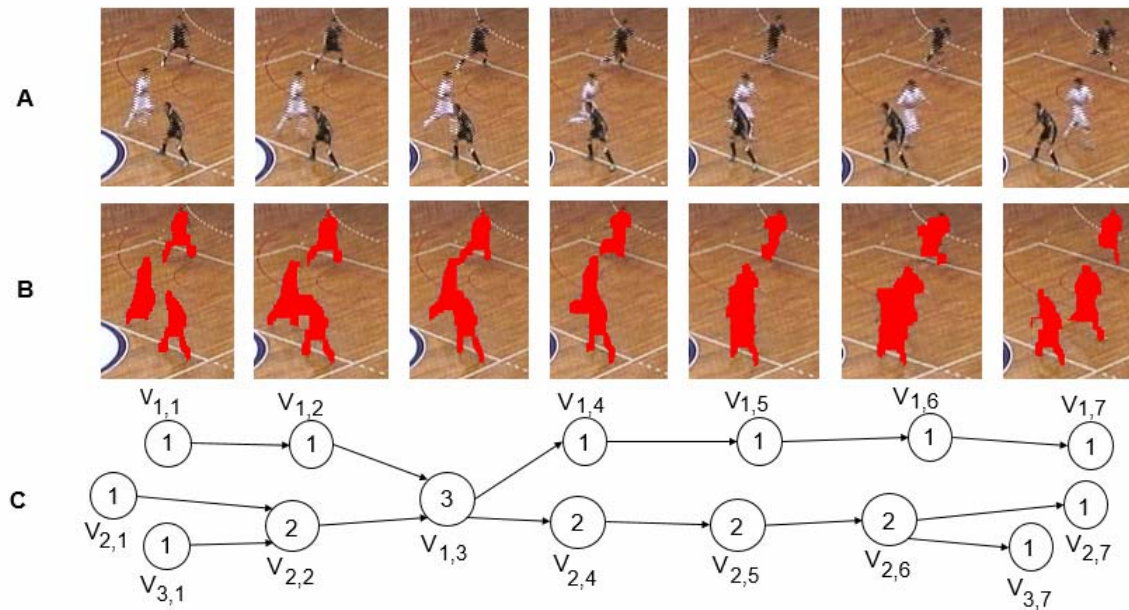


**Fonte:** o próprio autor.

As informações obtidas após a segmentação são um conjunto de pontos discretos que podem corresponder à trajetória dos jogadores na sequência de imagens, mas ainda não estão associadas aos respectivos jogadores. Para desenvolver um algoritmo capaz de reconhecer a trajetória de cada jogador em toda sequência de imagens de forma eficiente, a teoria de grafos (SZWARCFITER, 1984) é um método muito utilizado. Um grafo pode ser representado por um conjunto de pontos (vértices) que são conectados por linhas (arestas). Em trabalhos realizados com aplicação destes conceitos para o rastreamento de atletas (BUENO et al., 2014; FIGUEROA, LEITE, BARROS, 2066b; MISUTA, 2004; MOURA et al., 2012, MOURA et al., 2013), um vértice pode representar um ou mais *blobs* e dois pontos só poderão estar conectados por apenas uma aresta (figura 4.3). O rastreamento, então, é realizado a partir da construção de grafos utilizando as informações obtidas

pelos *blobs*, selecionando o jogador (vértice) no primeiro quadro. Uma vez selecionado o primeiro vértice, o sistema buscará informações sobre o próximo ponto, de acordo com o grafo criado, resultando na identificação do mesmo atleta na seqüência de imagens. A figura 4.4 exemplifica o resultado final para o rastreamento automático.

**Figura 4.3** – Sequências de imagens no jogo (A); Obtenção dos blobs correspondente aos jogadores (B); Representação do grafo construído a partir dos blobs (C).



**Fonte:** o próprio autor.

**Figura 4.4** – Identificação da posição de cada jogador em quadra ao longo de uma sequência



**Fonte:** o próprio autor.

O movimento que será estudado refere-se ao deslocamento dos jogadores em função do tempo durante uma partida. Antes de cada jogo, foram obtidas as coordenadas reais de pontos específicos em relação ao sistema de coordenadas associado à quadra com o auxílio de uma trena (pontos de escanteios, pontos de intersecção entre a linha do meio da quadra com as linhas laterais, etc.). As projeções correspondentes destes pontos na imagem também foram determinadas no *software* DVideo. Deste modo, os parâmetros de homografia da transformação imagem-objeto foram calculados baseados no DLT (Direct Linear Transformation) proposto por (ABDEL-AZIZ & KARARA, 1971), obtendo-se, assim, as coordenadas bidimensionais de cada jogador associadas ao sistema de coordenadas da quadra. Em seguida, as coordenadas bidimensionais de cada jogador foram suavizadas através de um filtro digital passa-baixa Butterworth de 3ª ordem, com uma frequência de corte de 0,4 Hz.

A frequência de corte foi determinada através de dois protocolos, conforme descrito em (MISUTA, 2004). O primeiro protocolo consistiu em um teste dinâmico, no qual um participante percorria uma distância conhecida em quadra, em diferentes velocidades (andando, trotando e correndo em alta velocidade). Após a aplicação de todos os procedimentos de rastreamento, as coordenadas 2D foram

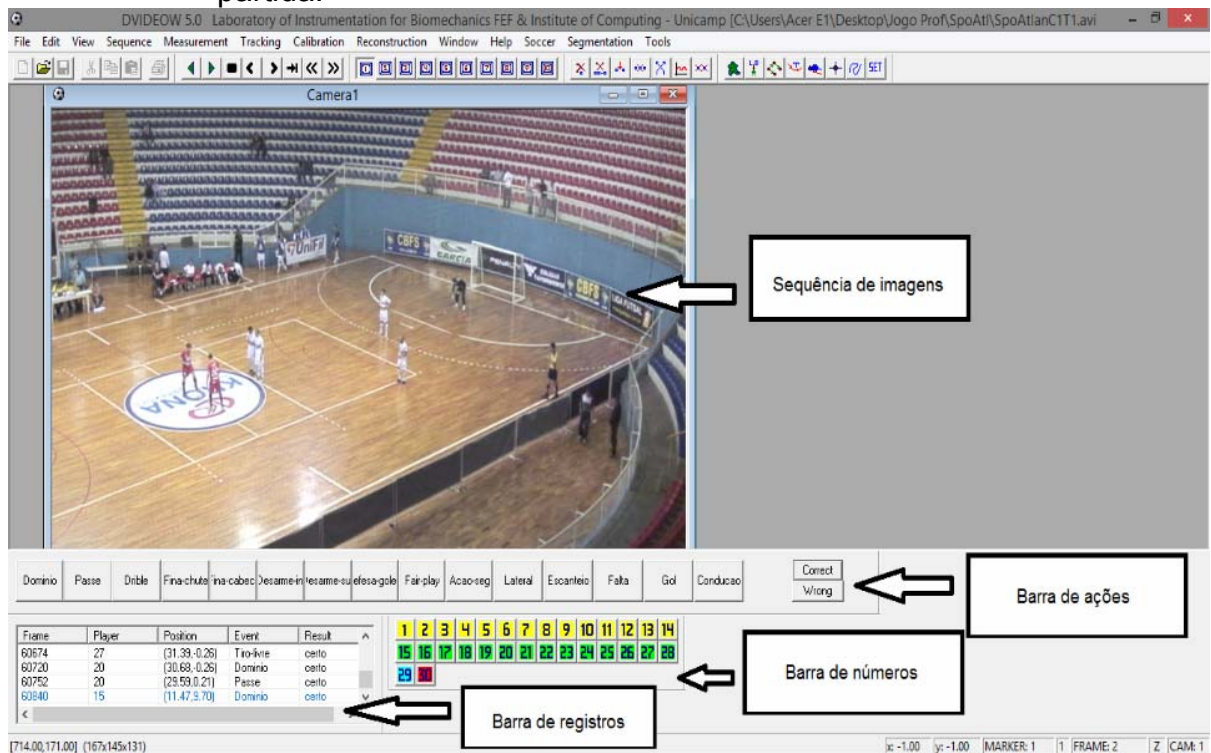
filtradas com diferentes frequências de corte. Após cada filtragem, calculava-se a distância percorrida pelo participante e a comparava com a distância real. Em um segundo protocolo, realizou-se uma análise dos resíduos (CUNHA & LIMA FILHO, 2003), confirmando a boa escolha dos parâmetros. A taxa de erro para a determinação da posição do jogador aplicada ao futsal foi de 0.098 m, e a taxa de erro para a distância percorrida foi 0.8%.

Obtidas as coordenadas bidimensionais suavizadas de todos os jogadores em quadra, foram identificadas e registradas as ações técnicas realizadas pelos jogadores e calculados os espalhamentos das equipes em função do tempo, para cada categoria.

#### 4.3 REGISTRO DAS AÇÕES TÉCNICAS

O sistema DVide possui uma interface especialmente desenvolvida para fornecer informações sobre qual jogador realizou uma determinada ação técnica, o momento (*frame*) e a localização das coordenadas *x* e *y* da posição do jogador e qual ação foi realizada. Esse método se faz pelo registro e arquivamento dessas ações. Assim, para cada jogo um operador acompanhou as imagens da partida e fez o registro de todas as ações técnicas realizadas. Dessa forma, quando um jogador realizou uma determinada ação, o operador selecionou com o *mouse* o número do jogador em uma barra de números, em seguida a ação técnica (finalização, por exemplo) executada e o seu resultado (certo ou errado, exemplo). Estes procedimentos foram realizados para todos os jogos analisados. A figura 4.5 mostra um exemplo da interface para a realização dos registros das ações técnicas. As ações do jogo registradas foram: domínio, passe, condução, drible, finalização (Chute ou cabeça), gol, desarme, defesa-goleiro, falta, cobrança de lateral e escanteio. De posse destas informações, um algoritmo foi criado em ambiente Matlab® para identificar os instantes de tempo em que cada equipe se encontrava com e sem posse de bola e os momentos em que ocorreram finalizações e desarmes.

**Figura 4.5** – Interface do *software* DVideo para a identificação das ações técnicas realizadas pelos jogadores e outros eventos que ocorrem durante a partida.



**Fonte:** o próprio autor

#### 4.4 POSSE DE BOLA

A obtenção dos dados de qual equipe se encontrava com a posse de bola foi realizada segundo os critérios utilizados por Moura et al. (MOURA et al., 2013). De acordo com as orientações do autor, uma equipe se encontrava com a posse de bola a partir do momento em que a mesma recuperava totalmente a posse de bola. Dessa forma desarmes incompletos foram desconsiderados. Quando a bola se encontrava fora de jogo, a posse de bola era atribuída a equipe que realizou a próxima ação, levando em consideração que a equipe se organizava mesmo quando o jogo estava parado em função de estarem com em sem a posse de bola.

Com isso, atribuiu-se a posse de bola a cada instante de tempo ( $t$ ), conforme exemplificado abaixo para o time 1 e time 2:

$$\left\{ \begin{array}{l} posse_{time1}(t) = 1 \text{ e } posse_{time2}(t) = 0 \text{ se a posse de bola estava} \\ \text{com o time 1 no momento } (t) \\ posse_{time1}(t) = 0 \text{ e } posse_{time2}(t) = 1 \text{ se a posse de bola estava} \\ \text{com o time 2 no momento } (t) \end{array} \right.$$

#### 4.5 ESPALHAMENTO DAS EQUIPES

Uma das variáveis analisadas na presente pesquisa foi o espalhamento dos jogadores em função do tempo representando a distribuição dos jogadores na quadra. Para cada instante de tempo  $t$ , as distâncias euclidianas de cada jogador para todos os seus companheiros da mesma equipe foram calculadas (figura 4.6). Os valores de distâncias foram organizados em uma matriz  $D$  de ordem  $m \times n$ , onde  $m$  = número de valores de distâncias entre os jogadores da mesma equipe e  $n$  = frames correspondente a cada instante de tempo  $t$ .

Em seguida, foi calculada a norma euclidiana de cada vetor da matriz  $D$ , que corresponde aos valores de espalhamento a cada instante de tempo  $t$ . Assim, a norma euclidiana pode ser definida como a raiz quadrada da somatória de todos os valores absolutos de seus elementos elevados ao quadrado, conforme a equação abaixo:

$$\|D_n(t)\| = \sqrt{\sum_{j=1}^p |d_{n_{ij}}(t)|^2}$$

Onde  $p$  representa o número de jogadores em quadra de uma mesma equipe, e  $d_{n_{ij}}$  representa o valor de distância euclidiana entre cada par de jogadores da mesma equipe. Por exemplo, o primeiro elemento  $d_{11}$  representa o valor de distância entre o jogador 1 para o jogador 2.

Algumas propriedades da norma são especialmente importantes para a aplicação desse conceito na presente análise:

1.  $\|D\| > 0$  quando  $D \neq 0$  e  $\|D\| = 0$  se e somente se  $D = 0$ ,
2.  $\|\alpha D\| = |\alpha| \|D\|$  para qualquer escalar  $\alpha$ .

Portanto, a não ser que as distâncias de todos os jogadores sejam iguais à zero (algo impossível de acontecer durante um jogo de futsal), os valores da norma euclidiana foi sempre diferente de zero. Além disso, se, por exemplo, as distâncias entre os jogadores dobrarem, os valores da norma euclidiana do vetor de distâncias entre os jogadores dobram também.

A partir da norma euclidiana de cada vetor da matriz  $D$ , calculada a cada instante de tempo  $t$ , obteve-se séries temporais de espalhamento de cada equipe durante o jogo (figura 4.7). Segundo Moura et al (2012), maiores valores representam que os jogadores estão mais espalhados pela quadra. Por outro lado, menores valores representam que os jogadores estão adotando uma estrutura mais compacta.

#### 4.6 ÁREA DE OCUPAÇÃO DAS EQUIPES

A área de ocupação da equipe foi representada pela área do envoltório convexo calculado a partir da posição dos jogadores de linha de uma mesma equipe. Os vértices do envoltório foram identificados a cada instante de tempo  $t$  através da técnica *Quickhull* (BARBER, DOBKIN, HUHDANPAA, 1996), disponível no *software* Matlab®. Em seguida, o envoltório convexo da equipe foi dividido em triângulos, suas áreas foram calculadas e somadas, representando assim a área de ocupação da equipe (MOURA et al., 2012).

Posteriormente ao cálculo do espalhamento e área de ocupação a cada instante de tempo, os mesmos valores foram normalizados pelo máximo valor possível (tabela 4.2) que uma equipe pode apresentar em quadra (Moura, 2011), e assim, apresentados em percentual em relação ao máximo valor possível. Essa forma de apresentação foi adotada em relação aos jogos serem realizados em locais diferentes, havendo uma variação nas dimensões das quadras, fato esse podendo interferir diretamente nas medidas das variáveis analisadas.

**Tabela 4.2** – Descrições das dimensões de cada quadra e os valores máximos possíveis para as variáveis de espalhamento e área de ocupação.

