

RASTREAMENTO DE JOGADORES DE FUTSAL: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Luiz Henrique Palucci Vieira^{1,2}

Fabio Milioni³

Ricardo Augusto Barbieri³

Claudia Mazzer Rodrigues⁴

Emilio Palucci Calsani¹

Hugo Tourinho Filho¹

Paulo Roberto Pereira Santiago^{1,2}

RESUMO

Tendo em vista a carência de estudos específicos sobre o futsal e a necessidade de um conhecimento mais detalhado sobre essa modalidade, o presente estudo teve como objetivo descrever investigações recentes, disponíveis na literatura científica, acerca dos padrões de deslocamentos dos jogadores e de indicadores táticos e analisá-las quanto aos métodos de rastreamento utilizados. Para isso, efetuou-se a busca de publicações nas bases de dados eletrônicas Web of Science, PubMed, Scielo e bibliotecas digitais de teses e dissertações, por meio dos termos futsal, rastreamento, desempenho físico e dinâmica de equipe. Foram incluídos estudos publicados em âmbito nacional e internacional entre os anos de 2001 e 2015. No que se refere aos estudos revisados acerca dos padrões de deslocamentos, notou-se a ausência de consenso sobre as distâncias percorridas por jogadores durante uma partida de futsal, devido, principalmente, às diferentes metodologias utilizadas, uma vez que foram empregados métodos de mensuração que vão desde os protocolos de estimativa visual, medidas fixas, rastreamento manual, até o rastreamento automático ou, ainda, o GPS. Destaca-se a existência de uma base

Recebido para publicação em 04/2015 e aprovado em 11/2015.

¹Laboratório de Biomecânica e Controle Motor, Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto – SP.

²Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP/USP, Ribeirão Preto – SP.

³Instituto de Biociências, Univ. Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro – São Paulo, Brasil.

⁴Univ. Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Franca – São Paulo, Brasil.

inicial de conhecimento da cinemática (isto é, trajetórias de deslocamentos), evidenciando características particulares do futsal, porém acredita-se que o desenvolvimento e utilização de metodologias mais robustas e automatizadas sejam necessários, como é o caso do software nacional DVideo (BARROS et al., 2007), para que parâmetros de referência possam ser identificados da maneira mais confiável possível e, assim, contribuam para o melhor entendimento da modalidade, servindo como ferramentas importantes para pesquisadores, treinadores e preparadores físicos.

Palavras-chave: futsal, rastreamento, revisão.

INTRODUÇÃO

A Biomecânica pode ser definida como a área de concentração de conhecimento científico que se ocupa com o estudo do movimento dos seres vivos por meio da aplicação dos princípios e métodos da mecânica (HATZE, 1974), caracterizando-se principalmente pela integração de conhecimento de trabalhos da matemática, engenharia, física, biologia e mesmo a medicina, disciplinas estas consideradas como as raízes da Biomecânica (PETERSON; BRONZINO, 2007). Huston (2008) subdivide a Biomecânica em três principais áreas: desempenho, lesão e reabilitação. O mesmo autor define desempenho “como a forma com que os sistemas vivos (principalmente os seres humanos) fazem as coisas”, seja na execução de movimentos do cotidiano esportivos ou não esportivos, movimentos da dinâmica interna do organismo humano, atividades globais como operação de veículos ou ferramentas, e a mecânica do esporte. Em outra definição, o desempenho é tido como “o comportamento observável [...] se refere à execução de uma habilidade num determinado instante e numa determinada situação” (MAGILL, 2000).

Especificamente, quando se trata do estudo do desempenho dentro da Biomecânica do esporte, em qualquer que seja a modalidade esportiva, um dos objetivos primordiais é bem estabelecido: superar os limites do homem; nesse sentido, a Biomecânica se configura como uma ferramenta indispensável na elaboração de estratégias de treinamento capazes de potencializar as capacidades e habilidades envolvidas no desempenho da modalidade (AMADIO; SERRÃO, 2011). Como meios para a análise do desempenho, a Biomecânica lança mão de duas formas principais de análises: qualitativa e quantitativa. A

primeira se refere à quantificação (medição) das variáveis biomecânicas e em geral depende de alguma tecnologia – como computadores de alta performance – para a realização dos cálculos volumosos, mesmo em se tratando da execução de habilidades motoras discretas. O segundo tipo de análise citado relaciona-se a uma observação sistemática e julgamento introspectivo da qualidade do movimento humano. Em ambos, o desempenho é tido como um dos focos principais dos estudos, sobretudo dos fatores que o afetam. Dessa forma, a Biomecânica dispõe as informações para que uma análise mais criteriosa seja feita a partir das análises realizadas, por meio de um pensamento crítico, quando se interpretam as informações obtidas sobre o movimento de interesse (KNUDSON, 2007).

Foi relatado que o futsal tem sido raro objeto de investigação científica (ÁLVAREZ et al., 2009; BEATO et al., 2014; MOORE et al., 2014), apesar de sua popularidade. Contudo, as pesquisas desenvolvidas têm abordado investigações de natureza quantitativa a respeito do futsal, buscando assim compreender e esclarecer os movimentos realizados nesse esporte (BARBIERI et al., 2010), pois sabe-se que o desempenho de atletas pode ser melhorado por um treinamento apropriado e que a eficiência deste em gerar adaptações biológicas positivas deve estar intimamente relacionada a uma planificação que leve em consideração as atividades do atleta durante a competição (REILLY; GILBOURNE, 2003; BANGSBO et al., 2006). Dessa forma, estudos que buscam quantificar as ações realizadas num jogo, por meio de análise do desempenho, assumem fundamental importância para a ciência dos esportes, uma vez que geram informações capazes de tornar o treinamento periodizado cada vez mais específico e eficiente.

Em suma, acredita-se que a melhora do rendimento (desempenho) também esteja associada não somente a um planejamento sistemático que leve em consideração as características específicas de um determinado esporte, mas que também considere as características de seus praticantes, sob a ótica do princípio da individualidade advindo da teoria do treinamento esportivo (TUBINO; MOREIRA, 2003), o que evidencia a necessidade dos professores, treinadores e encarregados pela preparação física de uma equipe inserida em uma modalidade esportiva coletiva e da busca por informações sobre essas duas vertentes: o esporte e seus participantes (CUNHA et al., 2011); vem daí, novamente, a importância da quantificação para a ciência dos esportes, em que se inclui o futsal.

De qualquer forma, o futsal é uma modalidade esportiva coletiva, tendo como base a concepção de Greco e Benda (1998), em que as disputas ocorrem entre equipes com cinco integrantes de cada lado, sendo oficialmente sancionado pela Fédération Internationale de Football Association (FIFA) e disputado desde os que procuram pelo lazer, amadores, até em nível profissional (MAKAJE et al., 2012). Assim como ocorrido com o futebol tempos atrás, o futsal vem conquistando seu espaço no cenário mundial e no Brasil, onde, entre as inúmeras atividades físicas praticadas, percebe-se um crescimento exponencial do número de seus adeptos e o interesse crescente na qualificação do nível profissional desse esporte (SOARES; TOURINHO FILHO, 2006). Esse crescimento levou também a um aumento da demanda por informações relacionadas ao futsal, para permitir que as pessoas compreendam esse esporte em suas qualidades e complexidades, apesar da relativa falta de manuscritos em língua inglesa recentemente relatada para esse esporte (MOORE et al., 2014). A solidez da modalidade pode ser confirmada em seu campeonato mundial de seleções nacionais, instituído desde 1989, e realizado a cada quatro anos (CASTAGNA et al., 2009). Estima-se que seja praticado atualmente por um número muito maior que o de somente 1 milhão de praticantes, homens ou mulheres, como relatado pela *Big Count* da FIFA (FIFA, 2007; MOORE et al., 2014) em mais de 100 países (GOROSTIAGA et al., 2009).

Estudos de rastreamento de jogadores têm sido realizados para quantificar os movimentos de uma série de esportes coletivos, incluindo o futebol (BANGSBO et al., 1991; CASTAGNA et al., 2002; BARROS et al., 2007), o basquetebol (MCINNES et al., 1995; PERŠE et al., 2009), o handebol (MENEZES, 2007; BARROS et al., 2011; MOURA et al., 2013), o rúgbi (DOCHERTY et al., 1988) e o hóquei (BOYLE et al., 1994). Todavia, investigações com jogadores de futsal ainda são consideradas escassas (BARBERO ALVAREZ et al., 2004; BUENO et al., 2014; MOORE et al., 2014). Estudos referentes à quantificação das ações empregadas no jogo de futsal reportam mudanças de atividade motora a cada 3,28 s em média, sendo as mais recorrentes corridas de curta distância, mudanças abruptas de direção, chutes, passes e combates (DOĐRAMACÝ; WATSFORD, 2006; CASTAGNA et al., 2009; GOROSTIAGA et al., 2009), caracterizando o futsal como um esporte intermitente de alta intensidade com ênfase em capacidades físicas pertinentes à modalidade, como velocidade e força.

Quando comparamos o futsal com o futebol, algumas semelhanças são encontradas tanto em relação à concentração média de lactato sanguíneo durante uma partida, com valores próximos de 5 - 6 mmol.L⁻¹ (KRUSTRUP et al., 2006; CASTAGNA et al., 2009), quanto em valores do máximo consumo de oxigênio (VO₂max) apresentado por atletas profissionais, de aproximadamente 60 ml.kg.min⁻¹ (REILLY et al., 2000; ÁLVAREZ et al., 2009; CASTAGNA et al., 2009). Entretanto, diferenças evidentes são observadas no que se refere ao tempo total de esforço durante uma partida de elite (70-80 min: futsal vs. 90-100 min: futebol) (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; GOROSTIAGA et al., 2009) e, principalmente, no perfil de atividade dos jogadores durante competição, como evidenciado pelas distâncias totais percorridas (4-6 km: futsal vs. 10-13 km: futebol) (MOHR et al., 2003; BARBERO-ALVAREZ et al., 2008), e no percentual de distância percorrida em alta intensidade, que é maior no futsal em comparação ao futebol, apresentando uma razão de esforço/pausa de 1:1 (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008). Também se verifica que na frequência cardíaca média durante o jogo, normalizada pela porcentagem da máxima, tanto no futebol quanto no futsal, encontram-se valores em torno de 90% da frequência cardíaca máxima (STØLEN et al., 2005; CASTAGNA et al., 2009). Esses valores são próximos da frequência relativa ao limiar anaeróbio ou máxima fase estável de lactato (BENEKE, 2003).