Categories	Jogos	Dimensões das quadras (comp. X Larg.) em metros	Valores máximos de espalhamento (m)	Valores máximos de área de ocupação (m <sup>2</sup> )
Sub-15	Jogo 1, Jogo 2, Jogo 3	39,9 x 19,9	Com goleiro-linha = 111,5; Sem goleiro linha = 91,0	798
	Jogo 4	35,9 x 17,9	Com goleiro-linha = 98,4; Sem goleiro linha = 80,3	644
	Jogo 5	39,8 x 19,9	Com goleiro-linha = 109,0; Sem goleiro linha = 89,0	795
Sub-18	Jogo 1, Jogo 2, Jogo 3, Jogo 4, Jogo 5	40,0 x 20,1	Com goleiro-linha = 109,7; Sem goleiro linha = 89,6	800
Profissional	Jogo 1, Jogo 2, Jogo 3, Jogo 4, Jogo 5	39,8 x 19,9	Com goleiro-linha = 109,0; Sem goleiro linha = 89,0	795

#### 4.7 DISTÂNCIA ENTRE OS CENTROIDES DAS EQUIPES

O centroide de cada equipe pôde ser definido como a média das coordenadas 2d de todos os jogadores para cada uma das equipes envolvidas no jogo (YUE et al., 2008a), conforme as fórmulas abaixo (A = Sem goleiro linha; B = Com goleiro linha):

$$X_{AC}(t) = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 x_{Ai}(t) \quad y_{AC}(t) = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 y_{Ai}(t)$$

$$X_{BC}(t) = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 x_{Bi}(t) \quad y_{BC}(t) = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 y_{Bi}(t)$$

$$X_{AC}(t) = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 x_{Ai}(t) \quad y_{AC}(t) = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 y_{Ai}(t)$$

(A)

(B)

$$X_{BC}(t) = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 x_{Bi}(t) \quad Y_{BC}(t) = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 y_{Bi}(t)$$

Sendo,

$X_{AC}(t)$  e  $X_{BC}(t)$  = coordenada x do centroide da equipe A e B, respectivamente;

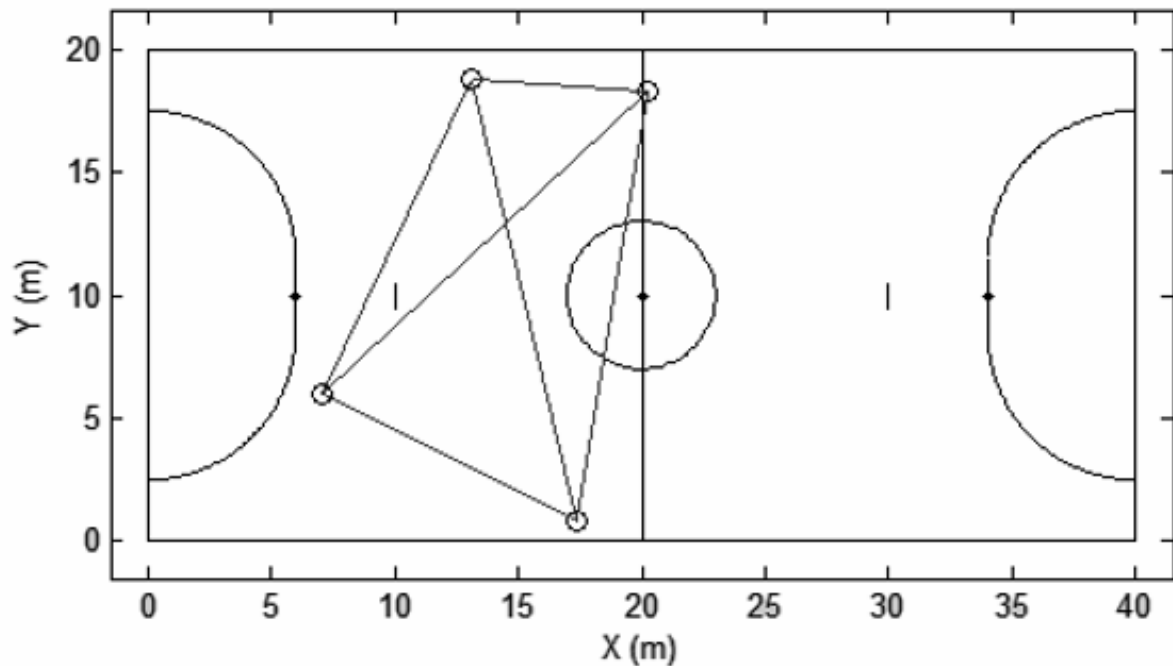
$Y_{AC}(t)$  e  $Y_{BC}(t)$  = coordenada y do centroide da equipe A e B, respectivamente;

$x_{Ai}(t)$  e  $y_{Ai}(t)$  = coordenada x e y, respectivamente, de cada jogador  $i$  para a equipe A;

$x_{Bi}(t)$  e  $y_{Bi}(t)$  = coordenada x e y, respectivamente, de cada jogador  $i$  para a equipe B;

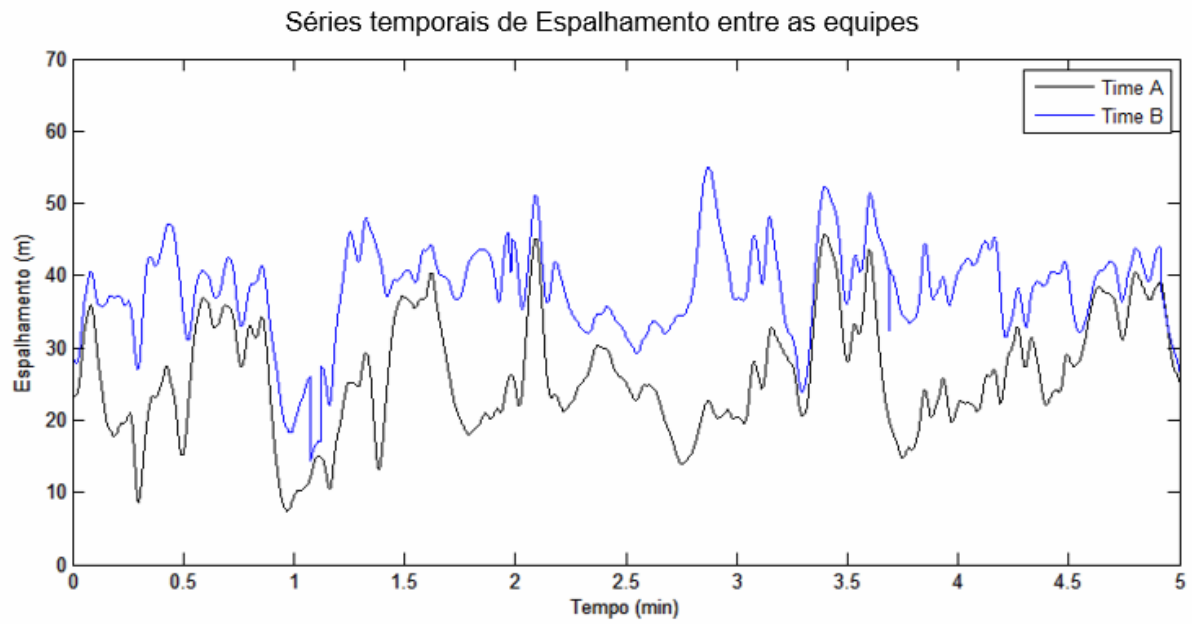
Assim, as coordenadas dos centroides foram calculadas como o centro da figura geométrica formada pelo envoltório convexo, posteriormente, calculou-se a distância dos centroides entre as equipes a cada instante de tempo ( $t$ ) (MOURA et al., 2011).

**Figura 4.6** – Representação das distâncias euclidianas entre cada jogador e todos os seus companheiros de equipe, em um determinado instante de tempo.



Fonte: o próprio autor

**Figura 4.7** – Exemplo de séries temporais de Espalhamento entre as equipes durante um trecho de uma partida da categoria profissional



Fonte: o próprio autor.

## 5 ESTUDO UM: ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DE JOGADORES DE FUTSAL EM QUADRA EM DIFERENTES CATEGORIAS DURANTE JOGOS OFICIAIS

### RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar quantitativamente a organização dos jogadores de equipes de futsal para diferentes categorias enquanto atacam e defendem e em situações específicas de desarmes e finalizações. Foi obtida a trajetória de 301 jogadores brasileiros, sendo 89 jogadores para a categoria sub-15, 102 jogadores para a categoria sub-18 e 110 jogadores para a categoria profissional com um método de rastreamento automático. Posteriormente, foi calculado o espalhamento, definido com a norma euclidiana das distâncias entre os jogadores da mesma equipe. A área de ocupação foi definida como a área do envoltório convexo formado pela posição dos jogadores e a distância entre os centroides das equipes foi definida como a distância euclidiana entre os centroides formada pela posição média da posição de cada jogador da mesma equipe ao longo das partidas. Foram analisados os valores de espalhamento, área de ocupação e distância entre os centroides das equipes em situações específicas de finalizações e desarmes, quando as equipes estavam jogando sem a participação do goleiro-linha e com a participação do goleiro-linha. Os resultados mostraram que, para cada categoria analisada, quando estavam atacando, os jogadores estavam mais espalhados e ocupavam uma maior área do que quando estavam defendendo. O espalhamento e área de ocupação, quando analisado entre as categorias, os jogadores de categorias mais jovens se organizavam de forma mais compacta que os jogadores de categorias mais experientes quando estavam atacando. Quando estavam defendendo esses resultados foram contrários. Em situações específicas, as equipes de categoria de base ocuparam maiores áreas e se espalhavam mais quando desarmes foram realizados. Já a categoria profissional mostrou distâncias entre os centroides maiores quando desarmes foram realizados. A categoria profissional mostrou distâncias entre os centroides maiores quando desarmes foram realizados. Pode-se concluir que a organização de jogadores de futsal em diferentes categorias se diferem quando estão atacando e defendendo e entre as categorias.

**Palavras-chave:** rastreamento automático, futsal, tática, espalhamento, área de ocupação, centroide.

### 5.1 INTRODUÇÃO

A análise de um determinado esporte exige o desenvolvimento de diversos procedimentos metodológicos capazes de fornecer informações sobre as ações realizadas pelos jogadores durante uma partida ou competição e, assim, identificar as trajetórias realizadas pelos jogadores, as demandas físicas, técnicas e táticas que uma determinada modalidade esportiva exige.

Ferramentas computacionais, como o rastreamento automático baseado em videogrametria, foram desenvolvidas com o objetivo de identificar a posição dos jogadores em campo ou quadra (FIGUEROA, LEITE, BARROS, 2006a, 2006b; LIU et al., 2009; MORAIS et al., 2014). Com os dados de posição dos jogadores durante as partidas tornou-se possível quantificar as demandas físicas, como distâncias percorridas, distâncias percorridas por faixa de velocidade e número de sprints realizados pelos mesmos (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; BARROS et al., 2007; BUENO et al., 2014; CAETANO et al., 2015; CASTAGNA et al., 2009; DI SALVO et al., 2009). Além disso, estudos passaram a associar a posição dos jogadores com as ações técnicas realizadas pelos mesmos (DELLAL et al., 2011; MOURA et al., 2007). Devido aos avanços tecnológicos citados acima, nos últimos anos vem crescendo o número de pesquisas com propósitos de compreender as características táticas pertinentes às demandas exigidas em jogos-treino e em partidas oficiais para esportes coletivos ( FRENCKEN et al., 2009, FRENCKEN et al., 2011; MOURA et al., 2011, MOURA et al., 2012, MOURA et al., 2013).

A tática é definida como um conjunto de ações realizadas individualmente ou coletivamente para que uma equipe atinja seus objetivos durante um jogo. A tática envolve a aplicação de diferentes esquemas pré-definidos de jogos ofensivos e defensivos, envolvendo, também, (no caso do futsal), conceitos táticos quando a bola está em jogo e fora de jogo (GALLEGO & MOLINA, 2006). Assim, pode-se definir que uma equipe está em um sistema ofensivo quando a mesma se encontra com a posse de bola. Por outro lado, entende-se que uma equipe está em um sistema defensivo quando a mesma não tem a posse de bola (CUNHA et al., 2011).

Estudos como de Fonseca et al, (2012) investigaram o comportamento da dinâmica espacial de jogadores de futsal através do diagrama de Voronoi e a mínima distância interpessoal entre todos os jogadores da mesma equipe em jogos experimentais. Outros estudos buscaram compreender o comportamento da dinâmica de coordenação interpessoal entre jogadores atacantes e defensores em um pequeno número de sequências ofensivas (TRAVASSOS et al., 2011, TRAVASSOS et al., 2012; VILAR et al., 2012). Estas mesmas análises de coordenação também têm sido realizadas entre as séries temporais das coordenadas bidimensionais dos jogadores e a bola (TRAVASSOS et al., 2011;

VILAR et al., 2014). Porém, estes estudos analisaram somente a dinâmica interpessoal entre duplas de jogadores atacantes/defensores e a bola em um pequeno número de sequências ofensivas, o que pode não representar as diversas mudanças que podem acontecer ao longo de uma partida para toda uma equipe.

Variáveis como índices de distribuição de atletas em campo, definido como a média das distâncias dos jogadores para o centro geométrico da equipe (YUE et al., 2008a), a área de ocupação e espalhamento em função do tempo têm sido analisadas para a compreensão da dinâmica de equipes em jogos coletivos (FRENCKEN et al., 2009; MOURA et al., 2012). De acordo com a literatura, a área de ocupação é definida como o espaço total ocupado pela equipe e o espalhamento definido como uma medida de distância entre os jogadores da mesma equipe (FRENCKEN et al., 2011; MOURA et al., 2012).

Durante situações específicas do jogo, a organização da equipe pode mudar como consequência de uma perturbação, como a perda de posse de bola ou a ocorrência de um gol (FRENCKEN et al., 2009). Por meio da representação da área de ocupação e distância entre os centroides de equipes de futsal durante um amistoso internacional de seleções, um estudo recente caracterizou a organização dos jogadores em quadra durante situações de desarmes e finalizações (MOURA et al., 2011). Os resultados mostraram que quando as equipes realizaram desarmes, as mesmas apresentaram maiores valores de área, comparado às situações em que sofreram finalizações. Além disso, as distâncias entre os centroides foram menores quando as equipes realizaram desarmes. Embora estas análises tragam grandes contribuições para a compreensão da dinâmica do futsal, elas podem representar apenas as características de seleções do mais alto nível do esporte.

Visualmente é possível verificar que jovens praticantes de modalidades coletivas possuem dificuldades em compreender como se posicionar em quadra de acordo com a posição dos seus companheiros de equipe e adversários. Este comportamento pode fazer com que a distribuição dos mesmos em quadra seja completamente diferente de um jogo de alto nível.

O comportamento coletivo através do índice de dispersão (relação entre valores máximos de distância dos jogadores da mesma equipe nos eixos

longitudinal e lateral da quadra) e a distância do centroide entre as equipes em três diferentes faixas de idade (09, 11, e 13 anos) para diferentes jogos reduzidos foram apresentadas na literatura (FOLGADO et al., 2014). Em outro estudo recente, Barnabé et al, (2016), foram apresentados índices de correlação de séries temporais entre ataque e defesa para a área de ocupação, índice de dispersão dos jogadores, o deslocamento lateral e longitudinal das equipes no campo em três diferentes categorias (sub-16, sub-17 e sub-19). Esses estudos mostram que, em jogos reduzidos de futebol, os efeitos da idade/experiência influenciam no comportamento tático das equipes em relação à dispersão e deslocamento dos jogadores em situação de ataque e defesa, podendo ser um indicativo que jogadores mais novos não consigam participar ativamente de atividades coletivas como jogadores mais experientes, observando-se, assim, uma predominância de comportamentos de tática individual.

Assim, com a obtenção de dados sobre a posição de jogadores de categorias de base e categorias de alto nível, torna-se possível observar se jogadores iniciantes conseguem compreender as necessidades de organização em quadra quando estão com ou sem posse de bola. Assim, compreender como ocorre a transição tática da equipe desde a fase iniciante até o alto rendimento da modalidade torna-se imprescindível para profissionais que atuam no ensino e treinamento do esporte tenham melhores condições para planejarem e elaborarem programas de exercícios adequados para cada faixa etária.

Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar quantitativamente o espalhamento de equipes de futsal para diferentes categorias enquanto atacam e defendem e em situações específicas de desarmes e finalizações. Especificamente, buscou-se verificar se equipes de diferentes categorias apresentam uma organização em quadra diferente enquanto estão com e sem posse de bola, e confirmar se há diferenças entre as categorias. Para situações específicas de desarmes e finalizações, buscou-se identificar se as equipes enquanto defendem apresentam uma organização diferente em quadra que possibilite às mesmas realizarem o desarme e não sofrerem uma finalização. Da mesma forma, buscou-se analisar se as equipes, enquanto atacam, possuem uma organização diferente em quadra nas situações em que as mesmas conseguem finalizar, comparadas às situações em que sofrem desarmes. As hipóteses que fundamentaram esse estudo

foram: a) Os valores de espalhamento e área de ocupação são maiores quando os jogadores de futsal estão com posse de bola em relação quando estão sem posse de bola; b) Quanto mais jovem a categoria menores são os valores de espalhamento e área de ocupação; c) A organização dos jogadores em quadra é determinante em ações de sucesso e fracasso para desarmes e finalizações.

## 5.2 MÉTODOS

### *Coleta de dados*

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina – UEL aprovou este estudo (parecer nº 22514). Para este estudo, foram filmados cinco jogos para três diferentes categorias: sub-15, sub-18 e profissional, em três diferentes campeonatos brasileiros (regional, estadual e nacional), realizados entre os anos de 2012 a 2014, totalizando 15 jogos e 30 diferentes equipes. Para tanto, foram utilizadas até três câmeras digitais para a realização das filmagens a uma frequência de 30 Hz, fixadas em locais altos dos ginásios, cada uma enquadrando até um terço da quadra, com regiões de sobreposições entre elas. Após os jogos, as imagens foram transferidas para computadores e as câmeras foram sincronizadas identificando-se eventos comuns que ocorriam nestas regiões de sobreposição, como, por exemplo, o exato momento de um chute.

### *Participantes e método de rastreamento*

Nos quinze jogos da presente pesquisa, foram obtidas as trajetórias de 301 jogadores brasileiros, sendo 89 jogadores para a categoria sub-15, 102 jogadores para a categoria sub-18 e 110 jogadores para a categoria profissional. A trajetória de cada jogador foi obtida através de um sistema de rastreamento automático via *software* DVideo (FIGUEROA, LEITE, BARROS, 2006a, 2006b). O *software* DVideo possui uma taxa de erro para a determinação da posição do jogador aplicada ao futsal de 0,098 m, e a taxa de erro para a distância percorrida de 0,8% (BUENO et al., 2014).

Cada jogador, de cada time, foi numerado como  $p = 1, 2, \dots, 14$ . Assim, as coordenadas bidimensionais dos jogadores foram definidas como  $p(Xp(t), Yp(t))$ , onde  $t$  representa cada instante de tempo (em segundos). Em seguida, um filtro digital passa-baixa Butterworth de 3ª ordem, com uma frequência de corte de 0,4 Hz foi utilizado para suavizar os dados das coordenadas 2D de todos os jogadores. Obtidas as trajetórias suavizadas de todos os jogadores, foi calculado o espalhamento e a área de ocupação das equipes em função do tempo.

### *Posse de Bola*

A obtenção dos dados de qual equipe se encontrava com posse de bola foi realizada segundo os critérios utilizados por Moura et al. (2013). De acordo com as orientações do autor, uma equipe se encontrava com a posse de bola a partir do momento em que a mesma recuperava totalmente a posse de bola. Dessa forma, desarmes incompletos foram desconsiderados. Quando a bola se encontrava fora de jogo, a posse de bola era atribuída à equipe que realizou a próxima ação, levando em consideração que a equipe se organiza mesmo quando o jogo está parado em função de estarem com ou sem a posse de bola.

A partir destes dados, foram analisados os valores de espalhamento, área de ocupação e distância entre centroides das equipes enquanto atacavam e defendiam (em outras palavras, quando estavam com e sem posse de bola) e em situações específicas de finalizações a gol e desarmes, sendo estas últimas situações analisadas separadamente em momentos específicos sem e com a participação do goleiro-linha.

### *Espalhamento das equipes*

Para cada instante de tempo  $t$ , as distâncias euclidianas de cada jogador para todos os seus companheiros da mesma equipe foram calculadas. Os valores de distâncias foram organizados em uma matriz  $D$  de ordem  $m \times n$ , onde  $m$  = número de valores de distâncias entre os jogadores da mesma equipe e  $n$  = frames correspondentes a cada instante de tempo  $t$ .

Em seguida, foi calculada a norma euclidiana de cada vetor da matriz  $D$ , que corresponde aos valores de espalhamento a cada instante de tempo  $t$ . Segundo Moura et al, (2012), maiores valores de espalhamento representam que os jogadores estão mais espalhados pela quadra. Por outro lado, menores valores representam que os jogadores estão adotando uma estrutura mais compacta.

### *Área de ocupação das equipes*

A área de ocupação da equipe foi representada pela área do envoltório convexo calculado a partir da posição dos jogadores de uma mesma equipe. Os vértices do envoltório foram identificados a cada instante de tempo  $t$  através da técnica *Quickhull* (BARBER, DOBKIN, HUHDANPAA, 1996). Em seguida, o envoltório convexo da equipe foi dividido em triângulos, suas áreas foram calculadas e somadas, representando, assim, a área de ocupação da equipe.

Posteriormente ao cálculo do espalhamento e área de ocupação a cada instante de tempo, os mesmos valores foram normalizados pelo máximo valor possível que uma equipe pode apresentar em quadra (MOURA, 2011), e, assim, apresentados em percentual em relação ao máximo valor possível. Essa forma de apresentação foi adotada em relação aos jogos serem realizados em locais diferentes, havendo uma variação nas dimensões das quadras, fato esse podendo interferir diretamente nas medidas das variáveis analisadas.

### *Distância entre os centroides das equipes*

O centroide de cada equipe pode ser definido como a média das coordenadas 2D de todos os jogadores, para cada uma das equipes envolvidas no jogo (YUE et al., 2008a). As coordenadas dos centroides foram calculadas como a média das coordenadas dos jogadores de cada equipe e posteriormente, calculou-se a distância entre os centroides das equipes, a cada instante de tempo ( $t$ ) (MOURA et al., 2011).

### *Situações de finalizações e desarmes*

Foram analisados os valores de espalhamento, área de ocupação e distância entre os centroides das equipes em situações específicas de finalizações (F) e desarmes (D), quando as equipes estavam jogando sem a participação do goleiro-linha e com a participação do goleiro-linha para as categorias sub-15 (sem goleiro-linha, nF = 290 e nD = 717; com goleiro-linha, nF = 0 e nD = 0), sub-18 (sem goleiro-linha, nF = 312 e nD = 748; com goleiro-linha, nF = 40 e nD = 27), e profissional (sem goleiro-linha, nF = 288 e nD = 463; com goleiro-linha, nF = 15 e nD = 19).

Enquanto defendiam e atacavam, os valores de percentual de espalhamento e área de ocupação das equipes eram identificados nos exatos momentos em que as mesmas realizavam um desarme ou sofriam uma finalização e quando as equipes realizavam uma finalização ou sofriam um desarme. Os valores de distância entre os centroides (m) foram identificados no exato momento em que as equipes realizavam um desarme ou uma finalização.

### *Análises estatísticas*

Antes de cada análise, foi aplicado um teste de variância de Levene para verificação de homocedasticidade dos dados, adotando um nível de significância de  $p < 0,05$ . Como todos os testes não atenderam os pressupostos dos mesmos, uma transformação *Box-Cox* foi realizada para diminuir anomalias e heterocedasticidade dos valores de espalhamento e área de ocupação nas condições com e sem posse de bola. Em seguida, uma análise de variância two-way foi realizada para a comparação dos valores de espalhamento e área de ocupação em dois fatores: quando as equipes se encontravam com e sem posse de bola (fator 1) e entre as categorias (fator 2). Em ambas as análises, quando foram encontradas diferenças, um teste de post-hoc de Tukey foi realizado como critério de diferença significativa. Os valores foram expressos em medianas e intervalo interquartil.

Para as análises dos valores de percentual de espalhamento, área de ocupação e a distância (m) entre os centroides das equipes em situações de finalizações e desarmes, primeiramente um teste *lilliefors* foi realizado para a verificação de normalidade dos dados. Como todos os dados apresentaram não normalidade, as inferências estatísticas foram realizadas por meio de testes não-paramétricos. Um teste de Wilcoxon foi aplicado para verificar se, enquanto defendiam, as equipes apresentavam valores diferentes quando desarmes eram realizados, comparadas às situações que sofriam finalizações. O mesmo teste foi realizado para as situações enquanto atacavam, verificando se os valores eram diferentes quando as equipes realizaram finalizações, comparados quando sofriam desarmes. Para as distâncias entre os centroides, o teste de Wilcoxon foi aplicado para verificar se houve diferenças quando as equipes realizaram desarmes, comparados quando realizaram finalizações. Ambas as análises foram realizadas quando as equipes estavam sem e com a participação do goleiro-linha, separadamente. Para todas as análises, adotou-se um nível de significância de  $p < 0,05$ .

### 5.3 RESULTADOS

A tabela 5.1 apresenta os valores de espalhamento e área de ocupação com e sem posse de bola para todas as categorias. De acordo com as análises estatísticas, as equipes apresentaram maiores valores de espalhamento com posse de bola comparada à condição em que se encontravam sem a posse de bola, para todas as categorias ( $F(1,3298215) = 80542,31$ ;  $p < 0,01$ ). Entre as categorias, os resultados mostraram valores menores quanto mais jovens eram os jogadores ( $F(2, 3298215) = 159484,08$ ;  $p < 0,01$ ). Os valores de interação entre os fatores ( $F(2, 3298215) = 22311,75$ ;  $p < 0,01$ ) mostraram que, quanto mais jovem a categoria, menores foram os valores de espalhamento na condição com posse de bola. Já para a condição sem posse de bola, o resultado foi o inverso; quanto mais jovem era a categoria, maiores foram os valores de espalhamento.

Para os resultados de área de ocupação, os valores foram maiores enquanto as equipes estavam com a posse de bola, comparada à condição quando as equipes estavam sem posse de bola, para todas as categorias ( $F(1,3298215) =$

1082514,57;  $p < 0,01$ ). Quanto às análises entre as categorias, os resultados mostraram que os valores de área de ocupação diferem entre as categorias ( $F(2,3298215) = 17134,62$ ;  $p < 0,01$ ). A interação mostrou que, em todas as categorias, enquanto estão com a posse de bola e enquanto estão sem a posse de bola, os valores foram distintos ( $F(2,3298215) = 27743,68$ ;  $p < 0,01$ ). A categoria sub-15, em condição com posse de bola, apresentou valores menores comparados à categoria sub-18 e profissional. Porém, sem posse de bola não houve diferenças entre a categoria sub-18. Já os valores de área das equipes de categoria sub-18 em ambas as condições foram maiores comparados à categoria profissional.

**Tabela 5.1.** Valores de mediana (intervalo interquartil) do percentual de espalhamento e área de ocupação em relação aos valores máximos possíveis para as categorias sub-15, sub-18 e profissional para as condições com e sem posse de bola.

Categorias	% Espalhamento		% Área de ocupação	
	Com posse	Sem posse	Com posse	Sem posse
Sub-15	35.5 (11.7)* #†	31.7 (19.3) #†	9.4 (7.7)* #†	5.2 (4.8) #
Sub-18	38.5 (12.9)* #	34.1 (20.1) #	11.9 (10.2)* #	5.4 (5.4) #
Profissional	39.1 (12.8)*	29.8 (21.0)	11.6 (10.8)*	4.4 (4.7)

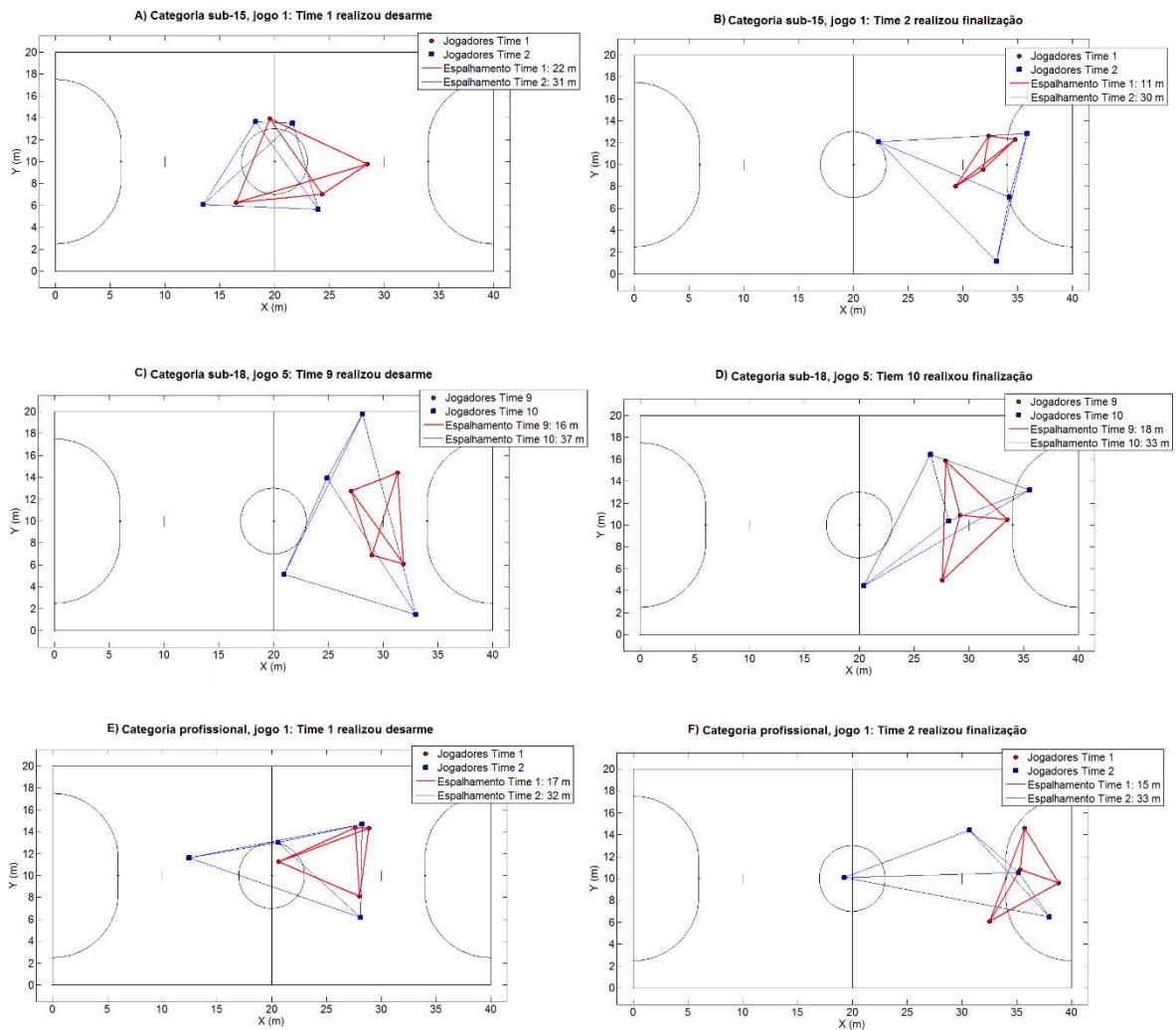
\*  $p < 0,05$ ; diferente significativamente sem posse de bola.

#  $p < 0,05$ ; diferente significativamente da categoria profissional.

†  $p < 0,05$ ; diferente significativamente da categoria sub-18.

(Fonte: O próprio autor).

A figura 5.1 apresenta exemplos de espalhamento para ambas as equipes durante uma determinada situação específica de desarme e finalização, sem a participação do goleiro linha, para todas as categorias. Esta análise exploratória permitiu verificar uma tendência que equipes sub-15 possuem em apresentar maiores valores de espalhamento quando realizam desarme comparado quando sofrem finalização. Tais resultados foram confirmados quantitativamente na tabela 2



**Figura 5.1.** Representação das distâncias euclidianas entre os jogadores da mesma equipe durante um exato momento em que houve desarme e finalização em jogadas sem o goleiro-linha para as categorias sub-15, sub-18 e profissional. (Fonte: O próprio autor).

Para as análises específicas em situações de finalizações de desarmes sem o goleiro-linha, o teste de Wilcoxon mostrou que somente a categoria sub-15 apresentou diferenças ( $p < 0,05$ ) nos valores de espalhamento na condição defensiva (tabela 5.2). Esses resultados mostraram que equipes da categoria sub-15 apresentaram maiores valores quando realizaram desarmes comparados aos momentos que sofreram finalizações.

**Tabela 5.2.** Valores em mediana (intervalo Interquartil) de espalhamento expressas em percentual em relação com o máximo valor possível, para situações de desarmes e finalizações, sem a participação do goleiro-linha. Categorias sub-15 (nD=717; nF=290), sub-18 (nD=748; nF=312) e profissional (nD=463; nF=288)

Categorias	Condição defensiva		<i>p</i>
	Quando realizaram desarmes	Quando sofreram finalizações	
Sub-15	30.0 (16.8) *	28.6 (19.4)	0.02
Sub-18	32.0 (17.8)	31.1 (22.3)	0.33
Profissional	31.6 (21.6)	32.0 (22.4)	0.98

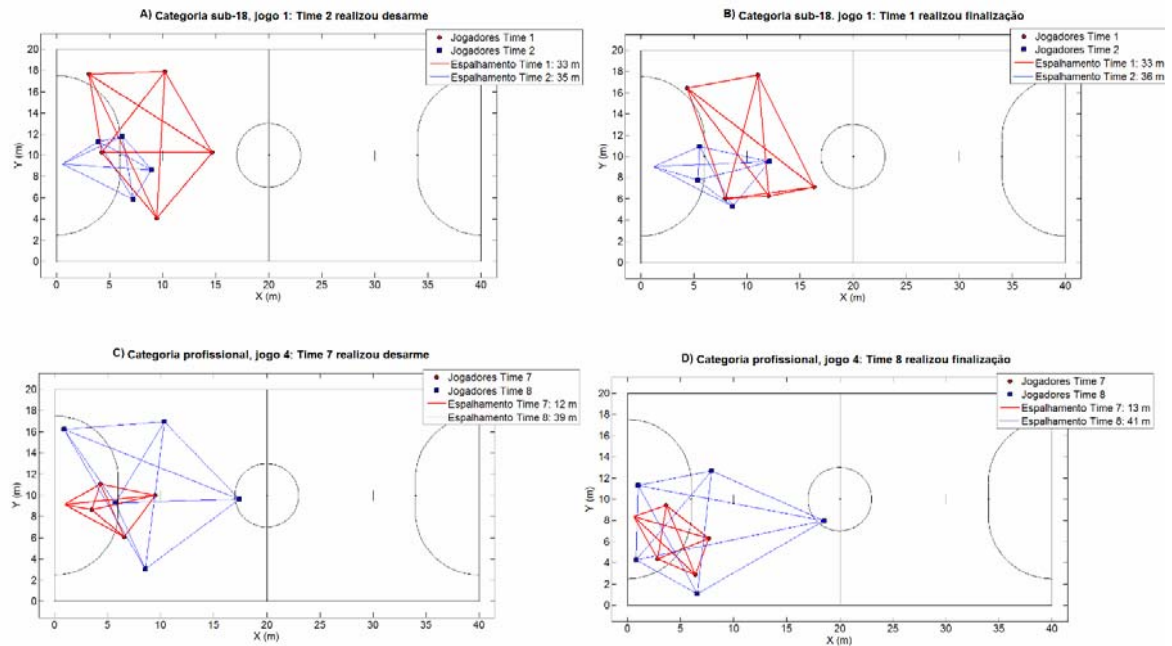
  

	Condição Ofensiva		
	Quando realizaram finalizações	Quando sofreram desarmes	
Sub-15	33.2 (10.3)	33.4 (10.2)	0.23
Sub-18	37.1 (10.9)	37.0 (10.7)	0.86
Profissional	37.9 (10.2)	38.5 (9.5)	0.84

\**p* < 0,05; Diferente significativamente na condição defensiva (Quando sofreram finalizações).