No que diz respeito às características organizacionais das equipes no jogo de futsal, estudo recente de Corrêa et al. (2012) apontou o futsal como sendo composto por sistemas complexos, abertos, hierárquicos e adaptativos. Exemplificando, os sistemas complexos seriam as equipes, que não são suficientemente explicadas somente por seus jogadores, mas sim pela interação entre eles; abertos, pois existe constante troca de informações/energia com o ambiente; e hierárquicos, pois são organizadas em partes: ordem macro (equipe no todo) e microscópica (cada jogador). Os mesmos autores, em investigação conduzida com jogadores amadores, divididos em duas equipes que se enfrentaram em uma simulação de jogo, verificaram, ao final de análises envolvendo a identificação de padrões de ações baseados em componentes espaço-temporais (ou seja, localização na quadra de jogo e instante de tempo), componentes técnicos (fundamentos como o chute, passe e drible) e componentes coletivos (ataques realizados e posicionamento defensivo), que as equipes utilizavam diferentes padrões de ataque e de defesa durante o jogo,

não existindo uma sequência previsível para acontecerem, e também não havia correspondência entre os padrões de ataque de uma equipe e os padrões de defesa adversário, sugerindo o futsal como um jogo adaptativo (CORRÊA et al., 2012).

Em estudos prévios (BARRIS; BUTTON, 2008; CARLING et al., 2008), revisões sistemáticas das metodologias de análise de movimento em um contexto esportivo foram feitas, relatando sobretudo aquelas empregadas em um contexto de futebol. Entretanto, tendo em vista a carência de estudos específicos sobre o futsal (BEATO et al., 2014; MOORE et al., 2014), bem como a necessidade de conhecimento mais detalhado acerca dessa modalidade, e considerando ainda que a maioria das evidências científicas sobre esse esporte foram publicadas apenas nas três últimas décadas, o presente estudo teve como objetivo descrever investigações recentes, disponíveis na literatura, acerca dos padrões de deslocamentos dos jogadores (desempenho físico) e de indicadores táticos, e principalmente de analisá-las quanto aos métodos de rastreamento que têm sido utilizados em um contexto de futsal.

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento do estudo

Optou-se pela realização de uma revisão crítica da literatura, com a finalidade de descrever os estudos, bem como analisar, comparar e sintetizar o material disponível na literatura científica. Efetuou-se a busca de publicações nas bases de dados eletrônicas Web of Science, PubMed, Scielo e bibliotecas digitais de teses e dissertações, por meio dos termos futsal, rastreamento, desempenho físico, perfil de atividade e dinâmica de equipe (*futsal, indoor football, tracking, physical performance, activity profile e team dynamics*). Foram incluídos estudos sobre o futsal publicados em âmbito nacional e internacional entre os anos de 2001 e 2015.

RESULTADOS

Padrões de deslocamentos – desempenho físico

A análise da performance física tem desempenhado importante papel no desenvolvimento do futebol moderno, pois contribui de forma

substancial com treinadores e jogadores. Essa área de análise dentro do futsal é uma das que recebem a maior atenção nos estudos da modalidade, embora em menor grau se comparada à modalidade irmã: o futebol (MOORE et al., 2014). As distâncias totais percorridas pelos jogadores dentro de uma partida, as intensidades e os tipos de deslocamentos realizados em diferentes faixas de intensidade, a velocidade média, o número de *sprints* e mais uma série de variáveis são comumente denominadas como padrões de deslocamentos (*movement patterns*) (DOĐRAMACÝ; WATSFORD, 2006), análise de movimento na série temporal (*time-motion analysis*) (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008) ou, ainda, perfil de atividade (*activity profile*) (MAKAJE et al., 2012) em um contexto de futsal. Essas variáveis, especialmente a distância total percorrida e o tipo de deslocamento, têm sido usadas como referências para a identificação da intensidade de jogos de futsal (BANGSBO, 1993; SOARES; TOURINHO FILHO, 2006).

Investigar a performance em competição representa uma ferramenta valiosa, sobretudo para a elaboração de métodos de treinamento (BARROS et al., 2007; CARLING et al., 2008; DOGRAMACI et al., 2011; MAKAJE et al., 2012). No tocante à avaliação das distâncias percorridas (padrões de deslocamentos), não menos importantes são os diferentes métodos de captura, tratamento, processamento e análise utilizados no futsal (Tabela 1) e nos demais esportes que envolvem o deslocamento dos jogadores por uma determinada área de jogo. Nesse sentido, uma vez que a utilização do GPS (*Global Positioning System*) ou sensores-transmissores acoplados ao corpo dos atletas não é permitida segundo as regras da modalidade (BARROS et al., 2007; CARLING et al., 2008; PERS et al., 2008; CUNHA et al., 2011), fato que restringe a utilização desse tipo de tecnologia apenas a amistosos e treinos, a videogrametria se tornou uma das melhores formas de obtenção dos padrões de deslocamentos, sendo possível por meio dela o cálculo da distância percorrida e das faixas de velocidade em que os jogadores atuaram durante uma partida ou as distâncias totais percorridas, como exemplo (CUNHA et al., 2011).

Em relação às distâncias totais percorridas, os estudos relatam valores entre 3,133 e 6,535 m (MORENO, 2001; BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; CASTAGNA et al., 2009; MAKAJE et al., 2012; BUENO et al., 2014), e, quando normalizada pelo tempo de permanência em quadra, alguns estudos relatam entre 100,6 e 121 metros percorridos por minuto (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; CASTAGNA et al., 2009;

BUENO et al., 2014; DOGRAMACI et al., 2014). Verifica-se um *range* bastante considerável dos resultados obtidos. Isso se deve a fatores como: (i) muitas investigações adotaram partidas simuladas (DOGRAMACÍ; WATSFORD, 2006; CASTAGNA et al., 2009; DOGRAMACI et al., 2011; MAKAJE et al., 2012), ao passo que um número menor investigou partidas oficiais de competição (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; BUENO et al., 2014); e (ii) diferentes metodologias de aquisição, processamento computacional e análise. Esse assunto será mais bem explorado adiante.

Especificamente, Soares e Tourinho Filho (2006) avaliaram as distâncias totais percorridas e as distâncias percorridas em cada tipo de deslocamento, sendo eles: andar, trotar, correr, deslocamento lateral e deslocamento para trás. Para isso, 16 jogadores profissionais, divididos nas posições de goleiro, ala, pivô e fixo, foram gravados durante seis jogos por uma única câmera, posicionada de modo a captar todas as delimitações da quadra de jogo e jogadores. As mensurações foram baseadas em um protocolo de medidas fixas de Withers et al. (1982). Quanto às distâncias totais percorridas, foi verificada uma tendência de os goleiros percorrerem uma menor distância (média de 2.602,06 metros), e os fixos, uma distância maior (média de 4.168,94 metros), porém não foram detectadas diferenças significativas. No que se refere aos diferentes tipos de deslocamentos, observou-se que os alas realizaram uma distância significativamente menor (média de 385,68 metros) no deslocamento para trás que as demais posições; para deslocamento lateral e andar não foram verificadas diferenças significativas entre as posições. Além disso, os goleiros foram os atletas que mais permaneceram em quadra durante os jogos, ao passo que os pivôs foram os mais substituídos e participaram mais das atividades de alta intensidade.

Barbero-Alvarez et al. (2008) analisaram as distâncias totais percorridas e as distâncias percorridas em cada faixa de velocidade, adotando as seguintes classificações, de acordo com as descrições de Reilly e Thomas (1976), Docherty et al. (1988) e adaptações propostas para esse modelo por Moreno (2001) e Van Gool et al. (1988): parado (0 - 0,36 km.h⁻¹), andar (0,37 - 3,6 km.h⁻¹), trotar (3,7 - 10,8 km.h⁻¹), corrida de média intensidade (10,9 - 18 km.h⁻¹), corrida de alta intensidade (18,1 - 25 km.h⁻¹) e corrida de velocidade máxima - *sprinting* (>25,1 km.h⁻¹). Participaram do estudo dez jogadores profissionais, exceto goleiros, monitorados por sistema de fotogrametria (BARBERO; BARBERO,

2002). Quatro jogos foram gravados por duas câmeras filmadoras digitais, cada qual cobrindo metade da quadra. Foi utilizado o software Runner® v 1.0 para rastreamento manual por meio do cursor do mouse. Os referidos autores verificaram que a distância total percorrida pelos jogadores de futsal durante a partida foi de, em média, 4.313 metros, sendo quase um quarto desta distância (22,6%) despendido em alta intensidade. Ao compararem as distâncias do primeiro e segundo tempos, foi observado que a distância média percorrida no primeiro tempo foi de 2.496 metros e, no segundo, de 2.596 metros, porém esse aumento de 3,8% não apresentou significância estatística. No segundo tempo, a porcentagem de distância total percorrida nas categorias parado e andar aumentou significativamente.

Utilizando o mesmo sistema de fotogrametria do estudo anterior, Castagna et al. (2009) também investigaram as distâncias percorridas em seis faixas de velocidade, porém adotando os seguintes valores de referência: parado (0 - 0,4 km.h⁻¹), andando (0,5 - 6 km.h⁻¹), corrida de baixa intensidade (6,1 - 12 km.h⁻¹), corrida de média intensidade (12,1 - 15,4 km.h⁻¹), corrida de alta intensidade (velocidade >15,5 km.h⁻¹) e *sprinting* (velocidade >18,3 km.h⁻¹). Os oito jogadores avaliados atingiram 121 (intervalo entre 105 e 137) metros por minuto e 5% (intervalo entre 1 e 11) e 12% (intervalo entre 3,8-19,5) do tempo de jogo na execução de *sprinting* e de corrida de alta intensidade, respectivamente. Em média, os jogadores realizaram um *sprint* a cada 79 segundos durante o jogo.

No estudo de Dogramaci et al. (2011) também foram investigadas as distâncias totais percorridas e as distâncias conforme diferentes faixas de velocidade, bem como a duração total e a frequência de corridas em cada faixa de velocidade. As categorias de movimento adotadas foram: parado (0 m.s⁻¹), andar (1 m.s⁻¹), trote (3 m.s⁻¹), correr (5 m.s⁻¹), *sprinting* (7 m.s⁻¹) e movimentos lateral ou para trás (3 m.s⁻¹), que incluiu disputas com jogador adversário. Em um segundo momento do estudo, tais movimentos foram agrupados em: baixa intensidade (abaixo de 5 m.s⁻¹, parado, andar, trotar e movimentos para lado e para trás) ou alta intensidade (acima de 5 m.s⁻¹, correr e *sprinting*). Os valores de referência foram delimitados a partir das metodologias utilizadas nos estudos de Barbero-Alvarez et al. (2008) e Castagna et al. (2009), apresentados anteriormente, e em estudos sobre outros esportes coletivos (MOHR et al., 2003; BARBERO ALVAREZ et al., 2004). Foram avaliados 18 jogadores profissionais de duas equipes de níveis diferentes, sendo um

time nacional (nível elite) e um time estadual (nível subelite). Os atletas foram filmados durante quatro jogos por duas câmeras, posicionadas de modo que cada uma cobrisse metade da quadra. Utilizou-se o programa Event Recorder® (KB Technologies, Sydney), e a análise posterior das informações foi feita a partir da avaliação de um investigador. Os autores constataram que os jogadores da seleção nacional percorreram uma distância 42% maior que a dos jogadores da liga estadual. A equipe nacional percorreu uma distância 58% maior trotando e 93% deslocando-se para o lado e para trás, quando comparada à equipe estadual. Tanto no time nacional como no estadual, os jogadores realizaram uma mudança de atividade a cada 8-9 segundos. Além disso, ambas as equipes percorreram uma distância maior no primeiro tempo, com diminuição de 10,8% do time nacional e de 2% do time estadual no segundo tempo da partida (DOGRAMACI et al., 2011).