(Fonte: O próprio autor);

A figura 5.2 apresenta exemplos de espalhamento para ambas as equipes durante situação específica de desarme e finalização com a participação do goleiro-linha para todas as categorias sub-18 e profissional. Esta análise exploratória permitiu verificar que os valores de espalhamento das equipes para ambas as categorias foram similares quando as mesmas realizaram desarmes ou sofreram finalizações, confirmada quantitativamente na tabela 5.3. Enquanto as equipes estavam com a participação do goleiro-linha, não houve diferenças significativas em nenhuma das condições (defensivas e ofensivas) para as situações específicas de desarmes e finalizações.



**Figura 5.2.** Representação das distâncias euclidianas entre os jogadores da mesma equipe durante um exato momento em que houve desarme e finalização em uma jogada com o goleiro-linha para as categorias sub-18 e profissional. (Fonte: O próprio autor).

**Tabela 5.3.** Valores em mediana (intervalo Interquartil) de espalhamento expressas em percentual em relação com o máximo valor possível do mesmo, para situações de desarmes e finalizações, com a participação do goleiro-linha. Categorias sub-18 (nD=27; nF=40) e profissional (nD=19; nF=15)

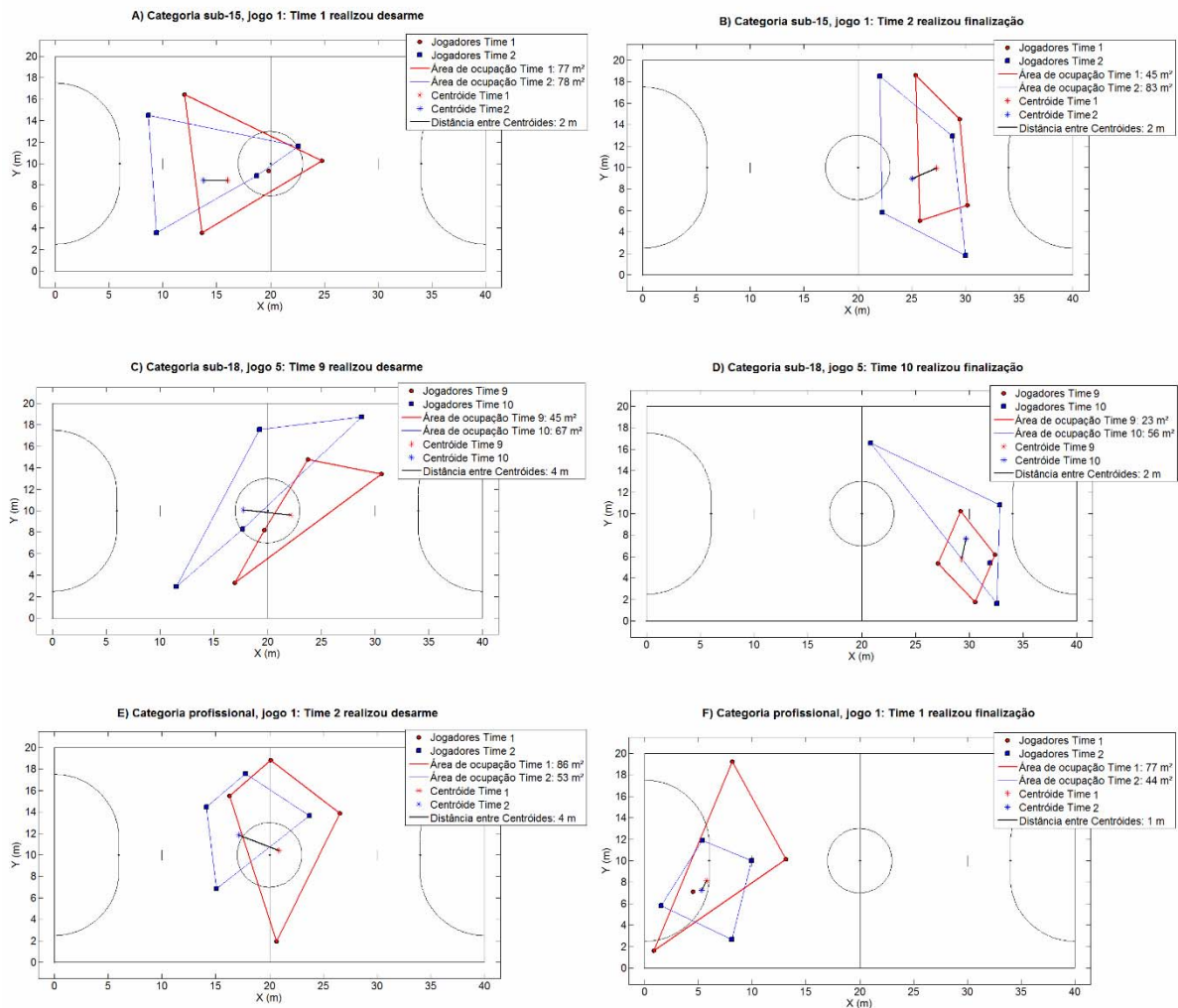
Categorias	Condição defensiva		<i>P</i>
	Quando realizaram desarmes	Quando sofreram finalizações	
Sub-15	NA	NA	
Sub-18	35.5 (22.9)	34.4 (19.4)	0.37
Profissional	33.0 (23.2)	33.3 (18.4)	0.67
Categorias	Condição Ofensiva		<i>P</i>
	Quando realizaram finalizações	Quando sofreram desarmes	
Sub-15	NA	NA	
Sub-18	38.4 (11.7)	36.6 (12.3)	0.74
Profissional	38.6 (3.9)	38.8 (8.9)	0.13

NA; não se aplica.

(Fonte: O próprio autor).

A figura 5.3 apresenta exemplos da área de ocupação e representação dos centroides para ambas as equipes em situações específicas de

desarme e finalização sem a participação do goleiro linha para todas as categorias. Visualmente é possível notar pela posição dos centroides das equipes que, quando houve desarme, as mesmas estavam mais próximas do centro da quadra. Por outro lado, quando houve finalizações, as mesmas estavam mais próximas ao gol, indicando uma maior incidência de finalizações próximas ao gol.



**Figura 5.3.** Representação da área de ocupação e distância entre os centroides das equipes durante um exato momento em que houve desarme e finalização em jogadas sem o goleiro-linha para as categorias sub-15, sub-18 e profissional. (Fonte: o próprio autor).

As análises específicas em situações de finalizações e desarmes sem o goleiro-linha para os valores de área de ocupação, mostraram que as categorias sub-15 e sub-18 apresentaram diferenças ( $p < 0,05$ ) na condição defensiva (tabela 5.4). Esses resultados mostraram que equipes das categorias sub-

15 e sub-18 apresentaram maiores valores quando realizaram desarmes do que quando sofreram finalizações. A categoria sub-15 também apresentou maiores valores quando realizou uma finalização, comparado às situações que sofreram desarmes.

**Tabela 5.4.** Valores em mediana (Intervalo Interquartil) de área de ocupação expressas em percentual em relação com o máximo valor possível em situações de desarmes e finalizações, sem a participação do goleiro-linha. Categorias sub-15 (nD=717; nF=290), sub-18 (nD=748; nF=312) e profissional (nD=463; nF=288)

Categorias	Condição defensiva		<i>p</i>
	Quando realizaram desarmes	Quando sofreram finalizações	
Sub-15	4.9 (4.2)*	3.5 (3.1)	< 0.01
Sub-18	4.9 (4.7)*	3.8 (3.6)	< 0.01
Profissional	3.7 (3.6)	3.6 (3.4)	0.64

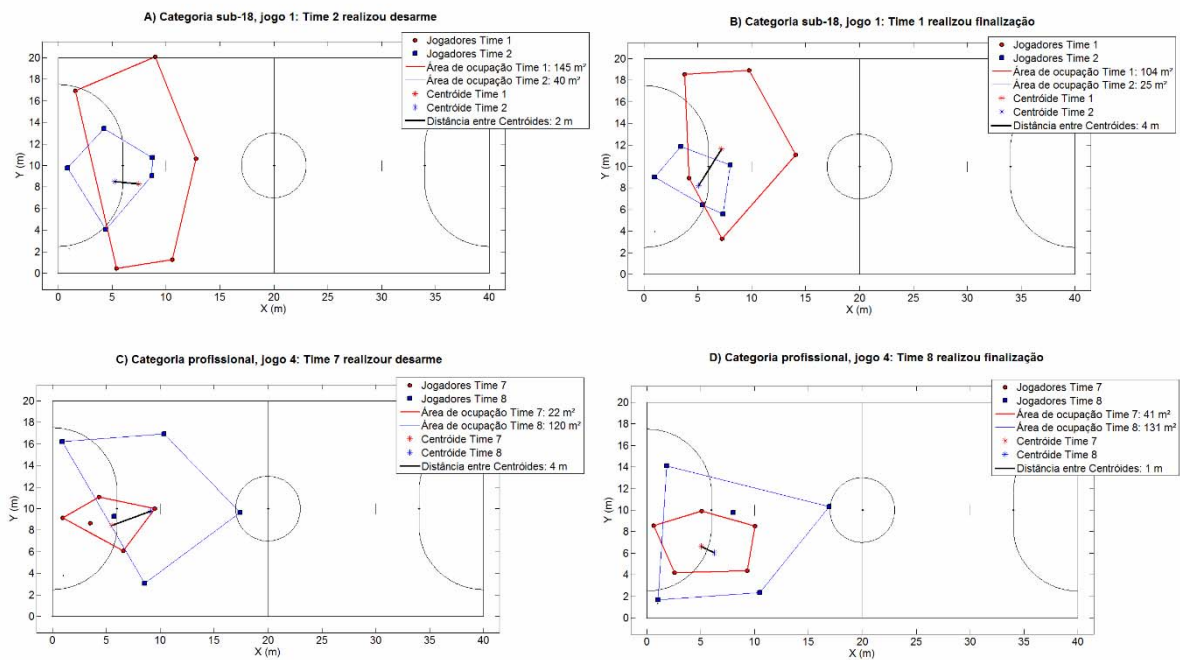
	Condição Ofensiva		
	Quando realizaram finalizações	Quando sofreram desarmes	
Sub-15	9.1 (4.8)*	8.2 (5.9)	< 0.01
Sub-18	10.6 (6.9)	10.8 (6.8)	0.92
Profissional	11.3 (8.0)	11.4 (7.5)	0.96

\*  $p < 0,05$ ; Diferente significativamente quando sofreram finalizações.

#  $p < 0,05$ ; Diferente significativamente quando sofreram desarmes.

(Fonte: O próprio autor).

A figura 5.4 apresenta exemplos da área de ocupação e representação dos centroides para ambas as equipes durante situações específicas de desarme e finalização, com a participação do goleiro-linha, para as categorias sub-18 e profissional. Ao contrário das jogadas em situações de desarme e finalização sem o goleiro-linha, quando uma das equipes está jogando com a participação do goleiro-linha, a equipe que obteve o sucesso em realizar um desarme ocupa uma menor área e se posiciona mais próximo ao gol. Já a equipe que obteve um sucesso na finalização ocupa uma maior área em quadra e mantém seus jogadores posicionados mais próximos ao gol.



**Figura 5.4.** Representação da área de ocupação e distância entre os centroides das equipes durante um exato momento em que houve desarme e finalização em jogadas com o goleiro-linha para as categorias sub-18 e profissional. (Fonte: O próprio autor).

As análises específicas em situações de finalizações e desarmes com o goleiro-linha mostrou que somente a categoria sub-18 apresentou diferença ( $p < 0,05$ ) nos valores de área de ocupação na condição defensiva (tabela 5.5). Esses resultados mostraram que equipes da categoria sub-18 apresentaram menores valores quando realizaram desarmes do que quando sofreram finalizações.

**Tabela 5.5.** Valores em mediana (Intervalo Interquartil) de área de ocupação expressas em percentual em relação com o máximo valor possível em situações de desarmes e finalizações, com a participação do goleiro-linha. Categorias sub-18 (nD=27; nF=40) e profissional (nD=19; nF=15)

Categorias	Condição defensiva		<i>p</i>
	Quando realizaram desarmes	Quando sofreram finalizações	
Sub-15	NA	NA	
Sub-18	3.5 (2.7)	4.6 (5.7)	0.04
Profissional	4.0 (2.6)	4.7 (3.4)	0.62

	Condição Ofensiva		
	Quando realizaram finalizações	Quando sofreram desarmes	
Sub-15	NA	NA	
Sub-18	14.7 (9.7)	14.0 (7.4)	0.74
Profissional	15.5 (8.7)	19.4 (6.8)	0.21

NA; Não se aplica.

\*  $p < 0,05$ ; Diferente significativamente quando sofreram finalizações.

(Fonte: O próprio autor).

Por fim, para os valores de distância entre os centroides das equipes com e sem o goleiro-linha, somente a categoria profissional apresentou diferenças ( $p < 0.05$ ) para situações específicas em desarmes e finalizações (tabela 5.6). Esses resultados mostraram que equipes da categoria profissional apresentaram maiores valores de distância quando realizaram desarmes do que quando realizaram finalizações.

**Tabela 5.6.** Valores em mediana (intervalo interquartil) de distância (m) entre os centroides das equipes em situações de Desarmes e Finalizações, com e sem a participação do goleiro-linha. Categorias Sub-15 (sem goleiro-linha, nD=717; nF=290), Sub-18 (sem goleiro-linha, nD=748; nF=312; com goleiro-linha, nD=27; nF=40) e profissional (sem goleiro-linha, nD=463; nF=288; com goleiro-linha, nD=15; nF=19)

Categorias	Sem o goleiro-linha		<i>p</i>
	Desarme	Finalização	
Sub-15	2.56 (2.08)	2.55 (1.93)	0.5036
Sub-18	3.13 (2.34)	3.08 (2.26)	0.9690
Profissional	3.69* (2.46)	3.09 (2.46)	< 0.01

Categorias	Com o goleiro linha		<i>p</i>
	Desarme	Finalização	
Sub-15	NA	NA	NA
Sub-18	3.08 (1.97)	2.53 (2.31)	0.1816
Profissional	3.27* (2.42)	1.36 (1.34)	0.0125

NA; Não se aplica.

\*  $p < 0,05$ ; Diferente significativamente para a situação de finalização.

(Fonte: O próprio autor).

#### 5.4 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi analisar quantitativamente a organização de jogadores de futsal para diferentes categorias quando os mesmos estavam com e sem a posse de bola e como os jogadores se organizam em situações específicas de desarmes e finalizações. Em geral, foi possível verificar que quando equipes de futsal estão com a posse de bola apresentam maiores valores de espalhamento e área de ocupação do que quando estão sem a posse de bola, independente da categoria. Em relação aos valores de espalhamento e área entre as categorias, os valores são menores quanto mais jovens for a categoria quando estão com a posse de bola. Quando estão sem a posse de bola os valores são maiores quanto mais jovem for a categoria. Em relação aos valores de organização em situações específicas de desarme e finalização, os mesmos se diferem quando desarmes foram realizados comparados quando sofreram finalizações.

A troca de posse de bola entre as equipes podem modificar a distribuição dos jogadores em quadra durante uma partida. Uma análise quantitativa da distribuição dos jogadores em quadra através das variáveis espalhamento e área de ocupação pode ajudar a compreender a dinâmica de organização das equipes

em situações de ataque e defesa, em outras palavras, quando os mesmos estão com e sem posse de bola, respectivamente (MOURA et al., 2012). Os resultados deste estudo confirmam a primeira hipótese de que a distribuição dos jogadores difere quando os mesmos estão com e sem posse de bola, independente da categoria. Quando os jogadores estão com a posse de bola, movimentam-se de forma a ficar mais espalhados e ocupam uma maior área. Inversamente, quando estão sem a posse de bola, os valores destas variáveis diminuem, demonstrando um comportamento de movimentação mais compacta e ocupando uma área em quadra menor. Comportamentos semelhantes foram encontrados no futebol (MOURA et al., 2012), o que pode ser uma característica dos esportes de invasão: quando estão com posse de bola, procuram ocupar locais vazios da quadra para possibilitar sequências ofensivas sem marcação. Por outro lado, quando defendem, tendem a proteger o gol da aproximação do adversário e possibilitando a retomada de posse de bola. Assim, independente da categoria, verificou-se que os atletas são capazes de se organizar em quadra apropriadamente, em função da condição de posse de bola (ou seja, quando estão atacando e defendendo).

Outra característica apresentada foi que jogadores de categorias de bases apresentaram uma distribuição mais compacta, comparados aos jogadores de categoria profissional, quando os mesmos estavam com posse de bola. Quando os jogadores estavam sem a posse de bola, esses valores se tornaram inversos, mostrando uma distribuição mais compacta dos jogadores de categoria profissional. Os resultados indicam que equipes de categorias de base apresentam um jogo anárquico e podem indicar uma incapacidade de ocupar adequadamente os espaços livres da quadra, disponíveis quando estão atacando, e ainda de não proteger o gol contra seu adversário. Estes comportamentos coletivos sugerem que jogadores mais jovens tendem a resolver problemas de jogo individualmente, se aproximando mais da bola e não empregando um comportamento coletivo em função do posicionamento de seus colegas de equipe (FOLGADO et al., 2014). Esses resultados são valiosos, uma vez que demonstram que, mesmo a categoria sub 18, que já possui um grau elevado de aprendizado da modalidade, ainda apresenta um comportamento coletivo restrito.

As variáveis espalhamento, área de ocupação e distância entre os centroides das equipes, analisadas em situações específicas de desarmes e

finalizações, podem fornecer informações importantes sobre como as equipes se organizam quando obtêm sucesso ou fracasso em determinada situação (MOURA et al., 2011, MOURA et al., 2012). Para a variável espalhamento, somente a categoria sub-15 apresentou diferenças significativas. Quando se encontravam em condição defensiva, estavam mais espalhadas em quadra quando realizaram desarmes do que quando sofreram finalizações. Quando observado os resultados de área de ocupação, a categoria sub-15 também apresentou uma maior área em quadra quando concluíram com sucesso suas ações defensivas e ofensivas, como pode ser observado nos exemplos da figura 5.1 (A e B) e figura 5.3 (A e B), ambas em situações sem a participação do goleiro-linha. Esses resultados sugerem que equipes sub-15 podem ter maiores chances de realizar um desarme quando apresentam uma marcação individual em relação à equipe adversária, se espalhando mais pela quadra e buscando uma marcação mais próxima aos jogadores adversários. Em situações de ataque, maiores valores de área de ocupação podem também indicar um comportamento adequado para que uma finalização aconteça, possibilitando maiores espaços para realizar ações de passe para o companheiro, receber a bola, driblar e realizar uma finalização a gol.

Para a categoria sub-18, pôde-se observar diferenças na condição defensiva para área de ocupação sem e com a participação do goleiro-linha. Porém, em jogadas sem a participação do goleiro-linha, a área ocupada pelas equipes quando obtiveram o sucesso em realizar desarmes foram maiores do que quando sofreram finalizações. Por outro lado, quando as equipes contavam com a participação do goleiro-linha e obtiveram o sucesso em realizar um desarme, a área ocupada pelos mesmos foi menor do que quando sofreram finalizações. Resultados encontrados por Moura et al (MOURA et al., 2011) para um jogo internacional de futsal foram parecidos durante situações específicas de desarmes e finalizações. Quando as equipes realizaram desarmes os valores de área foram maiores, comparado às situações quando sofreram finalizações. É possível hipotetizar que as equipes quando estão em igualdade de jogadores (ou seja, nenhuma delas está atuando com goleiro-linha), uma marcação individual pode ser benéfica para que ocorra um sucesso no desarme, no qual a maioria dos jogadores se concentra em marcar um jogador específico durante o jogo (figura 5.3, C e D). No entanto, quando as equipes defensivas se encontram em inferioridade numérica (ou seja, quando a

equipe atacante atua com goleiro-linha), as equipes defensivas obtêm sucesso em realizar um desarme quando ocupam uma menor área e mais próxima ao gol (figura 5.4, A e B), o que pode dificultar a execução de outras ações (exemplo, um passe entre os espaços vazios da quadra) que a equipe adversária possa realizar (CORRÊA et al., 2014), podendo induzir o adversário a erros e, conseqüentemente, facilitando o desarme.

Outra variável que pode explicar o sucesso e fracasso em situações de desarme e finalização é a distância entre o centroide das equipes, fornecendo informações sobre a 'pressão' que uma equipe pode exercer sobre a outra (FRENCKEN et al., 2009; MOURA et al., 2011). Quando observados os valores de distância entre os centroides das equipes para a categoria profissional, quando finalizações ocorreram, as distâncias entre os centroides foram menores que nas situações nas quais desarmes foram realizados, tanto sem e com a participação do goleiro-linha, o que pode estar relacionado com as maiores distâncias dos jogadores que estão defendendo perante os jogadores que estão atacando, tanto sem a participação do goleiro-linha (figura 5.3, E e F) e com a participação do goleiro-linha (figura 5.4, C e D). Os resultados deste estudo não corroboram os encontrados na literatura, que relataram que equipes de futsal quando realizaram desarmes apresentam distância entre os centroides menores que às situações em que ocorreram finalizações em um jogo internacional de futsal (MOURA et al., 2011). Porém, o estudo negligenciou as análises em situações com a participação do goleiro-linha, sendo esses resultados importantes para que técnicos possam orientar sua equipe a se posicionarem de forma adequada em quadra para que obtenha melhores chances de sucesso em realizar um desarme ou uma finalização.

Os resultados deste estudo podem beneficiar técnicos a elaborarem melhores treinamentos para que suas equipes possam atingir seus objetivos em ganhar o jogo. Em geral, quando equipes estão com a posse de bola, técnicos devem treinar seus jogadores para que se organizem de forma mais espalhadas e ocupem uma área maior em quadra para que possam receber a bola, dar sequência a uma jogada, e atingir o objetivo final em realizar um gol. Quando equipes estão sem a posse de bola, a orientação deve ser direcionada a se compactar, proteger a sua área mais próxima ao gol e assim facilitar a execução de um desarme.

Técnicos devem estar atentos a mudanças de comportamento de jogo em que cada categoria possa apresentar. A elaboração de treinamento tático deve ser realizado de acordo com as características em que cada categoria apresenta, como, por exemplo, em categorias de base, uma defesa pode apresentar maiores sucessos se os jogadores forem treinados a se organizarem de forma a marcar os adversários individualmente, já em categoria profissional uma marcação mais próxima ao gol pode ser mais benéfica. Assim, jogadores, quando estão em mudanças de categorias, devem ser treinados para que se adaptem melhor as mudanças de jogo que cada categoria pode proporcionar. O técnico deve preparar seus jogadores a enfrentarem demandas táticas diferentes quando mudam de uma categoria para outra (ex. sub-15 para o sub-18, e assim por diante) assim obtendo uma evolução tática ao longo da carreira no futsal.

## 5.5 CONCLUSÃO

Com este estudo pode concluir que equipes de futsal apresentam diferentes comportamentos quando estão com e sem a posse de bola, aumentando as distâncias entre os jogadores da mesma equipe e ocupando uma área maior de atuação quando estão com a bola. Inversamente, quando estão sem a posse de bola, as equipes jogam de forma mais compacta e ocupam uma menor área de atuação em todas as categorias. Quando comparado esses valores entre as categorias, quanto mais jovem for a categoria, menor a distribuição dos jogadores quando estão com a bola. Porém, quando estão sem a posse de bola, quanto mais jovem a categoria, maior a distribuição dos jogadores.

A organização dos jogadores difere em situações específicas de desarmes e finalizações para jogadas com e sem a participação do goleiro-linha, observando as variáveis de espalhamento, área de ocupação e centroide das equipes para as diferentes categorias analisadas neste estudo.

Técnicos podem se beneficiar desses resultados para melhor elaborar treinamentos adequados e assim alcançar os objetivos propostos pela modalidade de acordo com as necessidades de cada categoria.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BARBER, C. B., DOBKIN, D. P. e HUHDANPAA, H. The Quickhull algorithm for convex hulls. *Acm Transactions on Mathematical Software*, v.22, n.4, Dec, p.469-483. 1996.
- BARBERO-ALVAREZ, J. C., et al. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *J Sports Sci*, v.26, n.1, Jan 1, p.63-73. 2008.
- BARNABÉ, L., et al. Age-related effects of practice experience on collective behaviours of football players in small-sided games. *Human Movement Science*, V. 48, p. 74-81, 2016.
- BARROS, R. M. L., et al. Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*, v.6, p.233-242. 2007.
- BUENO, M. J. O. B., et al. Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official matches. *Sports Biomechanics*, v.13, n.3. 2014.
- CAETANO, F., et al. Characterisation of the Sprints and Repeated-Sprint Sequences Performed by Professional Futsal Players During Official Matches According to Playing Position. *J Appl Biomech*, Jul 8. 2015.
- CASTAGNA, C., et al. Match demands of professional Futsal: a case study. *J Sci Med Sport*, v.12, n.4, Jul, p.490-4. 2009.
- CORRÊA, U. C., et al. The Influence of a Goalkeeper as an Outfield Player on Defensive Subsystems in Futsal. *Advances in Physical Education*. 4: 84-92 p. 2014.
- CUNHA, S. A., et al. Futebol: aspectos multidisciplinares para o ensino e treinamento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2011 (Educação Física no Ensino Superior)
- DELLAL, A., et al. Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, v.11, n.1, 2011/01/01, p.51-59. 2011.
- DI SALVO, V., et al. Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *Int J Sports Med*, v.30, n.3, Mar, p.205-12. 2009.
- FIGUEROA, P. J., LEITE, N. J. e 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. 2006a.
- FIGUEROA, P. J., LEITE, N. J. e BARROS, R. M. L. Tracking soccer players aiming their kinematical motion analysis. *Computer\_Vision and Image Understanding*, v.101, n.2, p.122-135. 2006b.

FOLGADO, H., et al. Length, width and centroid distance as measures of teams tactical performance in youth football. *Eur J Sport Sci*, v.14 Suppl 1, p.S487-92. 2014.

FONSECA, S., et al. Spatial dynamics of team sports exposed by Voronoi diagrams. *Human Movement Science*, v.31, n.6, p.1652-1659. 2012.

FRENCKEN, W., et al. Oscillations of centroid position and surface area of soccer teams in small-sided games. *European Journal of Sport Science*, v.11, n.4, p.215-223. 2011.

FRENCKEN, W. G. P. e Lemmink, K. a. P. M. Team kinematics of small-sided soccer games. In: T. REILLY e F. KORKUSUZ (Ed.). *Science and Football VI*. New York: Routledge, 2009, p.161-166

GALLEGO, A. J. e MOLINA, A. J. Fútbol Sala: Táctica Defensiva. Espanha: Paidotribo. 2006 (Collección fútbol)

LIU, J., et al. Automatic player detection, labeling and tracking in broadcast soccer video. *Pattern Recognition Letters*, v.30, n.2, p.103-113. 2009.

MORAIS, E., et al. A multiple camera methodology for automatic localization and tracking of futsal players. *Pattern Recognition Letters*, v.39, p.21–30. 2014.

MOURA, F. A. Análise quantitativa da distribuição de jogadores de futebol em campo durante jogos oficiais. (Doutorado). Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, 2011. 1 - 87 p.

MOURA, F. A., et al. Quantitative analysis of Brazilian football players' organisation on the pitch. *Sports Biomechanics*, v.11, n.1, p.85-96. 2012.

MOURA, F. A., et al. A spectral analysis of team dynamics and tactics in Brazilian football. *Journal of Sports Sciences*, p.1-10. 2013.

MOURA, F. A., et al. Quantitative analysis of futsal players' organization on the court. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, v.11, n.2, p.105-108. 2011.

MOURA, F. A., et al. Analysis of the shots to goal strategies of first division Brazilian professional soccer teams. *Proceedings of the XXV International Symposium on Biomechanics in Sports*, Ago 23 - 27, p.358-361. 2007.

TRAVASSOS, B., et al. Spatiotemporal coordination behaviors in futsal (indoor football) are guided by informational game constraints. *Hum Mov Sci*, v.31, n.4, Aug, p.932-45. 2012.

TRAVASSOS, B., et al. Interpersonal coordination and ball dynamics in futsal (indoor football). *Human Movement Science*, v.30, n.6, Dec, p.1245-1259. 2011.

VILAR, L., et al. Constraints on competitive performance of attacker–defender dyads in team sports. *Journal of Sports Sciences*, v.30, n.5, p.459 - 469. 2012.

VILAR, L., et al. Coordination tendencies are shaped by attacker and defender interactions with the goal and the ball in futsa. *Human Movement Science*, v.33, p.14 - 24. 2014

YUE, Z., et al. Mathematical Analysis of a Soccer Game. Part I: Individual and Collective Behaviors. *Studies in Applied Mathematics*, v.121, n.3, Oct, p.223-243. 2008a.

## 6 ESTUDO DOIS: ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DAS SÉRIES TEMPORAIS DE ESPALHAMENTO EM JOGOS OFICIAIS DE FUTSAL PARA DIFERENTES CATEGORIAS

### RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar as séries temporais de espalhamento de jogadores de futsal durante partidas oficiais no domínio da frequência para diferentes categorias. Utilizando um método de rastreamento automático, foram obtidas as trajetórias de 258 jogadores (excluindo os goleiros), sendo 79 jogadores para a categoria sub-15, 86 jogadores para a categoria sub-18 e 93 jogadores para a categoria profissional. Foi calculada em função do tempo o espalhamento das equipes através da norma euclidiana dos valores de distâncias entre os jogadores da mesma equipe em função do tempo. O método FFT (*Fast Fourier Transformation*) foi aplicado e calculada a frequência mediana para cada série temporal de espalhamento. Os resultados de média  $\pm$  DP de frequência mediana das séries temporais de espalhamento do primeiro para o segundo tempo são significativamente diferentes somente para a categoria sub-15 (primeiro tempo,  $1.04 \pm 0.46$ ; segundo tempo  $1.40 \pm 0.34$ ). Entre as categorias, os valores de frequência diferem significativamente. Categorias mais jovens apresentam frequência de oscilação de espalhamento mais altas que a categoria profissional, o que reflete na dinâmica de jogo entre ataque e defesa, podendo ajudar técnicos a compreender melhor a dinâmica da modalidade e preparar de forma adequada seus jogadores em determinada categoria e para um melhor planejamento de treinamento tático para uma futura transição de categoria.

**Palavras-chave:** Análise espectral, futsal, tática, espalhamento, séries temporais.

### 6.1 INTRODUÇÃO

Um objetivo na análise de um esporte é desenvolver metodologias para entender as características físicas, técnicas e táticas durante partidas oficiais e sessões de treinamento (MOURA et al., 2012). Identificando a posição de jogadores em quadra a cada instante de tempo durante toda uma partida, é possível obter dados de dispersão dos jogadores, como o espalhamento das equipes em quadra (relacionada à proximidade e afastamento entre colegas de equipe), e, assim, empregar técnicas adequadas para análises em um contexto esportivo, facilitando a compressão das ações estratégicas de organização definidas pelos jogadores e a interação com a equipe oposta ou, ainda, as recomendações estabelecidas pelos técnicos durante uma partida ou treinamento (FRENCKEN et al., 2009; MOURA et al., 2012, MOURA et al., 2013).

Uma das técnicas utilizadas para análise tática em esportes coletivos consiste em compreender o comportamento das séries temporais relacionadas à distribuição de jogadores durante uma partida no domínio da frequência. Para qualquer sinal representado por uma série temporal, uma análise espectral pode ser desempenhada mostrando a distribuição de intensidade de flutuação de um sinal no domínio da frequência (MOURA et al., 2012; YUE et al., 2008b). A oscilação da série temporal de espalhamento durante uma partida reflete a velocidade com que os jogadores se espalham e compactam de acordo com as atividades de ataque e defesa durante uma partida (MOURA et al., 2013). Segundo o mesmo autor, para resultados encontrados no futebol, a frequência do sinal que representa o espalhamento da equipe ao longo do tempo é baixa e tende a diminuir do primeiro para o segundo período de jogo. Essa diminuição pode estar relacionada ao desempenho físico dos jogadores durante a partida, visto que as distâncias percorridas e o percentual de distâncias percorridas em média e alta velocidade, também diminui ao longo da partida no futebol e futsal (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; BARROS et al., 2007; BUENO et al., 2014; DI SALVO et al., 2009). Outro fator importante é que as frequências de oscilação parecem ter uma correspondência com a frequência com que as equipes trocam de posse de bola (MOURA et al., 2013).