Makaje et al. (2012) também avaliaram as distâncias percorridas em faixas de velocidade, com ênfase na comparação entre diferentes níveis de competição. As categorias adotadas foram: parado (0 - 0,9 km/h), caminhada (1 - 4,9 km/h), trote (5 - 7,9 km/h), corrida de baixa intensidade (8 - 11,9 km/h), corrida de média intensidade (12 - 17,9 km/h), corrida de alta intensidade (velocidade >18 a 23,9 km/h) e *sprint* (velocidade >24 km/h), com base nos estudos de Barbero-Alvarez et al. (2008), apresentado anteriormente, e também de Mohr et al. (2003) e Barros et al. (2007). Participaram do estudo 30 jogadores de futsal, sendo 15 jogadores profissionais e 15 jogadores amadores, os quais foram gravados por uma câmera localizada na linha central da quadra. Utilizou-se o software Track Performance® (SportsTec Pty Ltda., Sydney), que possibilita o rastreamento manual dos deslocamentos de cada jogador em uma tela de tablet a partir do uso do mouse ou de caneta mouse. Observou-se que a distância percorrida na velocidade de caminhada foi significativamente menor na equipe profissional que na equipe amadora. A distância total percorrida e as distâncias percorridas em velocidade de trote, corrida de baixa intensidade, corrida de média intensidade, corrida de alta intensidade e *sprint* foram significativamente maiores no grupo profissional, quando comparado ao grupo de jogadores amadores. Não foram observadas diferenças significativas entre as distâncias percorridas pelos goleiros nas equipes profissional e amadora.

O estudo de Milioni (2014) também avaliou atletas amadores de futsal quanto à distância total percorrida e distâncias percorridas em faixas de velocidades; entretanto, neste estudo em específico, as faixas

de velocidades foram ancoradas em indicadores fisiológicos: intensidade de lactato mínimo (vLM), consumo máximo de oxigênio (vVO₂max) e velocidade máxima atingida no *Running Anaerobic Sprint Test* (RAST) (ZAGATTO et al., 2009; DE ANDRADE et al., 2014) (vRAST), sendo: parado (0 - 0,72 km.h⁻¹), “vLM (0,73 km.h⁻¹ até 50% do valor relativo à diferença entre vLM e parado), vLM (“vLM até vLM), vVO₂max (vLM até vVO₂max), “vRAST (vVO₂max até 50% do valor relativo à diferença entre vRAST e vVO₂max), vRAST (“vRAST até vRAST) e Vmax (vRAST até a velocidade máxima atingida no jogo), com base nos artigos de revisão sobre treinamento intervalado de alta intensidade como metodologia de treinamento para esportes intermitentes (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b,a). Os atletas foram filmados integralmente por três câmeras durante dois jogos simulados, para posterior rastreamento. Foi utilizado o DVideo® Software (BARROS et al., 2007). As situações não resolvidas automaticamente foram corrigidas manualmente durante o rastreamento e, por meio de rotinas desenvolvidas em ambiente Matlab®, foram calculados individualmente os padrões de deslocamentos. Os principais resultados do referido estudo foram a diminuição da performance de deslocamento durante a simulação de jogo de futsal, observada pela queda significativa da velocidade média, e o aumento da distância percorrida e tempo de permanência em faixas de velocidade de baixa intensidade (parado e “vLM), quando comparados primeiro e segundo tempos do jogo.

Bueno et al. (2014) utilizaram as mesmas faixas de intensidades previamente estabelecidas por Castagna et al. (2009) e investigaram as trajetórias de deslocamentos de 93 jogadores da Liga Brasileira de Futsal (www.cbfs.com.br), primeira divisão, em 2012. Nesse estudo, os autores conduziram análises similares às de estudos anteriores, comparando primeiro e segundo tempos de jogo (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; CASTAGNA et al., 2009; MILIONI, 2014), porém incluíram uma análise baseada no tempo do relógio do mundo real (*working game clock*), comparado ao tempo de interrupção do cronômetro do jogo (*stopped game clock*). Com os resultados obtidos, os autores reforçaram a ideia de que o desempenho sofre alterações do primeiro para o segundo tempo de jogo, com queda no desempenho. Além disso, verificaram que, quando se considera o tempo todo de jogo na análise de rastreamento, há tendência de aumento das distâncias percorridas na faixa de baixa intensidade (parado e andando), devido às muitas interrupções do jogo. Inversamente, quando se considera o tempo de bola em jogo, ocorre

aumento do percentual de permanência nas faixas de velocidade de maior intensidade (corrida de média intensidade e corrida de alta intensidade). Dessa forma, os autores levantam uma discussão sobre a possibilidade de que estudos pautados em uma análise que considere somente tempo total de jogo (*working game clock*), e não o dividam em tempo de bola em jogo e tempo de bola fora de jogo, apresentem possíveis vieses de interpretação em seus resultados, por subestimarem a intensidade requerida quando a bola está em jogo (BUENO et al., 2014).

Recentemente, Dogramaci et al. (2014) tiveram como foco investigar o perfil de atividade de uma equipe que compete no Campeonato Nacional da Austrália em seis partidas, realizadas em quatro dias consecutivos. Os autores adotaram os intervalos de valores que definem as faixas de velocidade do estudo com base em trabalhos anteriores deste mesmo grupo. Entre os principais resultados, os autores encontraram diminuição na duração dos deslocamentos e distância percorrida em *sprint*, aumento no número de passes certos e diminuição do número de passes errados, apesar da diminuição do envolvimento com bola dos jogadores (decaimento do número de toques na bola), comparando os primeiros jogos (1-3) com os jogos finais (4-6). Entretanto, os autores sugeriram que a fadiga não possui efeito deletério em uma sequência de seis jogos, tendo em vista que somente pequenas alterações foram verificadas. Nesse sentido, o número ilimitado de substituições permitidas por regra no futsal foi sugerido como um fator determinante para a manutenção da taxa de trabalho da equipe durante um torneio (DOGRAMACI et al., 2014), sendo uma prática amplamente recomendada (BUENO et al., 2014).

De maneira geral, com base nos estudos revisados, o futsal pode ser considerado um esporte intermitente de alta intensidade, com múltiplos *sprints*. É possível também constatar uma tendência à maior participação dos jogadores em atividades de baixa intensidade no segundo tempo de jogo, quando comparado ao primeiro, devido às altas demandas sobre os sistemas metabólicos de fornecimento de energia aeróbio e anaeróbio (lático e alático), ocasionando um quadro de fadiga nos jogadores. Nesse sentido, como forma de prevenir tais condições, o uso de substituições ilimitadas tem sido amplamente sugerido (BUENO et al., 2014; DOGRAMACI et al., 2014). Além disso, alguns dos estudos ressaltam que os resultados obtidos com variáveis de desempenho físico são fortemente influenciados pela posição tática

ocupada pelos jogadores, pelo nível de competição e pelo tipo de partida (isto é, jogos oficiais *versus* simulações).

Indicadores táticos

A análise tática tem desempenhado importante papel no desenvolvimento dos esportes coletivos, com contribuições para treinamentos mais específicos e eficientes. Segundo Barbanti (1994), a tática se refere às alternativas de decisão ou planos de ação que permitem resolver situações limitadas frente a um ou mais adversários, garantindo dessa maneira o sucesso esportivo. Na situação de jogo, a interação dos fatores espaço-tempo-bola-colega-adversário representa uma tarefa ou um problema a ser resolvido pelo jogador de forma constante (GRECO; BENDA, 1998).

O estudo de Moura et al. (2011) objetivou quantificar e analisar a organização tática de um time profissional de futsal na quadra em situações de chutes a gol e de interceptações (desarmes). Uma partida profissional, entre as seleções do Brasil e Paraguai, foi filmada com quatro câmeras. Utilizou-se o software Dvideo® (BARROS et al., 2007) para obtenção de coordenadas bidimensionais em função do tempo, executado de forma automática, mas com intervenção manual quando necessário. Foi observado que em situações de posicionamento defensivo, analisando-se a área de cobertura defensiva – ou seja, um polígono formado que tem como vértice todos os jogadores de uma mesma equipe –, a área desse polígono era maior em situações de desarme ($47,7 \pm 37,8 \text{ m}^2$) do que em situações de chute sofrido a gol ($30,7 \pm 28,0 \text{ m}^2$), com diferenças significativas assinaladas entre as duas situações, concluindo-se que um posicionamento compacto de marcação no futsal tende a ser ineficiente em determinadas situações, possibilitando que a equipe adversária execute maior número de chutes a gol, e não favorece o desarme.

Travassos et al. (2011) analisaram a dinâmica de comportamento das equipes de futsal quando o goleiro do time em ação ofensiva é substituído por um jogador de linha. Os atletas foram filmados por uma câmera posicionada em um nível mais elevado e formando um ângulo de 45° com o meio da quadra. Foi utilizado o software TACTO®, e o processo de rastreamento da bola e de cada jogador foi executado manualmente pelo cursor do mouse. As informações evidenciaram que os jogadores de defesa apresentaram atrações maiores em relação à

bola e em relação uns aos outros, enquanto foram identificadas atrações mais fracas dos atacantes em relação à bola e aos outros atacantes. Esses achados demonstraram diferentes dinâmicas de coordenação para díades de defesa e de ataque, indicando que os distintos subsistemas, com suas especificidades, interagem entre si para compor uma estrutura de jogo global no futsal.

Vilar et al. (2013) avaliaram a distância de cada jogador da trajetória da bola, o tempo para a bola chegar ao ponto de intercepção e a velocidade de movimento exigida para o jogador de defesa mais próximo e goleiro interceptarem a bola. Participaram do estudo 71 jogadores de cinco equipes profissionais. Dez partidas de futsal foram gravadas com uma câmera digital. Os pesquisadores também utilizaram, como no estudo anterior, o TACTO® software para converter as trajetórias de deslocamento dos jogadores e da bola em coordenadas virtuais (FERNANDES et al., 2010). Os achados demonstraram que as distâncias entre jogador de defesa e goleiro e o ponto de intercepção foram menores quando interceptaram a bola. O tempo de chegada da bola ao ponto de intercepção do defensor também foi menor quando a bola foi interceptada. As velocidades exigidas do goleiro e do defensor mais próximo para interceptarem a bola foram significativamente menores em jogadas nas quais interceptaram a bola do que em jogadas nas quais a bola não foi interceptada. Em outro estudo com os mesmos participantes e o emprego da mesma metodologia, Vilar et al. (2014a) analisaram os seguintes indicadores táticos: ângulo do jogador da defesa em relação ao gol e ao jogador de ataque, distância relativa do gol, distância interpessoal e velocidade relativa. Os achados indicaram que, quando um gol foi marcado, o ângulo do defensor em relação ao gol e ao adversário tendeu a diminuir, e o atacante estava mais próximo do defensor e se movimentou com, pelo menos, a mesma velocidade que ele.