Portanto, uma análise das séries temporais de espalhamento em partidas de futsal no domínio da frequência, aplicada a jogadores em diferentes faixas etárias, permite caracterizar o perfil deste comportamento para categorias que estão em processo de aprendizagem da modalidade esportiva quanto para categorias que apresentam alto nível de experiência. Assim, é possível que atletas de categorias mais jovens, devido à menor capacidade técnica, não consigam manter a posse de bola por muito tempo, o que resultaria em maiores frequências para estas faixas etárias. Além disso, verificou-se que o desempenho físico decresce do primeiro para o segundo tempo em partidas de futsal, o que também pode provocar reduções na dinâmica do jogo (BUENO et al., 2014). Embora este achado tenha sido reportado na literatura para o futebol (MOURA et al., 2013), para o futsal esta investigação ainda não foi realizada. Trata-se de uma importante investigação, pois, caso exista uma redução da dinâmica tática de equipes de futsal ao longo da partida, é possível que os técnicos optem por um número maior de substituições (no futsal, as substituições são ilimitadas) no sentido de amenizá-la.

Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar as séries temporais de espalhamento de jogadores de futsal durante partidas oficiais no domínio da frequência. Especificamente, foi analisado se equipes de diferentes categorias (sub-15, sub-18 e profissional) possuem comportamentos táticos distintos, e se há alteração do mesmo ao longo das partidas. As hipóteses iniciais foram que a) quanto mais jovem for a categoria, maiores serão as frequências de oscilação das séries temporais de espalhamento e b) estas frequências diminuem do primeiro para o segundo período, independente da categoria.

## 6.2 MÉTODOS

### *Coleta de dados*

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina – UEL aprovou este estudo (parecer nº 22514). Para este estudo, foram filmados cinco jogos para três diferentes categorias: sub-15, sub-18 e profissional, em três diferentes campeonatos (regional, estadual e nacional), realizados entre os anos de 2012 a 2014, totalizando 15 jogos e 30 equipes. Foram utilizadas até três câmeras para a realização das filmagens a uma frequência de 30 Hz, fixadas em locais altos dos ginásios, cada uma enquadrando até um terço da quadra, com regiões de sobreposições entre elas. Após os jogos, as imagens foram transferidas para computadores e as câmeras foram sincronizadas identificando-se eventos comuns que ocorriam nestas regiões de sobreposição, como, por exemplo, o exato momento de um chute.

### *Participantes e método de rastreamento*

Nos quinze jogos da presente pesquisa, foram obtidas as trajetórias de 258 jogadores brasileiros, sendo 79 jogadores para a categoria sub-15, 86 jogadores para a categoria sub-18 e 93 jogadores para a categoria profissional. A trajetória de cada jogador foi obtida através de um sistema de rastreamento automático via *software* DVideo (FIGUEROA, LEITE, BARROS, 2006a, 2006b). Para cada partida, foram obtidas um conjunto de pontos específicos associadas ao

sistema de coordenadas reais da quadra e a projeção correspondente destes pontos na imagem também foram determinadas no *software* DVideo. Deste modo, os parâmetros de homografia da transformação imagem-objeto foram calculados baseados no DLT (Direct Linear Transformation) proposto por (ABDEL-AZIZ; KARARA, 1971) e as coordenadas 2D de cada jogador associadas ao sistema de coordenadas da quadra foram obtidas pelo sistema. O *software* DVideo possui uma taxa de erro para a determinação da posição do jogador aplicada ao futsal de 0.098 m, e a taxa de erro para a distância percorrida de 0.8% (BUENO et al., 2014).

Cada jogador, de cada time, foi numerado como  $p = 1, 2, \dots, 13$ . Assim, as coordenadas bidimensionais dos jogadores foram definidas como  $p(Xp(t), Yp(t))$ , onde  $t$  representa cada instante de tempo (em segundos). Em seguida, um filtro digital passa-baixa Butterworth de 3ª ordem, com uma frequência de corte de 0,4 Hz foi utilizado para suavizar os dados das coordenadas 2D de todos os jogadores. A frequência de corte foi determinada através de dois protocolos, conforme descrito em (MISUTA, 2004). O primeiro protocolo consistiu em um teste dinâmico, no qual um participante percorria uma distância conhecida em quadra, em diferentes velocidades (andando, trotando e correndo em alta velocidade) e após a aplicação de todos os procedimentos de rastreamento, as coordenadas 2D foram filtradas com diferentes frequências de corte. Para cada filtragem, calculava-se a distância percorrida pelo participante e a comparava com a distância real, assim, determinando a frequência de corte mais adequada. Em um segundo protocolo, realizou-se uma análise dos resíduos (CUNHA & LIMA FILHO, 2003). Obtidas as trajetórias suavizadas de todos os jogadores em cada partida, foi anotado as ações técnicas realizadas pelos jogadores para a identificação quando as equipes estavam com e sem a posse de bola. Finalmente, foi calculado o espalhamento das equipes em função do tempo.

### *Posse de Bola*

A obtenção dos dados de qual equipe se encontrava com posse de bola foi realizada segundo os critérios utilizados por Moura et al. (MOURA et al., 2013). De acordo com as orientações do autor, uma equipe se encontrava com a posse de bola a partir do momento em que a mesma recuperava totalmente a posse

de bola. Dessa forma desarmes incompletos foram desconsiderados. Quando a bola se encontrava fora de jogo, a posse de bola era atribuída a equipe que realizou a próxima ação, levando em consideração que a equipe se organiza mesmo quando o jogo está parado em função de estarem com ou sem a posse de bola.

### *Espalhamento das Equipes*

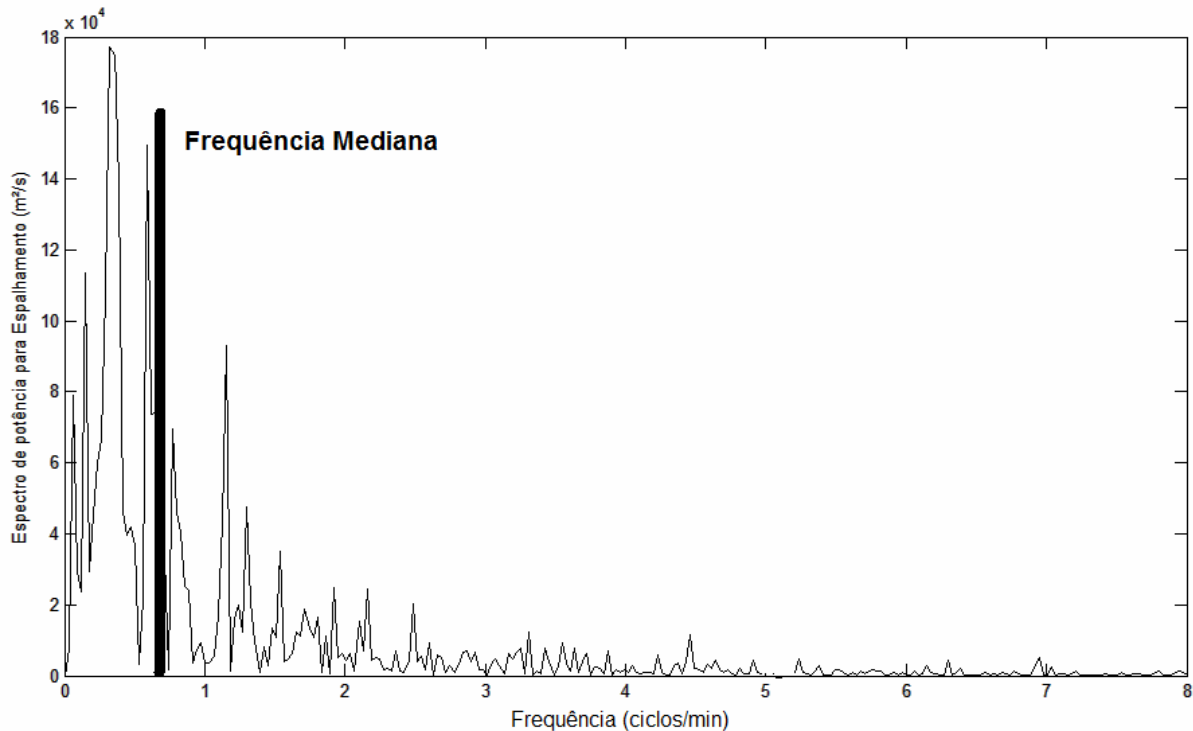
Para cada instante de tempo  $t$ , as distâncias euclidianas de cada jogador para todos os seus companheiros da mesma equipe foram calculadas (figura 6.1). Os valores de distâncias foram organizados em uma matriz  $D$  de ordem  $m \times n$ , onde  $m$  = número de valores de distâncias entre os jogadores da mesma equipe e  $n$  = frames correspondentes a cada instante de tempo  $t$ .

Em seguida, foi calculada a norma euclidiana de cada vetor da matriz  $D$ , que corresponde aos valores de espalhamento a cada instante de tempo  $t$ . Segundo Moura et al, (2012), maiores valores de espalhamento representam que os jogadores estão mais espalhados pela quadra. Por outro lado, menores valores representam que os jogadores estão adotando uma estrutura mais compacta.

### *Análise Espectral*

Para qualquer série temporal, é possível averiguar como as intensidades de flutuação dos sinais estão distribuídas no domínio da frequência, através da análise espectral (YUE et al., 2008b). Obtidas as séries temporais de espalhamento de cada equipe e as séries temporais de posse de bola associada a cada partida em todas as categorias, foram calculados a distribuição da potência do sinal em função da frequência pelo método FFT ("*Fast Fourier Transformation*"), em ambiente Matlab®.

Em seguida, foi identificada a frequência mediana, definida como a frequência que divide a integral do espectro de potência em duas partes iguais (figura 6.2). Para facilitar a compreensão dos resultados, a unidade de medida adotada para a frequência foi ciclos/min.



**Figura 6.2.** Representação da frequência mediana do espectro de potência de uma série temporal. A frequência mediana divide a integral do espectro de potência em duas partes iguais. (Fonte: o próprio autor).

### *Análises estatísticas*

Antes de cada análise, foi aplicado um teste de variância de Levene para verificação de homocedasticidade dos dados, adotando um nível de significância de  $p < 0,05$ . Como todos os testes não atenderam os pressupostos dos mesmos, uma transformação *Box-Cox* foi realizada para diminuir anomalias e heterocedasticidade dos dados. Uma análise de variância *two-way* foi realizada para verificar se houve diferenças entre as frequências medianas das séries temporais de espalhamento do primeiro para o segundo tempo de jogo para todas as informações identificadas em cada categoria (fator 1) e verificar se houve diferenças entre as categorias para os mesmos (fator 2).

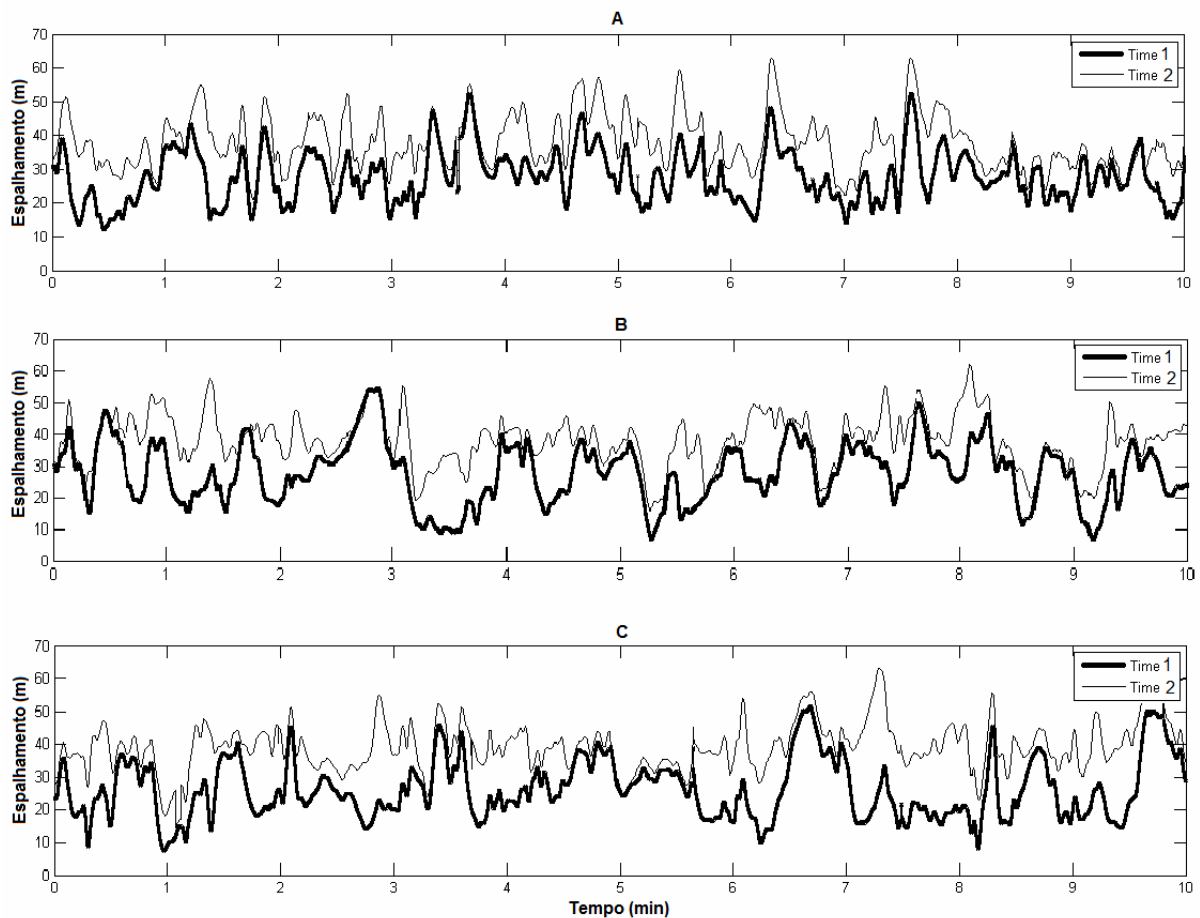
Em ambas as análises, quando foram encontradas diferenças, um teste de *post-hoc de Tukey* foi realizado como critério de diferença significativa. Todas as análises foram realizadas pelo *software* Matlab®, adotando um nível de significância de  $p < 0,05$ . Dados expressos como média e desvio-padrão.

Especificamente, as séries temporais associadas à posse de bola para cada jogo foram analisadas de forma descritiva, calculando-se os percentuais de mudanças das frequências, do primeiro para o segundo tempo em todos os jogos, conforme a seguir:

$$\text{Percentual de mudanças FM} = \left( \frac{\text{Valor de FM do 2º tempo} - \text{Valor de FM do 1º tempo}}{\text{Valor de FM do 1º tempo}} \right)$$

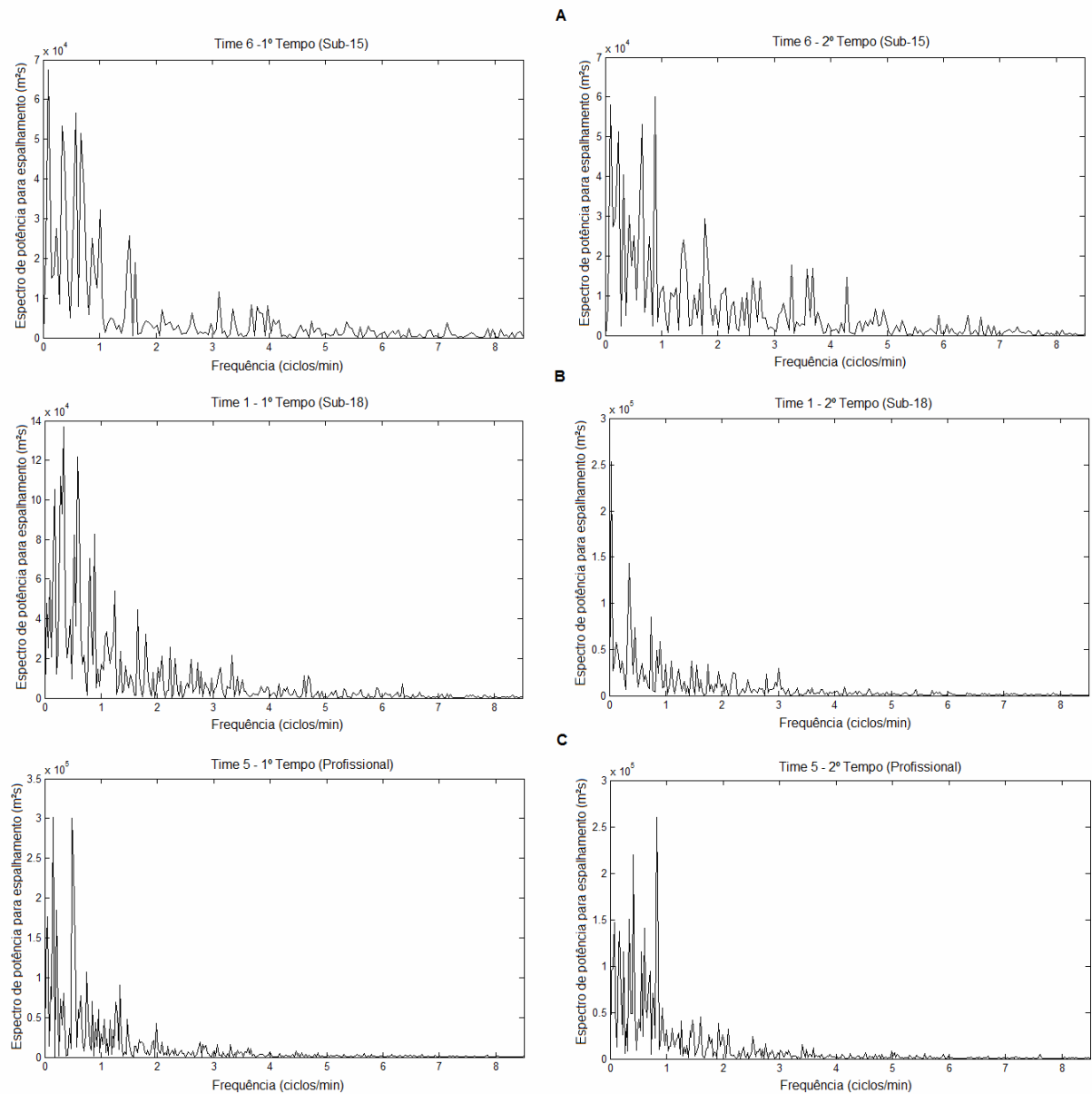
### 6.3 RESULTADOS

A figura 6.3 apresenta exemplos de trechos das séries temporais de espalhamento das equipes em um jogo para a categoria sub-15 (A), sub-18 (B) e profissional (C). Uma análise visual das séries temporais entre as equipes permite observar maiores oscilações das séries temporais de espalhamento em categorias mais jovens.



**Figura 6.3.** Séries temporais de espalhamento entre diferentes equipes analisadas para a categoria sub-15 (A), sub-18 (B) e profissional (C). (Fonte: o próprio autor).

A figura 6.4 exemplifica os resultados da análise espectral do primeiro e segundo período para a categoria sub-15 (A), sub-18 (B) e profissional (C), das séries temporais de espalhamento. Em todos os jogos estudados, foi identificada a frequência mediana das séries temporais de espalhamento para todas as equipes.



**Figura 6.4.** Espectro de potência do espalhamento em função da frequência durante o 1º e 2º período de jogo para as categorias sub-15 (A), sub-18 (B) e profissional (C). (Fonte: o próprio autor).

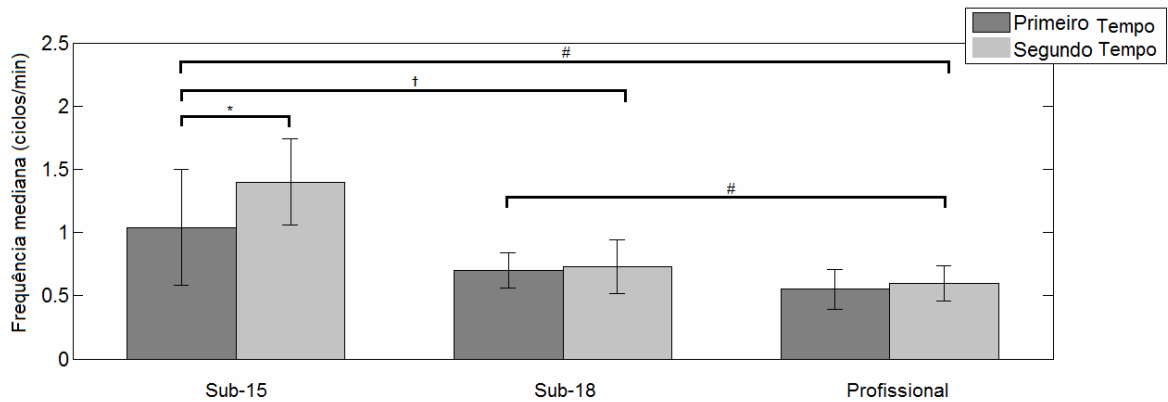
A tabela 6.1 apresenta os valores das frequências medianas das séries temporais de espalhamento de cada equipe no primeiro e segundo tempo para cada categoria. Os testes estatísticos revelaram que os valores de frequência mediana entre as categorias diferem entre todas ( $F(2,60) = 28,1; p < 0,01$ ). Quando analisado todos os valores do primeiro para o segundo tempo, os testes não mostraram diferenças estatísticas ( $F(1,60) = 0,23; p = 0,63$ ). Porém, observando os resultados de interação, foi possível verificar que houve diferenças ( $F(2,60) = 8,15; p < 0,01$ ). O teste de *post-hoc* mostrou que em jogos de categoria sub-15, os valores de frequência mediana das séries temporais de espalhamento aumentaram significativamente do primeiro para o segundo tempo (figura 6.5)

**.Tabela 6.1.** Valores de frequência mediana (ciclos/min) para as séries temporais de espalhamento durante o primeiro e segundo tempo de cada equipe em todos os jogos analisados para as categorias sub-15, sub-18 e profissional e mudança percentual.

Jogos	Times	Frequência Mediana (ciclos/min)								
		Sub-15			Sub-18			Profissional		
		Primeiro Tempo	Segundo Tempo	Mudança Percentual (%)	Primeiro Tempo	Segundo Tempo	Mudança Percentual (%)	Primeiro Tempo	Segundo Tempo	Mudança Percentual (%)
Jogo 1	Time 1	1,75	1,61	-8,00	0,82	0,93	13,41	0,62	0,59	-4,83
	Time 2	1,96	1,98	1,02	0,88	1,06	20,45	0,53	0,64	20,75
Jogo 2	Time 3	1,14	1,44	26,31	0,77	0,94	22,07	0,75	0,41	-45,33
	Time 4	0,96	1,68	75,00	0,63	0,94	49,20	0,75	0,50	-33,33
Jogo 3	Time 5	0,65	1,09	67,69	0,75	0,55	-26,66	0,61	0,75	22,95
	Time 6	0,51	1,14	123,52	0,49	0,55	12,24	0,51	0,75	47,05
Jogo 4	Time 7	0,91	0,93	2,19	0,85	0,70	-17,64	0,67	0,85	26,86
	Time 8	0,81	1,35	66,66	0,64	0,65	1,56	0,45	0,56	24,44
Jogo 5	Time 9	0,85	1,05	23,52	0,76	0,61	-19,73	0,42	0,50	19,04
	Time 10	0,90	1,70	88,88	0,47	0,40	-14,89	0,23	0,48	108,69

(Fonte: o próprio autor).

A figura 6.5 mostra os valores de média e desvio padrão para as frequências medianas de espalhamento encontradas para cada categoria, no primeiro e segundo tempo.



**Figura 6.5.** Valores de média e desvio padrão de frequência mediana das séries temporais de espalhamento em jogos de futsal do primeiro e segundo período para as categorias sub-15, sub-18 e profissional. \* $p < 0,05$ ; diferente significativamente do primeiro para o segundo período, # $p < 0,05$ ; diferente significativamente da categoria profissional, † $p < 0,05$ ; diferente significativamente da categoria sub-18. (Fonte: o próprio autor).

Ainda com relação as análises espectrais, a tabela 6.2 apresenta as frequências medianas encontradas para as séries temporais associadas à posse de bola no primeiro e segundo tempo para cada jogo em suas respectivas categorias. A análise exploratória permitiu verificar que na categoria sub-15 a troca de posse de bola aumenta na maioria dos jogos analisados, do primeiro para o segundo tempo (nos jogos 2, 3, 4 e 5). Para a categoria sub-18, houve uma queda na frequência de posse de bola para a maioria dos jogos, observado nos jogos, 2, 3 e 4. A categoria profissional também foi observada queda na frequência mediana em sua maioria, para os jogos 1, 3 e 4. Foi possível verificar também para a maioria dos jogos uma maior frequência para as equipes mais jovens.

**Tabela 6.2.** Valores de frequência mediana das séries temporais para posse de bola durante o primeiro e o segundo tempo das partidas e mudança percentual para as categorias sub15, sub18 e profissional

Jogos	Frequência mediana (ciclos/min.)								
	Sub-15			Sub-18			Profissional		
	Primeiro tempo	Segundo tempo	Mudança Percentual (%)	Primeiro tempo	Segundo tempo	Mudança Percentual (%)	Primeiro tempo	Segundo tempo	Mudança Percentual (%)
<b>Jogo1</b>	1,75	1,61	-8,00	1,34	1,35	0,74	0,73	0,56	-23,28
<b>Jogo2</b>	1,09	1,24	13,76	1,01	0,91	-9,90	0,62	0,78	25,80
<b>Jogo3</b>	0,98	1,34	36,73	0,71	0,55	-22,53	0,78	0,58	-25,64
<b>Jogo4</b>	1,15	1,53	33,04	1,37	1,30	-5,10	0,84	0,83	-1,19
<b>Jogo5</b>	1,17	1,95	66,66	0,94	1,05	11,70	0,58	0,60	3,44

(Fonte: o próprio autor).

## 6.4 DISCUSSÃO

Com o objetivo de analisar o comportamento das séries temporais de espalhamento de jogadores de futsal no domínio da frequência para categorias que estão em processo de aprendizagem da modalidade esportiva quanto para categorias que apresentam alto nível de experiência pôde ser possível compreender o quão rápido as equipes se organizam de acordo com a dinâmica de jogo e a troca de posse bola entre os mesmos.

Transformando as séries temporais no domínio da frequência, uma análise espectral pôde ser desempenhada mostrando a distribuição de intensidade de flutuação de um sinal no domínio da frequência, o que representa a velocidade com que os jogadores se expandem e compactam de acordo com a interação de ataque e defesa (MOURA et al., 2013; YUE et al., 2008b).

Os resultados mostraram que, em geral, a dinâmica de espalhamento dos jogadores em diferentes categorias para partidas oficiais de futsal se difere. A primeira hipótese foi que, quanto mais jovem a categoria, maiores seriam os valores de frequência mediana apresentada pelas equipes. Essa hipótese foi confirmada de acordo com dados quantitativos da tabela 6.1. Os resultados indicam que o movimento coletivo dos jogadores em categorias mais jovens é mais alto em comparação a categorias mais velhas, podendo chegar a valores de quase dois ciclos/min., ou seja, equipes mais jovens apresentam uma característica tática de se espalhar e compactar mais rapidamente que categorias mais velhas, como sub-18 e profissional. Maiores valores de frequência para a categoria sub-15 podem estar relacionado a magnitude dos valores de espalhamento ao longo de toda a partida, como visto um exemplo nas figuras 6.3. Por meio de uma análise visual, foi possível identificar que a magnitude dos valores de espalhamento para jogos em categoria sub-15 é menor comparado as categorias sub-18 e profissional. Esses valores podem influenciar diretamente nos valores de frequência, uma vez que se os atletas se espalham menos em quadra quando estão com posse de bola, quando a perdem compactam-se com mais velocidade, resultando em maiores frequências.

Outra explicação pode estar relacionada ao tempo em que as equipes permanecem com a posse de bola. Para este estudo foram analisados a

frequência mediana de troca de posse de bola para todos os jogos. Esses valores de frequência de troca de posse de bola podem ajudar a compreender as diferentes dinâmicas de jogo (MOURA et al., 2013), especificamente para este estudo, em diferentes categorias (tabela 6.2). Uma análise exploratória permitiu verificar que as equipes mais jovens apresentam valores maiores em relação as equipes mais velhas, o que torna a dinâmica de jogo sub-15 mais rápida em relação às outras categorias. Já a categoria sub-18 é mais lenta em relação a categoria sub-15 e mais rápida em relação a categoria profissional. Como o valor de frequência pode representar a velocidade com que os jogadores se expandem e compactam ou vice-versa, o mesmo pode refletir as mudanças de comportamento na transição de ataque para defesa e vice-versa (MOURA et al., 2013). Desta forma, estes resultados podem indicar que a dinâmica de compactação e dispersão, também para o futsal, pode estar relacionada à capacidade de manutenção de posse de bola.

Na literatura, é reportado que as distâncias percorridas pelos jogadores em jogos de futsal decrescem do primeiro para o segundo período (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; BUENO et al., 2014). Portanto, uma segunda hipótese levantada foi que os jogadores reduziram os valores de frequência do primeiro para o segundo período em decorrência da queda de desempenho físico. Com os resultados encontrados neste estudo não foi possível confirmar a hipótese, em vista que em geral somente para a categoria sub-15 apresentou mudanças nos valores de frequência, sendo que o mesmo aumentou e não diminuiu. Em relação a categoria sub-18 e profissional não houve alterações de frequência do primeiro para o segundo período. Embora a literatura tenha reportado queda de desempenho físico para jogadores profissionais de futsal do primeiro para o segundo tempo (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; BUENO et al., 2014), devido as substituições ilimitadas permitidas pela regra, pode ser provável que essa queda de desempenho aconteça individualmente e não de uma forma coletiva ao mesmo tempo e isso leva a não redução de frequência de oscilação de espalhamento do primeiro para o segundo tempo.

Porém, analisando particularmente os resultados para a categoria sub-15, a dinâmica de jogo aumentou no decorrer da partida, o que foi possível observar pelo espectro de potência do primeiro e segundo tempo correspondente a categoria sub-15 (figura 6.4, A). Novamente, analisando os resultados de

frequências para as séries temporais relacionadas à posse de bola das partidas (tabela 6.2), os valores aumentaram na maioria dos jogos, do primeiro para o segundo tempo. Assim, pode-se hipotetizar que, jogadores de categoria sub-15 diminuem a permanência de posse de bola ao longo da partida. Assim, o aumento dos valores de frequência de espalhamento dos jogadores pode estar relacionado a diminuição da capacidade dos mesmos conseguir manter por maior tempo a posse de bola, razões essas podendo estar relacionado a diminuição em desempenho técnico por parte dos jogadores.

Os resultados apresentados no presente estudo podem ajudar técnicos a compreender melhor o comportamento da dinâmica dos jogadores em relação a velocidade com que os mesmos são capazes de se expandir e compactar durante uma partida, o que reflete a interação entre ataque e defesa. Técnicos devem estar atentos a diferentes mudanças comportamentais de dinâmica de jogo em cada categoria, treinar de forma adequada seus atletas que estão em fase de transição para que possam se adequar a diferentes dinâmicas propostas pelas categorias.

## 6.5 CONCLUSÃO

No presente estudo pode-se concluir que categorias mais jovens apresentam frequência de oscilação dos valores de espalhamento mais altas que a categoria profissional, o que reflete na dinâmica de jogo entre ataque e defesa. Porém, o estudo repudiou a hipótese em que as frequências de oscilação diminuem do primeiro para o segundo tempo pois houve uma mudança particular para categoria sub-15 em aumentar a dinâmica de jogo. Os resultados deste estudo podem ser de grande valia a técnicos, em vista que, proporcionam dados para que os mesmos possam compreender melhor a dinâmica da modalidade e preparar de forma adequada seus jogadores em determinada categoria e para um melhor planejamento de treinamento tático para uma futura transição de categoria.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ABDEL-AZIZ, Y. I. & KARARA, H. M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. In: Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry Illinois, 1971. 1-18
- BARBERO-ALVAREZ, J. C., et al. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of Sports Sciences*, v.26, n.1, Jan 1, p.63-73. 2008.
- BARROS, R. M. L. et al. Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*, v. 6, p. 233–242, 2007.
- BUENO, M. J. O. et al. Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official matches. *Sports biomechanics*, v. 13, n. 3, p. 230–40, 2014.
- CUNHA, S. A. & LIMA FILHO, E. C. Metodologia para suavização de dados biomecânicos por função não paramétrica ponderada local robusta. *Revista Brasileira de Biomecânica*, v.1, n.6, p.23-28. 2003.
- DI SALVO, V., et al. Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *International Journal Sports Med*, v.30, n.3, Mar, p.205-12. 2009.
- 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, 2006a.
- FIGUEROA, P. J., LEITE, N. J., BARROS, R. M. L. Tracking soccer players aiming their kinematical motion analysis. *Computer Vision and Image Understanding*, v. 101, n. 2, p. 122–135, 2006b.
- FRENCKEN, W. G. P. & LEMMINK, K. a. P. M. Team kinematics of small-sided soccer games. In: T. REILLY e F. KORKUSUZ (Ed.). *Science and Football VI*. New York: Routledge, 2009, p.161-166
- MISUTA, M. S. Rastreamento automático de trajetórias de jogadores de futebol por videogrametria: validação do método e análise dos resultados. (Dissertação de Mestrado). UNICAMP, Campinas, 2004. 74 p.
- MOURA, F. A. et al. Quantitative analysis of Brazilian football players' organisation on the pitch. *Sports Biomechanics*, v. 11, n. 1, p. 85–96, 2012.
- MOURA, F. A., et al. A spectral analysis of team dynamics and tactics in Brazilian football. *Journal of Sports Sciences*, p.1-10. 2013.
- Yue, Z., et al. Mathematical Analysis of a Soccer Game. Part II: Energy, Spectral, and Correlation Analyses. *Studies in Applied Mathematics*, v.121, n.3, Oct, p.245-

261. 2008b.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No futsal se passam diversos acontecimentos distintos e complexos que não podem ser previstos antecipadamente, exigindo aos jogadores uma permanente atitude tática-estratégica. Esses acontecimentos podem ser de caráter defensivo, como recuperar a posse de bola, ou ofensivo, como conseguir realizar uma finalização e até mesmo acontecimentos em decorrência a mudanças de placar. Como o futsal e outros esportes coletivos são complexos, ferramentas computacionais foram desenvolvidas com o objetivo de compreensão das demandas, físicas, técnicas e táticas. A distribuição dos jogadores em quadra é uma das características táticas da equipe que pode ser analisada no jogo e essa distribuição pode modificar de uma categoria que está em processo de aprendizagem da modalidade até a categoria com mais alto nível de experiência.