Fonseca et al. (2012) investigaram a dinâmica espacial do comportamento dos jogadores de futsal por meio dos diagramas de Voronoi. Foram gravados 19 jogos por uma câmera posicionada em plano elevado (4 m de altura). Utilizou-se o software TACTO® (Fernandes, Évora, Portugal) para a obtenção das coordenadas; o rastreamento foi realizado a partir da perseguição do ponto médio entre os pés dos jogadores com o cursor do mouse. Os referidos autores verificaram regiões dominantes maiores associadas aos atacantes que aos defensores. Essas regiões apresentaram maiores variações de tamanho entre os jogadores da mesma equipe, mas, em nível individual,

as regiões dominantes dos atacantes foi mais regular que as associadas a cada jogador de defesa.

Vilar et al. (2014b) tiveram como foco investigar como a localização do gol e da bola age como restrição na estabilidade da interação entre atacante e defensor (díade) durante um jogo de futsal. Trinta situações de gol foram selecionadas para análise, em uma amostra de 70 jogadores de cinco equipes nacionais, que competiram em cinco partidas pelos Jogos da Lusofonia de 2009. Os autores constataram que existe um padrão de coordenação em fase (ou seja, atacantes e defensores movendo-se na mesma direção) quando os atacantes estão se movendo em direção ao gol, reforçando a ideia de que o desalinhamento entre a localização de um defensor e a localização da meta pode ocasionar um gol. Os resultados sugerem ainda que, para que um chute seja executado com sucesso, os atacantes devem aumentar sua distância com relação ao defensor mais próximo, como forma de evitar que interceptações sejam sofridas.

Corrêa et al. (2014), por sua vez, focaram em entender variáveis-chave que restringem a emergência de ações de sucesso no esporte, através da investigação de como variáveis espaço-temporais influenciam o surgimento da direção de um passe no futsal. Participaram 24 jogadores profissionais que jogaram na final da UEFA Futsal Cup 2010. Os autores selecionaram 37 sequências de jogo aleatórias, com duração média de 1,56 segundo, que tem seu início quando um jogador de uma das equipes recebe a bola até o instante em que um companheiro de sua equipe recebe o passe na sequência (N = 27) ou quando um defensor adversário intercepta o passe (N = 10). Eles verificaram que o ângulo formado pelos vetores condutor de bola-defensor mais próximo e condutor de bola-receptor e o ângulo formado pelos vetores condutor de bola-receptor e condutor de bola-defensor adversário mais próximo do condutor são informações temporais que restringem a emergência de direção do passe, ou seja, isso evidencia que os jogadores companheiros de equipe movem-se continuamente para “ganhar espaço”, aumentando o ângulo existente entre o vetor passe (formado por condutor de bola-receptor) e os vetores condutor de bola-defensor mais próximo e condutor de bola-defensor adversário mais próximo do receptor. Essa condição representaria informações sobre a dificuldade de ambos os defensores (mais próximos da bola e mais próximos do receptor) interceptarem a bola (ver mais em CORRÊA et al., 2014).

Lapresa et al. (2013) objetivaram compreender a dinâmica das sequências ofensivas que resultaram em chutes, por meio de uma análise observacional a partir de filmagens da TV dos jogos da equipe campeã da UEFA Futsal Championship 2010: a seleção nacional da Espanha. Dos 237 chutes totais da equipe na competição, 27 resultaram em gol (11,39%). Uma metodologia de análise observacional adaptada do futebol foi empregada (SOF-CODER software; (JONSSON et al., 2006)). As ferramentas desse programa permitem identificar os locais da superfície da quadra de jogo em que ocorreram as ações dos jogadores, ou seja, promovem uma interpretação tática do desempenho de ações técnicas. O objetivo principal dos autores foi verificar se havia dependência ou independência (i) da área de jogo em que o chute é executado e o tipo de chute (gol, chutes interceptados pelo defensor adversário, chutes na trave, chutes para fora do gol, chutes defendidos pelo goleiro); (ii) entre o tipo de chute e a região anatômica do pé que faz contato com a bola; ou (iii) entre a região anatômica do pé que faz contato com a bola e a área de jogo em que é executado o chute. Um segundo objetivo foi verificar se existia um padrão de eventos temporais que conduziram a equipe a uma finalização a gol.

Os autores do estudo supracitado verificaram que a maioria dos chutes foram executados em uma região de 10 x 7,5 m a partir do centro do gol. Em adição, o chute com o peito do pé foi executado em qualquer uma das regiões da quadra, sendo que o chute com a parte medial (chute de precisão) foi executado na maioria das vezes em regiões mais próximas do gol, enquanto o chute com o “hálux” é executado tanto nos setores próximos do gol quanto nos setores de criação. Aparentemente, não foram encontrados padrões técnico-táticos temporais de chutes que resultaram em gols. Em suma, foi evidenciado que diferentes regiões da quadra em que são executados os chutes geralmente resultam em diferentes tipos de chute, e o mesmo vale para a relação entre o tipo de chute e a região anatômica do pé utilizada (LAPRESA et al., 2013).

Estudos anteriores com amostra de jogadores em categorias de formação ocuparam-se em investigar, por meio de observações e testes, como era distribuída a estrutura das sessões de treinamento técnico-tático nas categorias pré-mirim e mirim (10-11 anos e 12-13 anos, respectivamente) (SAAD, 2002), quais os métodos de ensino-aprendizagem-treinamento (EAT) adotados por treinadores da categoria mirim (SILVA; GRECO, 2009) e se existe influência dos métodos de EAT no conhecimento tático processual de jogadores da categoria sub-

09 (MOREIRA et al., 2013) e influência de quatro métodos distintos de ensino (do todo, das partes, tático e situacional) na aprendizagem do futsal (CORRÊA et al., 2004). Embora os procedimentos experimentais tivessem sido monitorados por câmeras de vídeo (SAAD, 2002; CORRÊA et al., 2004; SILVA; GRECO, 2009; MOREIRA et al., 2013), é preciso destacar que nenhum desses estudos utilizou-se de um algum modelo de rastreamento. Nos estudos supracitados, a mensuração do comportamento tático foi feita por meio de testes específicos, como o Teste de conhecimento tático processual KORA, para avaliar o conhecimento tático nos parâmetros “oferecer-se e orientar-se” e “reconhecer espaços” (SILVA; GRECO, 2009; MOREIRA et al., 2013), ou o *Game Performance Assessment Instrument – GPAI* (CORRÊA et al., 2004). Além disso, a identificação dos métodos de EAT adotados pelos treinadores foi feita geralmente por meio de observações sistemáticas e análise dos treinos (SAAD, 2002; SILVA; GRECO, 2009; MOREIRA et al., 2013).

Os estudos revisados abordaram diferentes indicadores táticos e de dinâmica de organização dos jogadores no futsal, evidenciando, de maneira geral, que no jogo de futsal estratégias de defesa muito compactas podem ser ineficientes; distâncias menores entre os centroides da área de defesa e do ataque podem indicar uma pressão maior e, conseqüentemente, uma maior probabilidade de erros no ataque; para que um chute seja executado com sucesso os atacantes devem aumentar sua distância com relação ao defensor mais próximo rumo ao gol; para que uma possibilidade de passe com sucesso possa emergir, o receptor do passe deve mover-se de forma a aumentar ângulo formado pelos vetores condutor de bola-defensor mais próximo e condutor de bola-receptor e o ângulo formado pelos vetores condutor de bola-receptor e condutor de bola-defensor adversário mais próximo do condutor, como forma de “ganhar espaço”; a velocidade de movimento exigida pelo adversário para interceptar a bola pode ser considerada uma variável confiável em termos de restrição da tomada de decisão no momento do chute; não existem padrões temporais consistentes de ações técnico-táticas que resultam em gols no futsal; além disso, os distintos subsistemas devem ser considerados, em suas especificidades, pois é a interação entre eles que compõe a estrutura total do jogo. Nesse sentido, destaca-se a relevância do conhecimento acerca do comportamento adaptativo em seus múltiplos cenários, estando o atleta com a posse de bola ou não, atuando no ataque ou na defesa, em interação com sua

equipe ou com os adversários, uma vez que consistem em importantes aportes para o aprimoramento técnico-tático dos praticantes (VILAR et al., 2014a) em um esporte altamente adaptativo, complexo e imprevisível (CORRÊA et al., 2012).

Metodologias de rastreamento para análise do desempenho físico e da organização em quadra no futsal

O rastreamento dos pontos que definem um modelo biomecânico pode ser realizado de duas formas: por meio de um recurso automático, fornecido pela maioria dos softwares mais modernos de análise de movimento, e manualmente, pela identificação dos pontos por um avaliador. Dessa forma, o rastreamento automático para a digitalização dos dados utiliza recursos matemáticos do software de análise de movimento que trabalham com os contrastes entre o plano de fundo e os marcadores cutâneos ou objetos em movimento para encontrar automaticamente o posicionamento destes marcadores. Este mesmo contraste, entre os marcadores e o plano de fundo, é utilizado no rastreamento manual dos dados, em que um avaliador realiza a identificação do posicionamento dos marcadores (e não o software) (YUAN et al., 1997). Especial atenção deve ser dada às metodologias de rastreamento dos dados, pois é considerada uma possível fonte de erro quando não identificam precisamente os marcadores dos processos analisados (YUAN et al., 1997; OKAZAKI et al., 2004). Note que em estudos de rastreamento em um contexto de esportes coletivos os jogadores são considerados como marcadores.

A Tabela 1 contempla as metodologias de rastreamento empregadas nos estudos revisados para a obtenção dos padrões de deslocamentos (desempenho físico) dos jogadores de futsal.

Dogramaci et al. (2011) realizaram a validação de um sistema de análise de movimentos dos jogadores com base em julgamento subjetivo, em um contexto de futsal. O software Event Recorder® (Sydney, Austrália) foi empregado nas análises conduzidas. Esse programa possui 12 botões em uma pequena caixa, dos quais seis representam atividades locomotoras (parado, andar, trote, correr, *sprinting* e movimentos lateral ou para trás). O avaliador (pesquisador), posteriormente à filmagem dos jogos, acompanha o movimento dos jogadores e seleciona a atividade locomotora do jogador a cada instante de tempo como percebido. Esses autores concluíram que a utilização do GPS pode muitas vezes representar uma limitação pela interferência

que pode causar nas ações dos jogadores, ou mesmo por negligenciar movimentos para os lados ou para trás; assim, os autores sugerem que metodologias de análise por vídeos tendem a ser mais válidas para o rastreamento do padrão de movimento de atletas em ambiente *indoor*, sendo recomendado o uso do GPS apenas para ambiente *outdoor* (LARSSON, 2003; RHODES et al., 2014).

Soares e Tourinho filho (2006) adotaram o método da estimativa visual (WITHERS et al., 1982) e analisaram os padrões de deslocamento de equipes de futsal, por meio das imagens de oito jogos gravados por uma única câmera posicionada de forma a captar todas as delimitações da quadra de jogo e jogadores, baseando as mensurações em um protocolo de medidas fixas (WITHERS et al., 1982) para as passadas do andar, trotar, correr, deslocamento lateral e deslocamento para trás, que ainda é amplamente utilizado; contudo os dados obtidos podem conter alta incidência de erros, uma vez que se baseiam em valores médios de comprimento de passada e na identificação visual, além de demandar alto nível de dedicação para processamento dos dados. Os próprios autores sugeriram que outras metodologias devem ser utilizadas para uma análise mais precisa.

Os estudos de Barbero-Alvarez et al. (2008), Castagna et al. (2009) e Makaje et al. (2012) adotaram o rastreamento manual, fazendo uso do cursor do mouse e de uma avaliador para a identificação das trajetórias dos jogadores em quadra. Embora essa metodologia seja mais confiável que medidas de estimativa visuais, o rastreamento realizado manualmente também demanda tempo de trabalho maior e dificulta a reprodutibilidade dos dados, apresentando-se, muitas vezes, impreciso. Por sua vez, as investigações de Milioni (2014) e Bueno et al. (2014) fizeram uso da metodologia de rastreamento automático, método que possui uma boa aplicabilidade por possibilitar a eliminação do componente subjetivo na avaliação dos padrões de deslocamento e a confrontação dos resultados com os de outros trabalhos semelhantes.

Também devem ser observadas as diferentes classificações das faixas de intensidade adotadas; na maioria dos estudos revisados, foram utilizadas velocidades fixas adaptadas de diferentes pesquisas realizadas com outros esportes coletivos. No estudo de Milioni (2014), no entanto, foram usados indicadores (“âncoras”) fisiológicos para a determinação das faixas de intensidade. Esse autor enfatizou a importância de serem consideradas as condições individuais

específicas, pois podem resultar em informações mais precisas e individualizadas, normalizando a carga de trabalho realizada por cada atleta e caracterizando a demanda energética durante a prática do futsal.

Vieira et al. (2014) objetivaram verificar a acurácia na utilização do software DVideo em um contexto de futsal. Para isso, os autores realizaram um teste de acurácia dinâmica e um teste de acurácia estática, com base no protocolo proposto por Misuta (2004). Um jogador amador foi instruído a deslocar-se por um percurso na quadra de jogo com distância real conhecida de 920 m (ver em MOURA et al., 2013 também). Após a aquisição das sequências de imagens por meio de três câmeras de vídeo digitais, estas imagens passaram pelo processo de segmentação (MISUTA, 2004; RIVERO, 2004; FIGUEROA et al., 2006b; a; MENEZES, 2007; MISUTA, 2009; BARROS et al., 2011; MOURA et al., 2011; BUENO et al., 2014) e o rastreamento pôde ser executado com 82,36% de automatização. O erro com a utilização do modelo de rastreamento semiautomático foi de 0,93%, comparando a distância obtida experimentalmente após marcação dos quadros em interface DVideo (911,41 m) com os dados de um percurso predefinido, com distância real conhecida (920 m). A acurácia (teste de acurácia dinâmico) revelou valores de 2,37 m, 1,50 m e 1,83 m para as variáveis de erro acurácia, precisão e bias, respectivamente (VIEIRA et al., 2014).

No mesmo estudo anteriormente citado (VIEIRA et al., 2014), foi realizado um teste de acurácia estática com base no protocolo de Misuta (2004) e Menezes (2007). Para isso, 29 pontos controle da superfície da quadra de jogo, com distâncias reais nos eixos x e y previamente mensuradas (i.e. conhecidas), foram selecionados. Cada um desses pontos foi medido em interface DVideo por um único experiente avaliador, desde que estivessem dentro da região de enquadramento das câmeras. O processo de marcação dos pontos foi executado dez vezes em cada câmera, em três dias diferentes; ao final de cada processo de marcação o DVideo era encerrado e, então, o procedimento era iniciado novamente, resultando em 90 repetições desse processo (10 marcações x 3 dias x 3 câmeras). Novamente, foram comparadas as coordenadas reconstruídas devolvidas pelo DVideo, em relação a cada coordenada real de cada ponto. O cálculo da acurácia foi feito com base nas recomendações e equações do estudo de Misuta (2004). Os autores verificaram valores de acurácia, precisão e bias para o teste estático de 0,21 m, 0,15 m e 0,14 m, respectivamente.

Tabela 1 - Breve revisão das metodologias de análise os padrões de deslocamentos de jogadores de futsal

Estudo	Parâmetros avaliados	Método de rastreamento
Moreno (2001)	Distância total percorrida (em cada faixa de velocidade, incluindo <i>sprints</i> , e número de vezes que o jogador cruzou o meio de quadra)	Sistema de videogrametria Duas câmeras Sistema <i>play controller</i> – método não foi revelado
Soares e Tourinho Filho (2006)	Distância total percorrida e distância percorrida em cada tipo de deslocamento (andar, trotar, correr, deslocamento lateral e deslocamento para trás)	Estimativa visual Uma câmera Utilização de protocolo de medidas fixas (WHITERS et al., 1982) – julgamento subjetivo
Barbero-Alvarez et al. (2008) Barbero Alvarez, Soto Hermoso e Granda Vera (2004)	Distância total percorrida, velocidade média e distância percorrida em cada faixa de velocidade (parada, caminhada, trote, corrida de média intensidade, corrida de alta intensidade e corrida com velocidade máxima- <i>sprinting</i>)	Sistema fotogramétrico (BARBERO; BARBERO, 2002) Duas câmeras Utilização do software Runner® v 1.0 – rastreamento manual
Castagna et al. (2009)	Distância total percorrida, velocidade média, distância percorrida e percentual do tempo de permanência em cada faixa de velocidade (parada, caminhada, trote, corrida de média intensidade, corrida de alta intensidade e <i>sprinting</i>)	Sistema fotogramétrico (BARBERO, 2002) Número de câmeras não informado Utilização do software Runner® v 1.0 – rastreamento manual
Aguiar (2010)	Distância total percorrida, velocidade média e número de <i>sprints</i> (duelo entre seleção brasileira e paraguaia)	Sistema de videogrametria Quatro câmeras DVideo®(BARROS et al., 2007) – rastreamento automático
Makaje et al. (2012)	Distância percorrida em cada faixa de velocidade (parada, caminhada, trote, corrida de média intensidade, corrida de alta intensidade e <i>sprinting</i>)	Sistema de videogrametria Uma câmera Utilização do programa Track Performance® (SportsTec Pty Ltd., Sydney) – rastreamento manual
Milioni (2014)	Distância total percorrida, velocidade média, velocidade máxima e distância percorrida em cada faixa de velocidade (parado, ΔvLM , vLM , $vVO2max$, $\Delta vRAST$, $vRAST$ e $Vmax$) – indicadores fisiológicos, número de <i>sprints</i> (frequência de corridas acima de $Vmax$)	Sistema de videogrametria Três câmeras Utilização do DVideo® Software (BARROS et al., 2007) – rastreamento automático
Morais et al. (2014) Morais (2012)	Desenvolvimento e avaliação de um sistema para rastreamento automático, baseado em probabilidade de distribuição dos jogadores e filtro de partículas, por meio de múltiplas câmeras	Sistema de videogrametria Quatro câmeras Rastreamento automático

Tabela 2 - Breve revisão de metodologias de análise dos indicadores táticos de jogadores de futsal

Estudo	Parâmetros avaliados	Método de rastreamento
Travassos et al. (2011)	Dinâmica de comportamento das equipes de futsal quando o goleiro do time em ação ofensiva é substituído por um jogador de linha.	Sistema de videogrametria Uma câmera Utilização do software TACTO® (Fernandes, Évora, Portugal) – rastreamento manual
Moura et al. (2011)	Organização tática em situações de chutes a gol e de interceptações (desarmes), através de área de cobertura do time, formado por um polígono cujos vértices são as próprias posições 2-D dos jogadores da equipe.	Sistema de videogrametria Quatro câmeras Utilização do DVideo® Software (BARROS et al., 2007) – rastreamento automático
Vilar et al. (2013)	Distância de cada jogador da trajetória da bola, tempo para a bola chegar ao ponto de interceptação, a velocidade de movimento exigida para o jogador de defesa mais próximo e goleiro interceptarem a bola.	Sistema de videogrametria Uma câmera Utilização do software TACTO® (Fernandes, Évora, Portugal) – rastreamento manual
Lapresa et al. (2013)	Área de início da ação, área de conclusão da ação, habilidade técnica, área de contato do pé com a bola, interrupções do jogo, interceptações, chutes, instante de tempo e duração de uma ação	Estimativa visual Sequências de imagens provenientes da TV (canal público) Utilização do software SOF-CODER (JONSSON et al., 2006) – análise das ações de jogo em função do tempo em que ocorreram e localização, sem emprego de rastreamento
Vilar et al. (2014a)	Ângulo do jogador da defesa em relação ao gol e ao jogador de ataque, distância relativa do gol, distância interpessoal e velocidade relativa.	Sistema de videogrametria Uma câmera Utilização do software TACTO® (Fernandes, Évora, Portugal) – rastreamento manual
Fonseca et al. (2012)	Dinâmica espacial do comportamento dos jogadores de futsal por meio dos diagramas de	Sistema de videogrametria Uma câmera Utilização do software TACTO®

Quanto aos estudos referentes aos indicadores táticos, observou-se que os métodos de mensuração foram menos variados. Contudo, apesar da maior homogeneidade entre os estudos no que se refere aos métodos de rastreamento adotados, os parâmetros investigados foram diversificados, o que dificulta a realização de possíveis comparações. A Tabela 2 apresenta as metodologias de rastreamento empregadas e os parâmetros avaliados nos estudos revisados para a análise da organização tática dos jogadores de futsal. Os estudos do grupo de pesquisadores Travassos et al. (2011), Vilar et al. (2013), Vilar et al. (2014a), Vilar et al. (2014b), Corrêa et al. (2014) e Fonseca et al. (2012) utilizaram metodologia de rastreamento manual e o mesmo software (TACTO®) para análise das imagens obtidas a partir de uma única câmera. Somente o estudo de Moura et al. (2011) fez uso do método de rastreamento automático, com o emprego do software DVideo® para exame de imagens captadas por quatro câmeras digitais.

DISCUSSÃO

A presente revisão de literatura demonstra a existência de uma base inicial de conhecimento quanto aos movimentos do futsal, evidenciando características particulares da modalidade em termos de distâncias percorridas, intensidade e organização tática. Contudo, o número ainda reduzido de estudos e a variedade das metodologias utilizadas merecem atenção, fazendo-se necessárias algumas considerações.

Os sistemas de foto e videogrametria, usados na grande maioria dos estudos analisados, representam uma possibilidade de significativo avanço do conhecimento científico das modalidades esportivas, uma vez que permitem a obtenção simultânea da trajetória de todos os jogadores das duas equipes e a associação das trajetórias com dados de eventos/fundamentos do jogo. Todavia, as metodologias seguidas para sua utilização apresentam vantagens e desvantagens, que precisam ser ponderadas diante de cada situação, parâmetro a ser investigado e finalidade.

- Rodrigues (2008) afirma que não existe um acordo a respeito da distância total percorrida por jogadores durante uma partida de futsal. Esse autor credita grande parte dessa discordância dos achados às diferentes metodologias utilizadas nos trabalhos

que avaliaram os padrões de deslocamentos, as quais contribuem para a falta de consenso sobre esse tema, uma vez que há registros da utilização de diferentes métodos de mensuração, partindo desde aqueles que não foram revelados (MORENO, 2001), outros em que se utilizam da trigonometria (MOLINA, 1992), protocolos baseados em medidas fixas de deslocamentos individuais em diferentes direções (SOARES; TOURINHO FILHO, 2006), estimativa visual (MAKAJE et al., 2012), rastreamento manual em tela pelo mouse de computadores (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; CASTAGNA et al., 2009; TRAVASSOS et al., 2011; FONSECA et al., 2012; MAKAJE et al., 2012; VILAR et al., 2013; CORRÊA et al., 2014; VILAR et al., 2014a,b) e, apenas recentemente, o rastreamento automático (AGUIAR, 2010; MOURA et al., 2011; BUENO et al., 2014; MILIONI, 2014).

O método de rastreamento manual, realizado quadro a quadro por meio do cursor do mouse, utilizado na maioria dos estudos revisados (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; CASTAGNA et al., 2009; TRAVASSOS et al., 2011; FONSECA et al., 2012; MAKAJE et al., 2012; VILAR et al., 2013; CORRÊA et al., 2014; VILAR et al., 2014a,b), apresenta-se vantajoso pela facilidade de implementação e pela pequena chance de erro em situações onde os marcadores (jogadores) possam estar sobrepostos nas sequências de imagens em análise. Entretanto, o processo de marcação manual costuma ser massivo, especialmente quando há grande número de jogadores sendo avaliados, exigindo maior tempo de processamento computacional. Exemplificando, apesar de o tempo de jogo estabelecido pelas regras da modalidade ser de 40 minutos, em dois tempos de 20 minutos (FIFA, 2014), uma partida oficial se estende por cerca de 80 minutos (DOĐRAMACÝ; WATSFORD, 2006). Consequentemente, quando empregadas câmeras com frequência padrão de aquisição de 30 Hz (30 quadros de imagem por segundo), uma partida de futsal pode representar cerca de 144.000 quadros de imagem por câmera. Ainda, é importante ressaltar que nesse tipo de rastreamento o componente subjetivo se faz fortemente presente, podendo representar uma limitação do estudo, além de dificultar a confrontação dos resultados com outros trabalhos similares.

Em vista disso, a metodologia de rastreamento automático tem sido indicada como mais adequada (BARROS et al., 2007; MENEZES, 2007; BUENO et al., 2014), especialmente para fins acadêmicos,

garantindo confiabilidade às medições feitas, e como forma de diminuir o trabalho dos operadores envolvidos com o *tracking* computacional (CARLING et al., 2008; BARROS et al., 2011). Quanto maior o nível de automação na detecção dos jogadores, melhor a velocidade e a precisão na obtenção de dados para a análise dos movimentos. Trata-se, porém, de um método mais dispendioso e que exige alguns cuidados no que diz respeito às situações em que os jogadores podem estar sobrepostos, como em oclusões mútuas. No entanto, a acurácia, tanto para medição de pontos estáticos na quadra de jogo quanto para mensuração de deslocamentos, já foi determinada na utilização do modelo de rastreamento automático em um contexto de futsal com o uso do software DVideo, um software nacional desenvolvido por um grupo de pesquisadores do Laboratório de Instrumentação para Biomecânica da Universidade Estadual de Campinas e com protocolo de desenvolvimento descrito anteriormente em uma série de manuscritos (BARROS et al., 1999; FIGUEROA et al., 2003; MISUTA, 2004; RIVERO, 2004; FIGUEROA et al., 2006b,a; BARROS et al., 2007; MENEZES, 2007; MISUTA, 2009; BARROS et al., 2011). Os índices de acurácia, precisão e bias no teste dinâmico em uma quadra oficial padrão FIFA, de 40 x 20 m (ver: VIEIRA et al., 2014), foram ligeiramente inferiores, mas concordam com os achados de Misuta (2004), com o rastreamento automático no DVideo aplicado ao futebol, em um campo de 110 x 75 m de dimensões. Em estudo com o handebol, Menezes (2007) havia encontrado valores de acurácia, precisão e bias, para o teste estático, de 0,18 m, 0,08 m e 0,16 m, respectivamente, semelhantes aos encontrados para o futsal (0,21 m, 0,15 m e 0,14 m, respectivamente). No teste dinâmico, os resultados indicaram um índice de erro relativo de apenas 0,93% para o cálculo das distâncias percorridas no futsal (VIEIRA et al., 2014). Em estudo mais recente, Bueno et al. (2014), com jogadores profissionais de futsal do Brasil, também relataram erro relativo de apenas 0,8%, com uso do modelo de rastreamento automático no DVideo “ valores similares aos encontrados no futebol (MISUTA, 2004; BARROS et al., 2007) e aceitáveis frente à natureza do fenômeno investigado. Em face do exposto, é possível dizer que o modelo de rastreamento automático no DVideo software apresenta confiabilidade para determinação dos deslocamentos no futsal (VIEIRA et al., 2014).

Além disso, estudiosos da área reconhecem as limitações referentes ao enquadramento com uma única câmera de todo o campo

com a resolução espacial adequada, como realizado nos estudos revisados (TRAVASSOS et al., 2011; FONSECA et al., 2012; MAKAJE et al., 2012; VILAR et al., 2013; VILAR et al., 2014a,b; CORRÊA et al., 2014). Em esportes *indoor*, como natação, basquetebol e futsal, existem limitações físicas (como paredes, coberturas e arquibancadas) para utilização de câmeras convencionais capazes de enquadrar todo o local esportivo para posterior *tracking* computacional, pois é necessário um afastamento da câmera em distâncias que nem sempre são suficientes nesses locais (PERS et al., 2002). Dessa forma, alguns estudos indicam a utilização de até seis câmeras (MISUTA, 2004; MENEZES, 2007), devido à complexidade de situações, como as de oclusões de muitos jogadores e ações realizadas por dois ou mais jogadores muito próximos. No entanto, em muitos casos, utilizar mais de uma câmera ou equipamento para obtenção dos dados desejados aumenta a demanda de tempo e recursos gastos e pode até inviabilizar a coleta de dados em alguns casos. Uma solução muito comum é o uso de câmeras esféricas de grande angular nesses ambientes, pois permitem grande amplitude de enquadramento; devido ao seu alto ângulo de abertura, que pode chegar até 180°, são capazes de capturar toda a área desejada, mesmo estando instaladas bem próximas ao objeto de análise (PERŠ et al., 2002). Há relatos de estudos que empregaram câmeras com lente grande angular para obtenção de variáveis de deslocamento durante jogos de tênis, basquetebol, squash ou mesmo handebol (PERŠ et al., 2002; PERŠE et al., 2009; VUĚKOVIÆ et al., 2010; MARTÍNEZ-GALLEGO et al., 2013). Contudo, a utilização de apenas uma câmera com esse tipo de lente ainda não foi largamente difundida em um contexto de futsal, algo que merece atenção em futuras investigações, bem como a identificação de modelos confiáveis de correção da distorção radial provocados por esse tipo de lente para posterior *tracking* computacional e cálculo do erro associado ao uso dessas câmeras.

Assim como no futebol (DELLAL et al., 2011), diferentes ligas em distintos países apresentam diferentes perfis de atividades dos jogadores, variando quanto à intensidade dos deslocamentos dos jogadores (distância total percorrida e distância percorrida por minuto), no nível profissional desse esporte (BUENO et al., 2014). No entanto, a maioria das investigações até o momento com jovens praticantes tiveram como objetivo verificar aspectos táticos do desempenho (SAAD, 2002; SILVA; GRECO, 2009; MOREIRA et al., 2013). Portanto, as demandas físicas de jogos oficiais e sessões de treinamento de jovens

praticantes de futsal merecem maior atenção em futuras investigações. Em adição, poucos estudos com amostras do sexo feminino são encontrados atualmente na literatura (MILANEZ et al., 2011; DA COSTA et al., 2012), e, nesse sentido, é preciso que novos estudos investiguem tanto variáveis de desempenho físico quanto tático em jovens garotas e profissionais praticantes de futsal.

Finalmente, para que os resultados de estudos sobre o desempenho físico de jogo entre diferentes populações (níveis de desempenho, categorias de idade, estágios maturacionais, como exemplo) ou entre diferentes ligas possam ser comparáveis no futuro, é preciso que haja uma padronização também das faixas de velocidade adotadas para descrição dos resultados (DELLAL et al., 2011; BUENO et al., 2014). Nesse sentido, a utilização de “âncoras” fisiológicas para determinação das faixas parece ser uma boa saída, como feito no estudo de Milioni (2014). Novos estudos sobre as possíveis variações nas demandas físicas durante jogos oficiais ao longo de uma temporada regular também são necessários (BEATO et al., 2014). Estudar o comportamento (físico e tático) de uma equipe sob diferentes condições de placar de jogo também parece ser um tema ainda pouco explorado no futsal.

Nota-se, portanto, a evidente necessidade de desenvolvimento e aplicação de metodologias satisfatórias e padronizadas, a fim de que parâmetros de referência possam ser identificados da maneira mais consistente possível e eliminar cada vez mais o componente subjetivo das investigações, e, assim, contribuam para o melhor entendimento da modalidade, servindo como ferramentas importantes para pesquisadores, treinadores e preparadores físicos. Em adição, futuros estudos deveriam verificar sistematicamente o valor de erro – em outras palavras, a acurácia – dos sistemas de rastreamento empregados, sob as condições específicas em que foram coletados os eventos de interesse, permitindo assim uma interpretação mais segura dos dados obtidos (SANTIAGO et al., 2007).

CONCLUSÃO

Embora esta revisão de literatura tenha identificado estudos com contribuições relevantes para o conhecimento do futsal e suas especificidades, observou-se que as metodologias utilizadas não foram padronizadas e, conseqüentemente, as possíveis comparações

apresentaram-se limitadas até o momento. Acredita-se que o desenvolvimento e a utilização de uma metodologia mais robusta sejam necessários, consistindo na captura de imagens por meio do número adequado de câmeras e no emprego de softwares que possibilitem o rastreamento em grande parte automático, mas que também permitam o rastreamento manual em momentos específicos do jogo, como é o caso do DVideo (BARROS et al., 2007), um consagrado e robusto software nacional. Espera-se que este estudo contribua no sentido de encorajar a realização de novos estudos de análise de movimentos no futsal, como forma de preencher as lacunas de conhecimento sobre esse esporte (MOORE et al., 2014).

ABSTRACT

FUTSAL PLAYERS' TRACKING: A LITERATURE REVIEW

Considering the need of specific studies about futsal and the need of a more detailed knowledge about this modality, the present study has as a goal to describe recent investigations, available in scientific literature, about the displacement pattern of players and of tactical investigators and also to analyze them according to the tracking method used. To this end, it was done a search of publications in electronic data base Web of Science, PubMed, Scielo and digital libraries of theses and dissertations, through futsal terms, tracking, physical performance and team dynamics. Some published studies which were published between the years of 2001 and 2005 in national and international range were also included. In relation to the revised studies concerning displacement patterns, it has been noticed an absence of consensus about the distance covered by players in a futsal match, due to, mainly, the different methodologies used, since measurement methods were used that cover visual estimative protocols, fixed measures, manual tracking, even automatic tracking or, still, GPS. The existence of an initial base of kinematics knowledge (in other words, displacement tracking) has been highlighted, evidencing futsal particular characteristics, although it is believed that the development and the use of stronger and automatized methodologies are necessary, such as the national software DVideo (BARROS et al., 2007), so that

referential parameters can be identified in a more reliable way possible and, thus, they can contribute to a better understanding of the modality, serving as important tools for researchers, coaches and physical trainers.

Keywords: futsal, tracking, review.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, T. H. **Análise de variáveis cinemáticas de jogadores de futsal, obtidas através de rastreamento automático.** 2010. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física) – UNICAMP, Campinas, 2010.

ÁLVAREZ, J. C. B.; D'OTTAVIO, S.; VERA, J. G.; CASTAGNA, C. Aerobic fitness in futsal players of different competitive level. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 7, p. 2163-2166, 2009.

AMADIO, A. C.; SERRÃO, J. C. A biomecânica em educação física e esporte. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 25, p. 15-24, 2011.

BANGSBO, J.; NØRREGAARD, L.; THORSOE, F. Activity profile of competition soccer. **Canadian Journal of Sport Sciences**, v. 16, n. 2, p. 110-116, 1991.

BANGSBO, J. The physiology of soccer - with special reference to intense intermittent exercise. **Acta Physiol Scand Suppl**, v. 619, p. 1-155, 1993.

BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 7, p. 665-674, 2006.

BARBANTI, V. J. **Dicionário de educação física e do esporte.** Barueri: Manole, 1994.

BARBERO-ALVAREZ, J.; SOTO, V.; BARBERO-ALVAREZ, V.; GRANDA-VERA, J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. **J. Sports Sci.**, v. 26, n. 1, p. 63-73, 2008.

BARBERO ALVAREZ, J.; SOTO HERMOSO, V.; GRANDA VERA, J. Effort profiling during indoor soccer competition. **J. Sports Sci.**, v. 22, p. 500-501, 2004.

BARBERO, J.; BARBERO, V. **Desarrollo de un sistema fotogramétrico y su sincronización de los registros de frecuencia cardíaca para el análisis de la competición en los deportes de equipo. Una aplicación práctica en fútbol sala.** Tese (Doutorado) – 2002.

BARBIERI, F. A.; GOBBI, L. T.; SANTIAGO, P. R.; CUNHA, S. A. Performance comparisons of the kicking of stationary and rolling balls in a futsal context. **Sports Biomech.**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2010.

BARRIS, S.; BUTTON, C. A review of vision-based motion analysis in sport. **Sports Medicine**, v. 38, n. 12, p. 1025-1043, 2008.

BARROS, R. D.; BREZIKOFER, R.; LEITE, N.; FIGUEROA, P. J. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos. **Rev. Bras. Eng. Biomed.**, v. 15, n. 1-2, p. 79-86, 1999.

BARROS, R. M.; MISUTA, M. S.; MENEZES, R. P.; FIGUEROA, P. J.; MOURA, F. A.; CUNHA, S. A.; ANIDO, R.; LEITE, N. J. Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. **J. Sports Sci. Med.**, v. 6, p. 233-242, 2007.

BARROS, R. M.; MENEZES, R. P.; RUSSOMANNO, T. G.; MISUTA, M. S.; BRANDÃO, B. C.; FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; GOLDENSTEIN, S. K. Measuring handball players trajectories using an automatically trained boosting algorithm. **Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering**, v. 14, n. 1, p. 53-63, 2011.

BEATO, M.; CORATELLA, G.; SCHENA, F. Brief review of the state of art in futsal. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, 2014. In press.

BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state - implications for performance testing. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 1, p. 95-99, 2003.

BOYLE, P.; MAHONEY, C.; WALLACE, W. The competitive demands of elite male field hockey. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 34, n. 3, p. 235-241, 1994.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. **Sports Med.**, v. 43, n. 10, p. 927-954, 2013a.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. **Sports Med.**, v. 43, n. 5, p. 313-338, 2013b.

BUENO, M. J. D. O.; CAETANO, F. G.; PEREIRA, T. J. C.; DE SOUZA, N. M.; MOREIRA, G. D.; NAKAMURA, F. Y.; CUNHA, S. A.; MOURA, F. A. Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official matches. **Sports Biomech.**, v. 13, n. 3, p. 230-240, 2014.

CARLING, C.; BLOOMFIELD, J.; NELSEN, L.; REILLY, T. The role of motion analysis in elite soccer. **Sports Medicine**, v. 38, n. 10, p. 839-862, 2008.

CASTAGNA, C.; ABT, G.; D'OTTAVIO, S. The relationship between selected blood lactate thresholds and match performance in elite soccer referees. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 16, n. 4, p. 623-627, 2002.

CASTAGNA, C.; D'OTTAVIO, S.; VERA, J. G.; ÁLVAREZ, J. C. B. Match demands of professional Futsal: a case study. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 12, n. 4, p. 490-494, 2009.

CORRÊA, U. C.; DA SILVA, A. S.; PAROLI, R. Efeitos de diferentes métodos de ensino na aprendizagem do futebol de salão. **Motriz**, v. 10, n. 2, p. 79-88, 2004.

CORRÊA, U. C.; ALEGRE, F.; FREUDENHEIM, A. M.; SANTOS, S.; TANI, G. The game of futsal as an adaptive process. **Nonlinear Dynamics, Psychol Life Sci.**, v. 16, n. 2, p. 185-204, 2012.

CORRÊA, U. C.; VILAR, L.; DAVIDS, K.; RENSHAW, I. Informational constraints on the emergence of passing direction in the team sport of futsal. **Eur. J. Sport Sci.**, v. 14, n. 2, p. 169-176, 2014.

CUNHA, S. A.; MOURA, F. A.; SANTIAGO, P. R.; CASTELLANI, R. M.; BARBIERI, F. A. **Futebol - aspectos multidisciplinares para o ensino e treinamento**. Rio de Janeiro, Brasil: Guanabara Koogan LTDA, 2011. v.1, 168 p. ISBN 9788527716895.

DA COSTA, C. S. C.; PALMA, A.; PEDROSA, C. M.; PIERUCCI, A. P. T. Female Futsal Players' Profile and Biochemical Alterations through Intermittent High-Intensity Exercise Training. **Food and Nutrition Sciences**, v. 3, p. 110-116, 2012.

DE ANDRADE, V. L.; PEREIRA SANTIAGO, P. R.; KALVA FILHO, C. A.; CAMPOS, E. Z.; PAPOTI, M. Reproducibility of running anaerobic sprint test (rast) for soccer players. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, 2014. In press.

DELLAL, A.; CHAMARI, K.; WONG, D. P.; AHMAIDI, S.; KELLER, D.; BARROS, R.; BISCOTTI, G. N.; CARLING, C. Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. **Eur. J. Sport Sci.**, v. 11, n. 1, p. 51-59, 2011.

DOCHERTY, D.; WENGER, H.; NEARY, P. Time-motion analysis related to the physiological demands of rugby. **Journal of Human Movement Studies**, v. 14, n. 6, p. 269-277, 1988.

DOGRAMACI, S.; WATSFORD, M.; MURPHY, A. Changes in futsal activity profiles in a multi-day tournament. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, 2014. In press.

DOGRAMACI, S. N.; WATSFORD, M. L.; MURPHY, A. J. Time-motion analysis of international and national level futsal. **J. Strength Cond. Res.**, v. 25, n. 3, p. 646-651, 2011.

DOĐRAMACÝ, S. N.; WATSFORD, M. L. A comparison of two different methods for time-motion analysis in team sports. **Int. J. Perform. Anal Sport**, v. 6, n. 1, p. 73-83, 2006.

FERNANDES, O.; FOLGADO, H.; DUARTE, R.; MALTA, P. Validation of the tool for applied and contextual time-series observation. **International Journal of Sport Psychology**, v. 41, n. 4, p. 63, 2010.

FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; BARROS, R. M. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 72, n. 2, p. 155-165, 2003.

FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; BARROS, R. M. Tracking soccer players aiming their kinematical motion analysis. **Computer Vision and Image Understanding**, v. 101, n. 2, p. 122-135, 2006a.

FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; BARROS, R. M. Background recovering in outdoor image sequences: an example of soccer players segmentation. **Image and Vision Computing**, v. 24, n. 4, p. 363-374, 2006b.

FONSECA, S.; MILHO, J.; TRAVASSOS, B.; ARAÚJO, D. Spatial dynamics of team sports exposed by Voronoi diagrams. **Human Movement Science**, v. 31, n. 6, p. 1652-1659, 2012.

GOROSTIAGA, E. M.; LLODIO, I.; IBÁÑEZ, J.; GRANADOS, C.; NAVARRO, I.; RUESTA, M.; BONNABAU, H.; IZQUIERDO, M. Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. **European Journal of Applied Physiology**, v. 106, n. 4, p. 483-491, 2009.

GRECO, P. J.; BENDA, R. N. **Iniciação esportiva universal**: I. Da aprendizagem motora ao treinamento técnico. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1998. v. 2. 228 p. ISBN 8570411588.

HATZE, H. The meaning of the term 'biomechanics'. **J Biomech**, v. 7, n. 2, p. 189-190, 1974.

HUSTON, R. **Principles of biomechanics**. [S.l.]: Taylor & Francis, 2008. 454 p. ISBN 978-0-8493-3494-8.

JONSSON, G. K.; ANGUERA, M. T.; BLANCO-VILLASEÑOR, Á.; LOSADA, J. L.; HERNÁNDEZ-MENDO, A.; ARDÁ, T.; CAMERINO, O.; CASTELLANO, J. Hidden patterns of play interaction in soccer using SOF-CODER. **Behav. Res. Methods**, v. 38, n. 3, p. 372-381, 2006.

KNUDSON, D. V. **Fundamentals of biomechanics**. New York: Springer, 2007. v. 2. 353p. ISBN 9780387493121.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; STEENSBERG, A.; BENCKE, J.; KJÆR, M.; BANGSBO, J. Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 6, p. 1165-1174, 2006.

LAPRESA, D.; ÁLVAREZ, L.; ARANA, J.; GARZÓN, B.; CABALLERO, V. Observational analysis of the offensive sequences that ended in a shot by the winning team of the 2010 UEFA Futsal Championship. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 15, p. 1731-1739, 2013.

LARSSON, P. Global positioning system and sport-specific testing. **Sports Medicine**, v. 33, n. 15, p. 1093-1101, 2003.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem motora: conceitos e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000. v. 5. 369 p. ISBN 9788521202639.

MAKAJE, N.; RUANGTHAI, R.; ARKARAPANTHU, A.; YOOPAT, P. Physiological demands and activity profiles during futsal match play according to competitive level. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 52, n. 4, p. 366-374, 2012.

MARTÍNEZ-GALLEGO, R.; GUZMÁN, J. F.; JAMES, N.; PERS, J.; RAMÓN-LLIN, J.; VUCKOVIC, G. Movement characteristics of elite tennis players on hard courts with respect to the direction of ground strokes. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 12, n. 2, p. 275, 2013.

MCINNES, S.; CARLSON, J.; JONES, C.; MCKENNA, M. The physiological load imposed on basketball players during competition. **Journal of Sports Sciences**, v. 13, n. 5, p. 387-397, 1995.

MENEZES, R. P. **Análise cinemática das trajetórias de jogadores de handebol obtidas por rastreamento automático**. 2007. 130 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

MILANEZ, V. F.; PEDRO, R. E.; MOREIRA, A.; BOULLOSA, D. A.; SALLE-NETO, F.; NAKAMURA, F. Y. The role of aerobic fitness on session rating of perceived exertion in futsal players. **Int. J. Sports Physiol. Perform.**, v. 6, n. 3, p. 358-366, 2011.

MILIONI, F. **Associações entre, índices fisiológicos e fadiga neuromuscular com padrões de deslocamento e desempenho do chute de finalização no futsal**. 2014. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2014.

MISUTA, M. S. **Rastreamento automático de trajetórias de jogadores de futebol por videogrametria: validação do método e análise dos resultados**. 2004. 85 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

MISUTA, M. S. **Análise do processo de rastreamento automático de jogadores em esportes coletivos**. 2009. 139 f. Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **J. Sports Sci.**, v. 21, n. 7, p. 519-528, 2003.

MOLINA, R. **Futsal: um estudo das capacidades aeróbica e anaeróbica de jogadores e das atividades em jogo**. 1992. 57 f. Monografia (Bacharelado em Educação Física) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 1992.

MOORE, R.; BULLOUGH, S.; GOLDSMITH, S.; EDMONDSON, L. A systematic review of futsal literature. **American Journal of Sports Science and Medicine**, v. 2, n. 3, p. 108-116, 2014.

MORAIS, E.; FERREIRA, A.; CUNHA, S. A.; BARROS, R. M.; ROCHA, A.; GOLDENSTEIN, S. A multiple camera methodology for automatic localization and tracking of futsal players. **Pattern Recognition Letters**, v. 39, p. 21-30, 2014.

MORAIS, E. F. D. **Rastreamento de jogadores de futebol de salão usando filtro de partículas e coordenadas no plano da quadra**. 2012. 131 f. Tese (Doutorado em Ciências da Computação) - Instituto de Computação, UNICAMP, Campinas, 2012.

MOREIRA, V. J. P.; MATIAS, C.; GRECO, P. J. A influência dos métodos de ensino-aprendizagem-treinamento no conhecimento tático processual no futsal. **Motriz**, v. 19, n. 1, p. 84-98, 2013.

MORENO, J. H. Analisis de los parametros espacio y tiempo em el futbol sala. La distancia recorrida, el ritmo y direccion del desplazamiento del jugador durante um encuentro de competicion: Los casos de J. Gay (defensa), C. Marrero (cierre), J. Beto (pivote), J. Limones (ala) y J. Clavería (portero). **Apunts de Educació Física y Deportes**, Barcelona, v. 65, p. 9, 2001.

MOURA, F. A.; SANTANA, J. E.; MARCHE, A. L.; AGUIAR, T. H.; RODRIGUES, A. C. M. A.; BARROS, R. M. L.; CUNHA, S. A. Quantitative Analysis of futsal players organization on the court. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 11, n. 2, p. 105-108, 2012.

MOURA, F. A.; MARTINS, L. E.; ANIDO, R. O.; RUFFINO, P. R.; BARROS, R. M.; CUNHA, S. A. A spectral analysis of team dynamics and tactics in Brazilian football. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 14, p. 1568-1577, 2013.

- OKAZAKI, V.; RODACKI, A.; OKAZAKI, F. O efeito da frequência da amostragem e da intensidade do filtro na análise cinemática. In: SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS DO SUL DO BRASIL, 16., 2004, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: CBCE, 2004.
- PERS, J.; KRISTAN, M.; PERSE, M.; KOVACIC, S.; BACA, A.; LAMES, M.; LYONS, K.; NEBEL, B.; WIEMEYER, J. Analysis of player motion in sport matches. In: DAUGSTUHL SEMINAR, COMPUTER SCIENCE IN SPORT-MISSION AND METHODS. 2008. p. 1-10. Disponível em: < <http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2008/1689> >.
- PERŠ, J.; BON, M.; KOVAÈIÈ, S.; ŠIBILA, M.; DE•MAN, B. Observation and analysis of large-scale human motion. **Human Movement Science**, v. 21, n. 2, p. 295-311, 2002.
- PERŠE, M.; KRISTAN, M.; KOVAÈIÈ, S.; VUÈKOVIÈ, G.; PERŠ, J. A trajectory-based analysis of coordinated team activity in a basketball game. **Computer Vision and Image Understanding**, v. 113, n. 5, p. 612-621, 2009.
- PETERSON, D. R.; BRONZINO, J. D. **Biomechanics: principles and applications**. Boca Raton: Taylor & Francis, 2007. v. 2. 357 p. ISBN 9781420008197.
- REILLY, T.; THOMAS, V. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. **Journal of Human Movement Studies**, v. 2, n. 2, p. 87-97, 1976.
- REILLY, T.; BANGSBO, J.; FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, n. 9, p. 669-683, 2000.
- REILLY, T.; GILBOURNE, D. Science and football: a review of applied research in the football codes. **Journal of Sports Sciences**, v. 21, n. 9, p. 693-705, 2003.
- RHODES, J.; MASON, B.; PERRAT, B.; SMITH, M.; GOOSEY-TOLFREY, V. The validity and reliability of a novel indoor player tracking system for use within wheelchair court sports. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 17, p. 1639-1647, 2014.
- RIVERO, P. J. F. **Técnicas de rastreamento e aplicações em análise cinemática de movimentos humanos**. 2004. 114 f. Tese (Doutorado

em Ciência da Computação) – Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil, 2004.

SAAD, M. A. **Estruturação das sessões de treinamento técnico-tático nos escalões de formação do futsal**. 2002. 112 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) — Centro de Desportos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2002.

SANTIAGO, P. R. P.; MOURA, F. A.; LIMA JÚNIOR, R. S.; BARBIERI, F. A.; CUNHA, S. A. Cálculo de acurácia em sistemas de cinemetria para análise do movimento humano. **Motriz (Suppl.)**, v. 13, n. 2, p. S212-S213.

SILVA, M. V.; GRECO, P. J. A influência dos métodos de ensino-aprendizagem-treinamento no desenvolvimento da inteligência e criatividade tática em atletas de futsal. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 23, n. 3, p. 297-307, 2009.

SOARES, B.-H.; TOURINHO FILHO, H. Análise da distância e intensidade dos deslocamentos, numa partida de futsal, nas diferentes posições de jogo. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 20, n. 2, p. 93-101, 2006.

STØLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLØFF, U. Physiology of soccer. **Sports Medicine**, v. 35, n. 6, p. 501-536, 2005.

TRAVASSOS, B.; ARAÚJO, D.; VILAR, L.; MCGARRY, T. Interpersonal coordination and ball dynamics in futsal (indoor football). **Human Movement Science**, v. 30, n. 6, p. 1245-1259, 2011.

TUBINO, M. J. G.; MOREIRA, S. B. **Metodología científica do treinamento desportivo**. Rio de Janeiro: Shape, 2003. v. 13. 462 p. ISBN 9788585253448.

VAN GOOL, D.; VAN GERVEN, D.; BOUTMANS, J. The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVIDS, K.; MURPHY, W. J. (Ed.). **Science and football**, London: Routledge, 1988. p. 51-59, 1988.

VIEIRA, L. H. P.; MILIONI, F.; BARBIERI, R. A.; MENEZES, R. P.; PAGNOCA, E. A.; MISUTA, M. S.; MOURA, F. A.; CUNHA, S. A.; SANTIAGO, P. R. P. Cálculo da acurácia na determinação das distâncias percorridas em um sistema de rastreamento automático de jogadores no futsal. In: BRAZILLIAN CONGRESS ON BIOMEDICAL

ENGINEERING, 24., 2014, Uberlândia, Minas Gerais. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Engenharia Biomédica, 2014.

VILAR, L.; ARAÚJO, D.; DAVIDS, K.; CORREIA, V.; ESTEVES, P. T. Spatial-temporal constraints on decision-making during shooting performance in the team sport of futsal. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 8, p. 840-846, 2013.

VILAR, L.; ARAÚJO, D.; DAVIDS, K.; TRAVASSOS, B.; DUARTE, R.; PARREIRA, J. Interpersonal coordination tendencies supporting the creation/prevention of goal scoring opportunities in futsal. **Eur. J. Sport Sci.**, v. 14, n. 1, p. 28-35, 2014a.

VILAR, L.; ARAÚJO, D.; TRAVASSOS, B.; DAVIDS, K. Coordination tendencies are shaped by attacker and defender interactions with the goal and the ball in futsal. **Human Movement Science**, v. 33, p. 14-24, 2014b.

VUĚKOVIÆ, G.; PERŠ, J.; JAMES, N.; HUGHES, M. Measurement error associated with the Sagit/squash computer tracking software. **Eur. J. Sport Sci.**, v. 10, n. 2, p. 129-140, 2010.

WITHERS, R.; MARICIC, Z.; WASILEWSKI, S.; KELLY, L. Match analysis of Australian professional soccer players. **J. Hum. Mov. Stud.**, v. 8, p. 159-176, 1982.

YUAN, X.; RYD, L.; BLANKEVOORT, L. Error propagation for relative motion determined from marker positions. **Journal of Biomechanics**, v. 30, n. 9, p. 989-992, 1997.

ZAGATTO, A. M.; BECK, W. R.; GOBATTO, C. A. Validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. **J. Strength Cond. Res.**, v. 23, n. 6, p. 1820-1827, 2009.

Endereço para correspondência:

Av. Bandeirantes, 3900 - Monte Alegre
14040-907 Ribeirão Preto, SP – Brasil
E-mail: luiz.vieira@usp.br