Com os estudos deste trabalho pôde-se concluir que equipes de futsal apresentam diferentes comportamentos quando estão com e sem a posse de bola, aumentando as distâncias entre os jogadores da mesma equipe e ocupando uma área maior de atuação quando estão com a bola. Inversamente, quando estão sem a posse de bola, as equipes jogam de forma mais compacta e ocupam uma menor área de atuação em todas as categorias. Quando comparado esses valores entre as categorias, quanto mais jovem for a categoria, menor a distribuição dos jogadores quando estão com a bola. Porém, quando estão sem a posse de bola, quanto mais jovem a categoria, maior a distribuição dos jogadores. A organização dos jogadores se difere em situações específicas de desarmes e finalizações para jogadas com e sem a participação do goleiro-linha, observando as variáveis de espalhamento, área de ocupação e centroide das equipes para as diferentes categorias analisadas neste estudo.

A partir de análises das séries temporais de espalhamento no domínio da frequência, pôde-se concluir que categorias mais jovens apresentam frequência de oscilação dos valores de espalhamento mais alta que a categoria profissional, o que reflete na dinâmica de jogo entre ataque e defesa. Porém, o estudo repudiou a hipótese em que as frequências de oscilação diminuem do primeiro para o segundo tempo, pois houve uma mudança particular para categoria sub-15 em aumentar a dinâmica de jogo.

Os resultados deste estudo podem ser de grande valia, em vista que, técnicos podem se beneficiar desses resultados para melhor elaborar treinamentos adequados e assim alcançar os objetivos propostos pela modalidade de acordo com as necessidades de cada categoria e também proporcionam dados para que os mesmos possam compreender melhor a dinâmica da modalidade e realizar melhores treinamentos de caráter tático para uma futura transição de categoria.

## REFERÊNCIAS

- ABDEL-AZIZ, Y. I. & KARARA, H. M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. In: Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry Illinois, 1971. 1-18.
- BARBER, C. B., DOBKIN, D. P. e HUHDANPAA, H. The Quickhull algorithm for convex hulls. *Acm Transactions on Mathematical Software*, v.22, n.4, Dec, p.469-483. 1996.
- BARBERO-ALVAREZ, J. C., et al. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *J Sports Sci*, v.26, n.1, Jan 1, p.63-73. 2008.
- BARNABÉ, L., et al. Age-related effects of practice experience on collective behaviours of football players in small-sided games. *Human Movement Science*, V. 48, p. 74-81, 2016.
- BARROS, R. M. L., et al. Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*, v.6, p.233-242. 2007.
- BUENO, M. J. O., et al. Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official matches. *Sports Biomechanics*, v.13, n.3. 2014.
- CAETANO, F., et al. Characterisation of the Sprints and Repeated-Sprint Sequences Performed by Professional Futsal Players During Official Matches According to Playing Position. *J Appl Biomech*, Jul 8. 2015.
- CASTAGNA, C., et al. Match demands of professional Futsal: a case study. *J Sci Med Sport*, v.12, n.4, Jul, p.490-4. 2009.
- CHEN, H. T., et al. Recognizing tactic patterns in broadcast basketball video using player trajectory. *J. Vis. Commun. Image R.*, v.23, p.932–947. 2012.
- CORRÊA, U. C., et al. The Influence of a Goalkeeper as an Outfield Player on Defensive Subsystems in Futsal. *Advances in Physical Education*. 4: 84-92 p. 2014.
- CUNHA, S. A. & Lima Filho, E. C. Metodologia para suavização de dados biomecânicos por função não paramétrica ponderada local robusta. *Revista Brasileira de Biomecânica*, v.1, n.6, p.23-28. 2003.
- CUNHA, S. A., et al. Futebol: aspectos multidisciplinares para o ensino e treinamento. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2011 (Educação Física no Ensino Superior).
- DELLAL, A., et al. Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, v.11, n.1, p.51-59. 2011.

- DI SALVO, V., et al. Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. *J Sports Sci*, v.28, n.14, Dec, p.1489-94. 2010.
- DI SALVO, V., et al. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, v.28, n.3, Mar, p.222-7. 2007.
- DI SALVO, V., et al. Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. *Int J Sports Med*, v.30, n.3, Mar, p.205-12. 2009.
- DOGRAMACI, S. N., WATSFORD, M. L. e MURPHY, A. J. Time-motion analysis of international and national level futsal. *J Strength Cond Res*, v.25, n.3, Mar, p.646-51. 2011.
- DWYER, D. B. & GABBETT, T. J. Global positioning system data analysis: velocity ranges and a new definition of sprinting for field sport athletes. *J Strength Cond Res*, v.26, n.3, Mar, p.818-24. 2012.
- 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. 2006a.
- FIGUEROA, P. J., LEITE, N. J., BARROS, R. M. L. Tracking soccer players aiming their kinematical motion analysis. *Computer Vision and Image Understanding*, v.101, n.2, p.122-135. 2006b.
- FOLGADO, H., et al. Length, width and centroid distance as measures of teams tactical performance in youth football. *European Journal of Sport Science*, p.1 - 6. 2014.
- FONSECA, S., et al. Spatial dynamics of team sports exposed by Voronoi diagrams. *Human Movement Science*, v.31, n.6, p.1652-1659. 2012.
- FRENCKEN, W. G. P. e Lemmink, K. a. P. M. Team kinematics of small-sided soccer games. In: T. REILLY e F. KORKUSUZ (Ed.). *Science and Football VI*. New York: Routledge, 2009, p.161-166.
- FRENCKEN, W., et al. Oscillations of centroid position and surface area of soccer teams in small-sided games. *European Journal of Sport Science*, v.11, n.4, p.215-223. 2011.
- FRENCKEN, W., et al. Variability of inter-team distances associated with match events in elite-standard soccer. *J Sports Sci*, v.30, n.12, p.1207-13. 2012.
- GALLEGO, A. J. & MOLINA, A. J. *Fútbol Sala: Táctica Defensiva*. Espanha: Paidotribo. 2006 (Colección fútbol).
- GARGANTA, J. Para uma teoria dos jogos desportivos coletivos. In: A. GRAÇA e J. OLIVEIRA (Ed.). *O ensino dos jogos desportivos*. Universidade do Porto: Faculdade de ciência do desporto e educação física, v.3º edição, 1998, p.11 – 26.

GRAY, A. J., et al. Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field-based team sports,. *Journal of Sports Sciences*, v.28, n.12, p.1319-1325. 2010.

HENNIG, E. M. e STERZING, T. F. The use of global positioning systems (GPS and DGPS) for the tracking of human motion. In: XVII Congress of the International Society of Biomechanics. Canada, 1999.

LIU, J., et al. Automatic player detection, labeling and tracking in broadcast soccer video. *Pattern Recognition Letters*, v.30, n.2, p.103-113. 2009.

MISUTA, M. S. Rastreamento automático de trajetórias de jogadores de futebol por videogrametria: validação do método e análise dos resultados. (Dissertação de Mestrado). UNICAMP, Campinas, 2004. 74 p.

MORAIS, E., et al. A multiple camera methodology for automatic localization and tracking of futsal players. *Pattern Recognition Letters*, v.39, p.21–30. 2014.

MOURA, F. A. Análise quantitativa da distribuição de jogadores de futebol em campo durante jogos oficiais. (Doutorado). Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, 2011. 1 - 87 p.

MOURA, F. A., et al. Quantitative analysis of Brazilian football players' organisation on the pitch. *Sports Biomechanics*, v.11, n.1, p.85-96. 2012.

MOURA, F. A., et al. A spectral analysis of team dynamics and tactics in Brazilian football. *Journal of Sports Sciences*, p.1-10. 2013.

MOURA, F. A., et al. Quantitative analysis of futsal players' organization on the court. *Portuguese Journal of Sport Sciences*, v.11, n.2, p.105-108. 2011.

MOURA, F. A., et al. Analysis of the shots to goal strategies of first division Brazilian professional soccer teams. *Proceedings of the XXV International Symposium on Biomechanics in Sports*, Ago 23 - 27, p.358-361. 2007.

OHASHI, J., et al. Application of an analysis system evaluating intermittent activity during a soccer match. In: W. SPINKS, T. REILLY e A. MURPHY (Ed.). *Science and football IV*. London: Routledge, 2002, p.132-136

OHASHI, J., et al. Measuring movement speeds and distances covered during soccer match-play. In: T. REILLY, A. LEES, K. DAVIDS e W. J. MURPHY (Ed.). *Science and football : proceedings of the first World Congress of Science and Football*. London: E. & F.N. Spon, 1988, p.449-455.

PALUT, Y. e ZANONE, P. A dynamical analysis of tennis: Concepts and data. *Journal of Sports Sciences*, v.23, n.10, p.1021 - 1032. 2005.

REILLY, T. *Science and soccer*. New York: E & FN Spon. 1996. 229 - 232 p.

SZWARCFITER, J. L. Grafos e algoritmos computacionais. Rio de Janeiro: Campus. 1984

TAVARES, F. O processamento da informação nos jogos desportivos. In: A. GRAÇA e J. OLIVEIRA (Ed.). O ensino dos jogos desportivos. Universidade do Porto: Faculdade de ciências do desporto e de educação física, v.3º edição, 1998, p.35 - 46

TRAVASSOS, B., et al. Spatiotemporal coordination behaviors in futsal (indoor football) are guided by informational game constraints. *Hum Mov Sci*, v.31, n.4, Aug, p.932-45. 2012.

TRAVASSOS, B., et al. Interpersonal coordination and ball dynamics in futsal (indoor football). *Human Movement Science*, v.30, n.6, Dec, p.1245-1259. 2011.

VILAR, L., et al. Constraints on competitive performance of attacker–defender dyads in team sports. *Journal of Sports Sciences*, v.30, n.5, p.459 - 469. 2012.

VILAR, L., et al. Coordination tendencies are shaped by attacker and defender interactions with the goal and the ball in futsa. *Human Movement Science*, v.33, p.14 - 24. 2014.

YUE, Z., et al. Mathematical Analysis of a Soccer Game. Part I: Individual and Collective Behaviors. *Studies in Applied Mathematics*, v.121, n.3, Oct, p.223-243. 2008a.

YUE, Z., et al. Mathematical Analysis of a Soccer Game. Part II: Energy, Spectral, and Correlation Analyses. *Studies in Applied Mathematics*, v.121, n.3, Oct, p.245-261. 2008b.

## **APÊNDICES**

Os apêndices I, II e III descrevem as equipes, números de câmeras utilizadas, campeonato em que as equipes participaram o placar de cada jogo.

**Apêndice I** – Descrição dos jogos, equipes, números de câmeras utilizadas, campeonato em que as equipes participaram e placar para categoria sub-15

<b>Jogos</b>	<b>Equipes</b>	<b>Número de câmeras utilizadas</b>	<b>Ano de Ocorrência do jogo</b>	<b>Campeonato</b>	<b>Placar</b>
Jogo 1	Time 1 Time 2	2	2014	XI taça cidade de Londrina de futsal - 1ª divisão	2 X 3
Jogo 2	Time 3 Time 4	2	2014	XI taça cidade de Londrina de futsal - 1ª divisão	0 X 0
Jogo 3	Time 5 Time 6	2	2014	XI taça cidade de Londrina de futsal - 1ª divisão	0 X 0
Jogo 4	Time 7 Time 8	2	2014	XI taça cidade de Londrina de futsal - 1ª divisão	3 X 1
Jogo 5	Time 9 Time 10	2	2014	XI taça cidade de Londrina de futsal - 1ª divisão	6 X 1

**Fonte:** o próprio autor

**Apêndice II** – Descrição dos jogos, equipes, números de câmeras utilizadas, campeonato em que as equipes participaram e placar para categoria sub-18

<b>Jogos</b>	<b>Equipes</b>	<b>Número de câmeras utilizadas</b>	<b>Ano de Ocorrência do jogo</b>	<b>Campeonato</b>	<b>Placar</b>
Jogo 1	Time 1 Time 2	3	2013	Jogos da Juventude do Paraná - 1ª divisão	4 X 7
Jogo 2	Time 3 Time 4	3	2013	Jogos da Juventude do Paraná - 1ª divisão	6 X 3
Jogo 3	Time 5 Time 6	3	2013	Jogos da Juventude do Paraná - 1ª divisão	0 X 1
Jogo 4	Time 7 Time 8	3	2013	Jogos da Juventude do Paraná - 1ª divisão	4 X 1
Jogo 5	Time 9 Time 10	3	2013	Jogos da Juventude do Paraná - 1ª divisão	4 X 2

**Fonte:** o próprio autor

**Apêndice III** – Descrição dos jogos, equipes, números de câmeras utilizadas, campeonato em que as equipes participaram e placar para categoria profissional

<b>Jogos</b>	<b>Equipes</b>	<b>Número de câmeras utilizadas</b>	<b>Ano de Ocorrência do jogo</b>	<b>Campeonato</b>	<b>Placar</b>
Jogo 1	Time 1 Time 2	2	2012	Liga nacional de futsal - 1ª divisão	1 X 2
Jogo 2	Time 3 Time 4	2	2012	Liga nacional de futsal - 1ª divisão	2 X 5
Jogo 3	Time 5 Time 6	2	2012	Liga nacional de futsal - 1ª divisão	2 X 2
Jogo 4	Time 7 Time 8	2	2012	Liga nacional de futsal - 1ª divisão	5 X 0
Jogo 5	Time 9 Time 10	2	2012	Liga nacional de futsal - 1ª divisão	2 X 3

**Fonte:** o próprio autor

**ANEXOS**

## ANEXO A – Parecer do comitê de ética em pesquisa para a realização deste estudo.

Plataforma Brasil - Ministério da Saúde

Universidade Estadual de Londrina - UEL/ Hospital Regional do Norte do Paraná

### PROJETO DE PESQUISA

**Título:** Rastreamento automático de jogadores de futsal

**Pesquisador:** Felipe Arruda Moura

**Versão:** 2

**Instituição:** UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA  
((HOSPITAL UNIVER REGIONAL DO NORTE  
PARANA))

**CAAE:** 02074712.0.0000.5231

### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

**Número do Parecer:** 22514

**Data da Relatoria:** 14/05/2012

#### **Apresentação do Projeto:**

Trata-se de um projeto na área de Educação Física, e tem como característica, estudar a dinâmica de distribuição dos jogadores de Futsal, através da filmagem de jogos oficiais de Futsal.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo principal:

Analisar a área de ocupação e espalhamento de jogadores de futsal em quadra, de diferentes categorias, para uma compreensão da forma como estas equipes se organizam em quadra.

Objetivos específicos:

- a) analisar as séries temporais de área de ocupação e espalhamento de equipes de futsal;
- b) analisar a área de ocupação e espalhamento das equipes quando as mesmas se encontram com e sem posse de bola;
- c) comparar a área de ocupação e espalhamento entre equipes de diferentes categorias.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

O pesquisador Não relata os riscos e benefícios da pesquisa.

De fato, por ser tratar de um filmagem não haverá riscos para os atletas.

Quanto ao benefícios, a pesquisa permitirá desenvolver um método de análise que propicie o estudo e o aprofundamento do conhecimento do jogo de futsal. Além disto, resultará em publicações em periódicos nacionais e internacionais.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O pesquisador proponente tem ampla experiência sobre o assunto a ser abordado, e a pesquisa apresente relevância científica.

A folha de rosto esta de acordo com as normas exigidas.

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O TCS esta de acordo com o exigido pelo CEP, para este tipo de pesquisa.

#### **Recomendações:**

O pesquisador inseriu as solicitações recomendadas.

#### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O projeto tem parecer APROVADO, tendo em vista que as solicitações foram atendidas.

#### **Situação do Parecer:**

Aprovado

#### **Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O colegiado referenda o parecer de Aprovação.

LONDRINA, 16 de Maio de 2012

---

Assinado por:

Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli