



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

ANA LORENA MARCHE

**CLASSIFICAÇÃO DA INTENSIDADE DE
ESFORÇOS EM JOGADORES DE FUTEBOL
PROFISSIONAL.**

Campinas
2016



ANA LORENA MARCHE

CLASSIFICAÇÃO DA INTENSIDADE DE ESFORÇOS EM JOGADORES DE FUTEBOL PROFISSIONAL.

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Doutora em Educação Física, área de concentração Biodinâmica do Movimento e Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Barreto Martins

Campinas
2016

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CAPES, 01-P-03945/2011

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação Física
Dulce Inês Leocádio dos Santos Augusto - CRB 8/4991

M332c Marche, Ana Lorena, 1985-
Classificação da intensidade de esforço em jogadores de futebol profissional / Ana Lorena Marche. – Campinas, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Luiz Eduardo Barreto Martins.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Futebol. 2. Intensidade. 3. Aceleração (Mecânica). 4. Velocidade. 5. Treinamento. I. Barreto Martins, Luiz Eduardo. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Efforts intensity classification in professional soccer players

Palavras-chave em inglês:

Soccer

Intensity

Acceleration (Mechanics)

Velocity

Training

Área de concentração: Biodinâmica do Movimento e Esporte

Titulação: Doutora em Educação Física

Banca examinadora:

Luciano Allegretti Mercadante

Sergio Augusto Cunha

Felipe Arruda Moura

Marcelo Papoti

Data de defesa: 24-02-2016

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

Comissão Examinadora

Luiz Eduardo Barreto Martins

Orientador

Luciano Allegretti Mercadante

Sergio Augusto Cunha

Felipe Arruda Moura

Marcelo Papoti

A Ata da Defesa foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora e consta no processo de vida acadêmica do aluno.

Dedicatória

Eu dedico esse trabalho aos meus pais, que sempre me apoiaram em tudo, e que me fizeram perceber que nada na vida é por acaso. Eu tenho que agradecer muito por terem colocado na minha vida dois pais maravilhosos que cuidaram tão bem de mim e com uma bondade enorme me adotaram e me amaram.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria muito de agradecer aos meus pais, pois sem eles nada disso seria possível. Fui privilegiada com uma educação maravilhosa e consegui me dedicar aos estudos. Minha mãe sempre foi minha maior incentivadora, sempre me apoiou e acreditou em mim.

Não posso esquecer dos meus tios, Cléria e José, pois sempre me ajudaram na minha vida acadêmica, sem eles eu não teria iniciado isso tudo e terminado meu doutorado. A minha família de Itatiba, que tem me ajudado bastante, é sempre bom aumentar a família, principalmente quando se ganha quatro sobrinhos maravilhosos, Julia, João, Maria Laura e Olívia.

A pessoa que me incentivou a entrar no mundo acadêmico, Sergio Cunha, que além de ter me ajudado e ensinado muita coisa, deste o período da graduação, me fez ver o futebol de outra maneira.

Ao meu orientador, Barreto, uma pessoa fantástica que sempre está disposto a ensinar, um entusiasta acadêmico, com uma simplicidade singular e maravilhosa.

Aos membros da minha banca, Luciano Mercadante e Marcelo Papoti pelas sugestões que tanto contribuíram com este trabalho. Um agradecimento especial para Felipe Moura, que também fez parte desta banca. Com certeza uma pessoa iluminada, nunca vi negar nada a ninguém, um dos maiores corações que eu já vi, além da paciência de me aguentar desde a época de faculdade, um grande amigo e orientador muitas vezes.

Aos meus amigos de Laboratório, Janaina, Mariana, Heber, Juliana Exel, Juliana Paris, Aline, Amanda, Milton, Juliana Landolfi, Marcio, Tiago, Natalia Feco (pelas inúmeras discussões acadêmicas, sempre muito construtivas), Ana Franscisca, Angélica, Karine, Fernanda. Em especial para uma amiga e tanto, praticamente uma irmã para todas as horas, Jerusa.

As minhas amigas babacas, companheiras de futsal com muita ousadia e alegria, Dani, Flavia, Ariane, Julia, Luana, Débs, Camis e Cintia.

As minhas amigas de infância, Lina, Nara, Sílvia, Andrea, Aline, Carol, Débora e Julia, sempre me aguentando de final de semana, me alegrando e fazendo a vida ser sempre melhor.

Marche, Ana Lorena. **Classificação da intensidade de esforços em jogadores de futebol profissional**. 2016. 70f. Tese de Doutorado - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi propor uma classificação de parte dos esforços realizados dos jogadores de futebol profissional durante jogos oficiais. Para isso foram gravadas quatro partidas da primeira divisão do campeonato brasileiro de 2008, por quatro câmeras digitais, com uma frequência de aquisição de 30 Hz, posicionadas em um local elevado do estádio. A trajetória dos jogadores durante a partida inteira foi obtida através do software Dvideo (FIGUEROA; LEITE; BARROS, 2006a, 2006b), que permite a medição semi-automática da posição dos jogadores. Em seguida, realizou-se a reconstrução 2D dos dados através do *software* Matlab®. Neste estudo foram analisados 53 jogadores que atuaram durante a partida inteira, excluindo-se os goleiros. As curvas de velocidade e aceleração foram obtidas através da derivação numérica dos dados suavizados das trajetórias. Os esforços dos jogadores foram definidos como sendo a fase propulsiva da movimentação, as acelerações positivas. Início do esforço foi definido como sendo o primeiro valor positivo de aceleração e o final como sendo o último valor positivo de aceleração. Para classificação dos esforços em categorias de intensidade, foram utilizadas três variáveis: velocidade pico, aceleração pico e potência. Cada variável foi dividida em cinco classes de intensidade com os seguintes percentis de distribuição: 0 a 60%, 61 a 80%, 81 a 89%, 90 a 94% e >94%. Os percentis foram escolhidos com base na distribuição dos dados na variável velocidade. A primeira e segunda classes foram escolhidas nos dois picos da distribuição, a terceira e a quarta, foram escolhidas através de dados da literatura acerca de limiares anaeróbicos e de velocidades máximas de jogadores de futebol. Nas variáveis aceleração e potência, a literatura traz poucas informações, por esta razão, foram utilizados os mesmos percentis de distribuição da variável velocidade pico. Após a divisão dos esforços em classes de intensidade para cada uma das três variáveis, foram contabilizadas as pontuações que cada esforço recebeu. Cada esforço recebeu três pontuações dependendo da classe de intensidade que ele pertencia em cada uma das variáveis, a somatória das três pontuações foi utilizada para classificação final dos esforços em cinco categorias de intensidade. Os resultados encontrados foram: número de esforços na categoria de intensidade 1 (477), número de esforços na Intensidade 2 (258), número de esforços na Intensidade 3 (118), número de esforços na Intensidade 4 (66), número de esforços na Intensidade 5 (62). A categoria cinco de intensidade é composta por 10 possibilidades de somatórias nas três variáveis analisadas. Os resultados mostraram que ao acrescentar as variáveis aceleração e potência na classificação, teve um aumento de 40% no número total de esforços nesta categoria. Além disso, esta divisão na última categoria mostrou que alguns esforços são realizados com baixas acelerações a altas velocidade, e vice e versa. Esta nova possibilidade de classificação se mostrou pertinente e mais específica com a realidade do jogo de futebol, desta maneira os preparadores físicos têm informações sobre o esforço exigido durante todo o jogo de futebol.

Palavras-Chaves: Futebol; Biomecânica; Aceleração; Velocidade; Treinamento

Marche, Ana Lorena. **Efforts intensity classification in professional soccer players**. 2016. 70f. Doctoral thesis - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

ABSTRACT

The aim of this study was to propose a part of classification of the efforts of the professional football players during official matches. a efforts intensity classification in professional soccer players during official matches. For these, four games of the first division Brazilian championship game was recorded by four stationary digital video cameras, with acquisition frequency of 30 Hz, positioned in the highest points of the stadium. Players' trajectories during the whole game were obtained through an automatic tracking method with Dvideo (FIGUEROA; LEITE; BARROS, 2006a, 2006b). These data were reconstructed in 2D and smoothed using Matlab® software. In this study 53 players that played the entire game were analyzed, excluding goalkeepers. The curves of velocity and acceleration were obtained by numerical derivation from the data of the smoothed trajectories. In this study, the players efforts were defined as the propulsive phase of movement, or positive accelerations. The beginning of the effort was defined as the first positive value and the final as the acceleration as the last positive acceleration value. For classification efforts in intensity categories, three variables were used: peak velocity, acceleration and power output. Each of these variables were divided into five classes' intensity percentiles to the following distribution: 0 to 60%, 61-80%, 81 to 89% 90 to 94% and > 94%. The percentiles were chosen based on the velocity distribution data. The first and second classes were chosen in the two peaks of distribution, the third and fourth, were chosen through literature data about soccer player's anaerobic threshold and maximum speeds. In the variable acceleration and power output, the literature provides little information, for this reason, the same percentile distribution of the variable velocity peak were used. After effort in intensity division in classes for each of the three variables, each effort-received scores and were recorded. Every effort received three scores depending on the intensity class it belongs for each variable. The sum of the three scores was used for the final classification of efforts five intensity categories. The results found were: number of efforts in category 1 of intensity (477), number of efforts in category 2 of intensity (258), number of efforts in category 3 of intensity (118), number of efforts in category 4 of intensity (66), number of efforts in category 5 of intensity (62). The category five of intensity consists of 10 possibilities for summing the three variables. The results showed that by adding the variables acceleration and power output in the classification, had a 40% increase in the total number of efforts in this category. Moreover, this division in the latter category showed that some efforts are made with high accelerations with low speed, and vice versa. This new possibility of classification proved relevant and more specific with the reality of the football game, so the trainers have information about the effort required throughout the football game.

Keywords: Soccer, Biomechanics; Acceleration; Velocity; Training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo das Imagens das quatro câmeras posicionadas no ponto mais alto do estádio (Marche, 2011).	28
Figura 2 – Definição dos esforços de acordo com a quantificação feita por este estudo.	32
Figura 3 – Definição dos esforços de acordo com a quantificação feita por este estudo, com velocidade no eixo x.	33
Figura 4 – Alguns exemplos de esforços de acordo com a definição feita por este estudo.	34
Figura 5 – Exemplo de um esforço que foi considerado como sendo um só.	35
Figura 6 – Variáveis calculadas para caracterização dos esforços.	37
Figura 7 – histograma dos valores de velocidade máxima encontrados em cada um dos esforços realizados pelos 53 jogadores.	38
Figura 8 – histograma dos valores de velocidade picos encontrados em cada um dos esforços realizados pelos 53 jogadores, divididos em 100 classes iguais. A linha vermelha mostra a delimitação das classes de intensidade 1 e 2 determinadas na variável velocidade.	39
Figura 9 – histograma dos valores de velocidade pico encontrados em cada um dos esforços realizados pelos 53 jogadores, as linhas vermelhas mostram a delimitação das classes de intensidade 1 a 5.	40
Figura 10 – histograma dos valores de aceleração pico encontrados em cada um dos esforços realizados pelos 53 jogadores, as linhas vermelhas mostram a delimitação das faixas de intensidade 1 a 5.	41
Figura 11 – histograma dos valores de área encontrados em cada um dos esforços realizados pelos 53 jogadores, as linhas vermelhas mostram a delimitação das faixas de intensidade 1 a 5 determinadas na variável área.	42
Figura 12 – Exemplo dos esforços realizados por um jogador durante o primeiro tempo de um jogo. Os esforços estão divididos nas 5 categorias de intensidade adotadas no presente trabalho.	44
Figura 13 – Exemplo dos esforços realizados por um jogador durante o primeiro tempo de um jogo. Os esforços estão divididos nas 5 categorias de intensidade. Figura 12 a. Esforços da categoria 1 de intensidade. Figura 12 b. Esforços da categoria 2 de intensidade.	45
Figura 14 – Representação da distribuição dos números de esforços realizados por cada jogador nas cinco categorias de intensidade propostas.	50
Figura 15 – Representação das distribuições dos números de esforços realizados pelos 53 jogadores em cada uma das dez possibilidades de deslocamento na maior categoria de intensidade.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média de deslocamentos de jogadores de futebol, em cada uma das suas posições para cada uma das faixas de velocidade escolhidas por Bangsbo et al. (1991)	17
Tabela 2 – Média de deslocamentos de jogadores de futebol para cada uma das faixas de velocidade escolhidas por Mohr et al. (2003)	19
Tabela 3 - número de esforços realizados pelos jogadores em cada uma das divisões de intensidade propostas por Varley et al (2013)	21
Tabela 4 - Descrição dos trabalhos apresentados na revisão de literatura que utilizaram velocidade para divisão de intensidade.	24
Tabela 5 - Descrição dos trabalhos apresentados na revisão de literatura que além da velocidade, utilizaram a aceleração e potência como variáveis de divisão das intensidades. ...	25
Tabela 6 – Descrição dos Jogos analisados.....	27
Tabela 7 – Quantidade de Jogadores em cada uma das cinco posições	30
Tabela 8– Divisão das cinco classes de intensidade nas três variáveis analisadas no presente estudo.....	43
Tabela 9 – Divisão das categorias de intensidade proposta no presente trabalho.	44
Tabela 10–Possibilidades de classes nas três variáveis para compor a categoria cinco de alta intensidade	47
Tabela 11– Número de deslocamento propulsivos realizados pelos 53 jogadores nas cinco categorias de intensidade propostas no presente trabalho.	49
Tabela 12 – Número de deslocamento propulsivos realizados pelos 53 jogadores, distância e tempo de cada esforço nas dez possibilidades de deslocamento na categoria de maior intensidade.	51
Tabela 13 – Aceleração média e porcentagem com relação ao teste RAST em cada uma das 5 classes de divisão.....	56

SUMÁRIO

1 Introdução.....	12
2 Revisão de Literatura.....	16
3 Objetivos.....	26
4 Métodos	27
4.1 Coleta de dados.....	27
4.2 Obtenção dos dados	28
4.2.1 Sincronização e Calibração	28
4.2.2 Rastreamento e Reconstrução 2D	29
4.3 Jogadores	30
4.4 Tratamento dos dados	30
4.5 Definição dos esforços	32
4.5 Classificação dos esforços	35
4.5.1 Cálculo das variáveis	35
4.5.2 Classificação em classes de intensidade nas três variáveis	37
4.5.3 Classificação dos esforços	43
4.6 Detalhamento da categoria cinco (alta intensidade)	46
4.7 Análise Estatística	48
5 Resultados.....	49
5.1 Caracterização dos esforços.....	49
6 Discussão	53
6.1 Classificação dos esforços	54
6.2 Resultados encontrados	57
7 Conclusão	63
8 Referências	64

1 Introdução

Dados sobre as demandas físicas de atletas de futebol em competição são importantes para que treinadores e preparadores físicos tenham mais subsídios para elaborar programas de treinamentos físicos mais específicos em relação à atividade competitiva (MARCHE, 2010). Essas demandas podem ser caracterizadas pela distância percorrida, velocidade e aceleração instantânea dos jogadores durante partidas oficiais. O desenvolvimento tecnológico dos últimos anos e o incremento de programas computacionais tem possibilitado a obtenção de dados quantitativos pertinentes à caracterização das demandas físicas durante o jogo de futebol para a aplicação nos treinos (HOFF; HELGERUD, 2004; HOFF, 2005).

Os estudos observaram que o jogador de futebol de alto nível percorre em média de 9 a 11 km, realizando por volta de 1263 deslocamentos (ações que o jogador realiza variando a posição em campo, ou seja, andar, trotar e correr) durante uma partida (BANGSBO; NORREGAARD; THORSO, 1991; BARROS et al., 2007; CARLING, 2013; DI SALVO et al., 2007; IMPELLIZZERI et al., 2008; MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003; VARLEY et al., 2013). A maior parte do tempo, 70% do jogo, o jogador passa em atividades como andando e trotando, ou seja, em atividades de baixa intensidade, submáximas, mostrando que existe um predomínio de sistema aeróbio dos jogadores durante uma partida (DI PRAMPERO; BOTTER; OSGNACH, 2014; DI SALVO et al., 2009; MARCHE, 2010; OSGNACH et al., 2010; VARLEY et al., 2013)

No entanto, o jogo de futebol é um exercício intermitente, pois envolve alternância entre corridas de baixa, média e alta intensidade (MARCHE, 2010; VIGNE et al., 2010). Estudos relatam que as corridas de alta intensidade são decisivas para uma partida de futebol, pois estão altamente relacionados com o resultado dela (DI SALVO et al., 2009). Elas acontecem em momentos importantes, como por exemplo, no momento que uma equipe está realizando um ataque (finalização) e os jogadores envolvidos se movimentam para saírem da marcação e realizar o ataque. Por consequência, os marcadores da equipe adversária precisam acompanhar os atacantes para poderem impedir o ataque e recuperar a posse de bola.

O conhecimento de como ocorrem as alternâncias entre as atividades de baixa, média e alta intensidade pode ajudar na composição do perfil das demandas físicas do jogador. Dados como o número de deslocamentos acima de velocidades de limiares, tempo entre cada um destes

deslocamentos e tempo para realizar um deslocamento em alta velocidade, mostraram que os jogadores também utilizam substratos do sistema anaeróbio durante o jogo. Esses substratos irão fornecer energia para o jogador realizar esforços de alta intensidade durante todo o jogo. Em média as atividades de alta intensidade representam 30% do jogo e o jogador de futebol realiza aproximadamente 150 a 250 ações em exercícios de alta intensidade (OSGNACH et al., 2010; VIGNE et al., 2010).

Para analisar a intensidade das ações dos jogadores durante uma partida, normalmente os deslocamentos são classificados de acordo com a velocidade com que eles ocorrem durante o jogo (CARLING et al., 2008). As categorias de movimento usualmente utilizadas pelos autores são: andando, trotando, corrida de baixa intensidade, corrida de média intensidade, corrida de alta intensidade e *sprints* (BARROS et al., 2007; CARLING et al., 2008; DI SALVO et al., 2007; HUNTER et al., 2015; OSGNACH et al., 2010; VIGNE et al., 2010).

Muitas destas categorias de velocidade foram estabelecidas usando limiares fisiológicos como, limiares anaeróbicos (Lan), consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) e máxima velocidade atingidas em testes laboratoriais (ABT; LOVELL, 2009; HUNTER et al., 2015; LOVELL; ABT, 2013). Através desta relação, os autores estabeleceram as intensidades destes movimentos, ou seja, caso o jogador realize um movimento acima de velocidades consideradas de limiares de alta intensidade (Lan e VO_{2max}), o jogador estaria realizando uma atividade de alta intensidade.

A grande maioria dos artigos utiliza apenas a velocidade para determinar o perfil de intensidade de jogadores de futebol, porém poucos autores levam em consideração um elemento essencial do futebol, acelerações e desacelerações (OSGNACH et al., 2010). Os estudos voltaram sua atenção para acelerações apenas recentemente, pois mostrando sua validade são recentes (BUCHHEIT et al., 2014; JOHNSTON et al., 2015; VARLEY; FAIRWEATHER; AUGHEY, 2012).

O maior gasto energético não é apenas realizado quando um jogador está em velocidade alta, ele acontece também quando o jogador realiza movimentos com acelerações altas (ARDIGÒ et al., 2015; DI PRAMPERO; BOTTER; OSGNACH, 2014; DI PRAMPERO et al., 2005; OSGNACH et al., 2010; VARLEY et al., 2013).

Durante um esforço máximo de 5 segundos, não apenas 50% do trabalho total é atingido nos primeiros 1,5 segundos, mas também a potência no início é 40 % maior que a potência para realizar o resto da tarefa, mostrando a importância de se analisar as acelerações durante o deslocamento dos jogadores em campo (VARLEY et al., 2013). Acelerar não só é uma tarefa

metabolicamente exigente, além disso, ela não necessita ocorrer a uma alta velocidade para ser fisicamente exigente (OSGNACH et al., 2010; VARLEY et al., 2013). Análises de movimento que excluem acelerações, subestimam os esforços de alta intensidade que os jogadores de futebol realizam durante um jogo, pois eles aceleram a partir de uma velocidade baixa com muita frequência (BRADLEY et al., 2009; DWYER; GABBETT, 2012; SAMPSON; FULLAGAR; GABBETT, 2014; VARLEY et al., 2013).

Outra forma de determinar o perfil de intensidade dos jogadores de futebol durante uma partida, é através do cálculo da energia gasta por eles para realizar cada um dos deslocamentos do jogo. Di Prampero et al. (2005) e Osgnach et al. (2010) desenvolveram um modelo teórico que analisa a demanda metabólica dos jogadores. Este modelo considera que acelerar em um terreno plano é equivalente a correr na subida em velocidades constantes. A energia gasta para correr na subida em velocidades constantes é conhecida, desta maneira é possível estimar a energia gasta em cada instante através de dados de velocidade e aceleração. Estes trabalhos mostraram que o gasto energético para acelerar um corpo parado é muito alto (OSGNACH et al., 2010). Segundo os autores, alta intensidade demonstrada como potência, mostra que a intensidade dos jogadores é duas a três vezes maior que os estudos que a intensidade é baseada apenas na velocidade.

A frequência cardíaca dos jogadores durante jogos e treinos também já foi utilizada para determinação perfil de intensidade. Normalmente as faixas de intensidade são distribuídas com relação a porcentagem da frequência cardíaca máxima que o jogador atinge em testes físicos (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013; CASTAGNA et al., 2011; STOLEN et al., 2005). Porém o uso de frequencímetro durante partidas oficiais é proibido pela FIFA, portanto sua utilização é maior em controle de treinos.

Alguns autores fizeram a junção de duas variáveis ao analisar as maiores intensidades atingidas pelos jogadores de futebol (DWYER; GABBETT, 2012; VARLEY; GABBETT; AUGHEY, 2013; VARLEY et al., 2013). Eles consideraram que o jogador de futebol só estaria em alta intensidade durante a partida, a partir do momento que ele atingisse velocidades consideradas de alta intensidade e aceleração que também eram consideradas de alta intensidade para os jogadores.

Caracterizar o esforço de um jogador utilizando apenas uma variável, ou utilizando variáveis separadas, não caracteriza de fato o que aconteceu durante um deslocamento do jogador durante uma partida. Durante um deslocamento todas as variáveis acontecem ao mesmo

tempo, portanto caracterizar os deslocamentos dos jogadores utilizando mais de uma variável é fornecer informações mais específicas com a realidade do jogo (DWYER; GABBETT, 2012).

Contudo, na literatura estudada, apenas alguns trabalhos fizeram a análise dos deslocamentos através de duas variáveis (velocidade e aceleração) ao mesmo tempo, porém apenas nas velocidades e acelerações altas (DWYER; GABBETT, 2012; VARLEY; GABBETT; AUGHEY, 2013; VARLEY et al., 2013). Nenhum estudo da literatura classificou os perfis de intensidade dos esforços realizados pelos jogadores de futebol durante uma partida, que levasse em consideração mais de duas variáveis ao mesmo tempo e que a classificação fosse realizada para todas as categorias de intensidade que o jogador realiza.

Foram apresentadas acima algumas especificações relacionadas às classificações dos esforços de jogadores de futebol que ainda não foram elucidadas. Desta forma, este estudo buscou responder estas e outras questões, propondo uma nova forma de classificação de esforços de jogadores de futebol, analisando quatro jogos da primeira divisão do Campeonato Brasileiro de Futebol, através do sistema Dvideo.

2 Revisão de Literatura

Uma considerável quantidade de pesquisas analisou os perfis de movimento dos jogadores de futebol durante jogos oficiais com a intenção de classifica-los em categorias de intensidade. Esses dados são de grande interesse para preparadores físicos na hora de prescrever treinamento e testes de avaliação física para jogadores de futebol. As principais variáveis analisadas pela maioria dos autores para classificação dos deslocamentos dos jogadores em campo em categorias de intensidade são: distância percorrida em faixas de velocidade, número de deslocamentos nas categorias de velocidade, porcentagem de tempo nas categorias de intensidade, número de corridas de alta intensidade com aceleração baixa e alta, número de deslocamentos em faixas de acelerações e gasto de energia e potência durante os deslocamentos. Deste modo, serão descritos abaixo trabalhos que classificam os perfis de deslocamentos em categorias de intensidade de jogadores de futebol através de diferentes metodologias.

Um dos primeiros trabalhos a classificar os perfis de deslocamento realizados pelos jogadores em categorias de intensidade, foi o famoso trabalho realizado por Bangsbo et al. (1991). Os autores analisaram, através de estimativa visual, 14 jogadores em 34 partidas da liga dinamarquesa de futebol e dividiram a movimentação dos jogadores em categorias de velocidade, com a intenção de classificar as movimentações em faixas de intensidade. As velocidades foram divididas nas seguintes categorias: parado (0 m/s), andando (0 até 1,7 m/s), trotando (1,7 até 2,2 m/s), corrida de baixa velocidade (2,2 até 3,3 m/s), corrida de média velocidade (3,3 até 4,2 m/s), corrida de alta velocidade (4,2 até 5 m/s), Sprint (5 até 8,3 m/s) e corridas para trás (até 2,7 m/s). Foram calculados os números de deslocamentos e a média de duração de cada deslocamento para cada uma das faixas de velocidade, os resultados encontrados podem ser observados na Tabela 1. Os autores dividiram os jogadores em três posições no campo: zagueiros, meio-campistas e atacantes. Os resultados mostraram que os meio-campistas realizam um número maior de deslocamentos nas corridas de baixa intensidade que zagueiros e atacantes, porém eles percorrem uma distância maior.

Tabela 1 – Média de deslocamentos de jogadores de futebol, em cada uma das suas posições para cada uma das faixas de velocidade escolhidas por Bangsbo et al. (1991) .

	Parado (0 m/s)	Andando (0 até 1,7 m/s)	Trotando (1,7 até 2,2 m/s)	Corrida de baixa velocidade (2,2 até 3,3 m/s)	Corridas para trás (até 2,7 m/s)	Corrida de média velocidade (3,3 até 4,2 m/s)	Corrida de alta velocidade (4,2 até 5 m/s)	Sprint (5 até 8,3 m/s)	Total
Número de deslocamentos (Todos Jogadores)	122	329	253	251	26	120	57	19	1179
Zagueiros	158	354	268	210	37	106	41	16	1192
Meio-campistas	97	317	257	277	30	127	58	17	1190
Atacantes	125	330	229	231	6	120	69	24	1140
Média de duração de cada deslocamento (s) (Todos Jogadores)	7,8	6,7	3,5	3,5	3,6	2,5	2,1	2	4,5
Zagueiros	7,4	6,4	3,2	2,9	2,4	2,7	2,4	2,0	4,5
Meio-campistas	8,0	6,4	3,7	4,0	2,6	2,3	2,0	2,1	4,5
Atacantes	7,7	7,4	3,2	3,3	7,5	2,5	2,0	1,7	4,7

Mohr, et al. (2003) tiveram como objetivo analisar o desempenho físico durante partidas de futebol com relação ao desenvolvimento da fadiga. Para a análise, os autores utilizaram o método de estimativa visual e avaliaram 18 jogadores profissionais durante 27 partidas da Liga Italiana de futebol. Os autores dividiram os deslocamentos dos jogadores em 5 categorias de intensidade, levando em conta a velocidade, parado (0 m/s), andando (0 até 1,7 m/s), trotando (1,7 até 2,2 m/s), corrida de baixa velocidade (2,2 até 3,3 m/s), corrida de média velocidade (3,3 até 4,2 m/s), corrida de alta velocidade (4,2 até 5 m/s), Sprint (5 até 8,3 m/s) e corridas para trás (até 2,7 m/s) e corridas para trás (até 2,7 m/s). Foram calculados os números de deslocamentos, tempo médio de cada deslocamento e a porcentagem do tempo em cada uma das faixas de velocidade para todos jogares, além disso as variáveis foram calculadas para as diferentes posições dos jogadores em campo, zagueiros, laterais, meias e atacantes. A Tabela 2 mostra os resultados encontrados pelos autores. Quando comparado o total das distâncias percorridas em alta velocidade entre as diferentes posições dos jogadores em campo, os autores encontraram que, atacantes (690 ± 80 m) e laterais (640 ± 60 m) percorreram uma distância maior do que os meias (440 ± 40 m) e zagueiros (440 ± 30 m).

Tabela 2 – Média de deslocamentos de jogadores de futebol para cada uma das faixas de velocidade escolhidas por Mohr et al. (2003)

	Parado (0 m/s)	Andando (0 até 1,7 m/s)	Trotando (1,7 até 2,2 m/s)	Corrida de baixa velocidade (2,2 até 3,3 m/s)	Corridas para trás (até 2,7 m/s)	Corrida de média velocidade (3,3 até 4,2 m/s)	Corrida de alta velocidade (4,2 até 5 m/s)	Sprint (5 até 8,3 m/s)	Total
Número de deslocamentos	163±6	379±10	316±15	198±8	73±4	109±7	69±5	39±2	1346±34
Média de duração de cada deslocamento (s)	7,0±0,4	6,4±0,3	3,0±0,1	2,6±0,0	2,7±0,1	2,2±0,0	2,1±0,0	2,0±0,0	3,5±0,1
Porcentagem do tempo (%)	19,5±0,7	41,8±0,9	16,7±0,9	9,5±0,4	3,7±0,3	4,5±0,3	2,8±0,2	1,4±0,1	100.0

Di Salvo et al. (2009) tiveram como objetivo analisar variáveis com relação as corridas de alta velocidade, que foram consideradas como sendo a mais alta intensidade realizada pelos jogadores durante um jogo de futebol. Para isto, os autores analisaram 563 jogadores em 1140 jogos da Liga Inglesa de Futebol durante as temporadas 2003 a 2006, utilizando o sistema computadorizado Prozone®. Cada jogador participou, em média, de pelo menos oito partidas analisadas pelo trabalho. Este trabalho considerou que uma corrida de alta intensidade era quando o jogador ultrapassava a velocidade de 7,0 m/s, que foi chamado de *sprint*. Os resultados mostraram que o número total de *sprints* realizados pelos jogadores foi de 32 ± 8 . Além disso, os autores encontraram que os meias são os que mais realizam *sprints* em relação às outras posições, enquanto os zagueiros são os que menos realizam *sprints*. Segundo os autores, as distâncias percorridas em cada *sprint* tende a ser curtas (até 10 m). Comparando entre períodos de jogo e entre posições, foi observado que os meias e os atacantes têm uma queda significativa da distância percorrida total em alta velocidade do primeiro para o segundo tempo. Entretanto, zagueiros e volantes aumentaram suas distâncias do primeiro para o segundo tempo. Neste estudo, os autores também dividiram os deslocamentos em *sprint* em duas formas, *sprints* rápidos (altas acelerações, - de 0,5 segundos) e *sprints* lentos (baixas acelerações, + de 0,5 segundos). Foram encontraram que apenas 30% dos *sprints* eram com acelerações altas e 70% com acelerações baixas.

Vigne et al (2010) analisaram o perfil de atividade de 25 jogadores durante 20 jogos da primeira divisão da Liga Italiana de Futebol, 6 jogos da Liga dos Campeões da Europa e 4 jogos Copa Italiana, durante a temporada 2004-2005. Para a análise os autores utilizaram sistema de análise computadorizado SICS® (Bassano Del Grappa, Italy). Neste estudo, os autores dividiram a distância percorrida em 5 categorias de velocidade: andando (< 1,4 m/s); trotando (1,4 – 3,6 m/s); velocidade abaixo do limiar anaeróbico (3,6 – 4,4 m/s); velocidade acima do limiar (4,4 – 5,3 m/s); *sprint* (> 5,3 m/s). Além disso, este estudo calculou o número de vezes que os jogadores realizaram um deslocamento nas categorias velocidade acima do limiar e *sprint*. Os resultados apresentados pelos autores foram que os jogadores percorreram em média 8929,8 metros durante o jogo inteiro, e percorreram 3477,9 metros na categoria andando, 2631,2 metros na categoria trotando, 1192,2 metros na categoria de velocidade abaixo do limiar anaeróbico, 750,6 metros na categoria de velocidade acima do limiar anaeróbico e 878,1 metros na categoria *sprint*. Os jogadores realizaram em média 177,96 deslocamentos nas categorias velocidade acima do limiar e *sprint* e 97,01 e 80,95 deslocamentos em cada uma delas, respectivamente. Além disso, os autores observaram que 93%

das corridas de alta intensidade realizadas pelos jogadores foram entre 2 e 19 m e a duração de cada uma dessas corridas foram em média de 2,2 segundos. Este estudo também analisou o tempo entre cada *sprint*, e foi observado que 85% das ocorrências o tempo ficou entre 2 e 60 segundos.

Um dos poucos trabalhos que voltaram sua atenção para aceleração é o de Varley et al. (2013), os autores analisaram o perfil de aceleração de 29 jogadores de futebol australiano durante 34 partidas na temporada 2010-2011 da Liga Australiana de Futebol. Para a análise os autores utilizaram o sistema de GPS (SPI Pro, GPSports, Australia) com frequência de aquisição de 5 Hz. Os autores dividiram os movimentos nas seguintes categorias: corrida de alta velocidade (>4.17 m/s); *sprint* (>6.94 m/s); Aceleração máxima (>2.78 m/s²); Atividade de alta intensidade (>4.17 m/s e >2.78 m/s²); Aceleração de baixa velocidade (<4.17 m/s e >2.78 m/s²). As variáveis foram calculadas para os jogadores nas seguintes divisões das posições: zagueiros, laterais, volantes, meias e atacantes, os resultados encontrados são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - número de esforços realizados pelos jogadores em cada uma das divisões de intensidade propostas por Varley et al (2013)

	Total	Zagueiro	Lateral	Volante	Meia	Atacante
Corrida da alta velocidade (>4.17 m/s)	130±29	104±28	156±22	125±41	141±31	127±23
Sprint (>6.94 m/s)	8,6±4,4	5±3	12±5	4±4	8±4	14±6
Aceleração Máxima (>2.78 m/s²)	68±18	56±18	90±15	60±20	65±18	69±19
Atividade de alta intensidade (>4.17 m/s e >2.78 m/s²)	178,2±38,4	145±38	220±29	167±51	186±41	173±33
Aceleração de baixa velocidade (<4.17 m/s e >2.78 m/s²)	47,4±14	40±14	64±13	42±14	45±14	46±15

Além disso, este estudo calculou a velocidade de início e fim de cada uma das acelerações realizadas pelos jogadores. Os autores acharam que 45% das acelerações máximas começam com velocidades menores que 1 m/s, 30 % começam entre 1 e 2 m/s, 14% começam entre 2 e 3 m/s, 6% entre 3 e 4 m/s e 2% acima de 4 m/s.

Osgnach et al. (2010) utilizaram em seu estudo o sistema de análise computadorizado SICS®, para analisar 399 jogadores, de 20 diferentes equipes, durante 56 partidas da primeira divisão inglesa na temporada de 2007-2008. Neste estudo os autores analisaram a demanda metabólica dos jogadores através de equações que consideram energeticamente equivalente na subida em velocidades constante com corridas em acelerações altas em terrenos planos (campo de futebol). Desta maneira eles calcularam a potência instantânea que o jogador tem com dados de aceleração. Os autores dividiram as variáveis, velocidade, aceleração e potência em 5 faixas de intensidade. Velocidade: andando (0 até 2,2 m/s), trotando (2,3 até 3,6 m/s), corrida de baixa velocidade (3,6 até 4,4 m/s), corrida de média velocidade (4,4 até 5,3 m/s), corrida de alta velocidade (5,3 até 6,1 m/s), corrida de máxima velocidade (> 6,1 m/s). Aceleração: baixa aceleração (0 até 1 m/s²), média aceleração (1 até 2 m/s²), alta aceleração (2 até 3 m/s²), máxima aceleração (> 3 m/s²). Potência: baixa potência (0 até 10 W/kg), média potência (10 até 20 W/kg), alta potência (20 até 35 W/kg), potência elevada (35 até 55 W/kg), máxima potência (0 até 10 W/kg). Foram calculados a distância percorrida e tempo gasto em cada uma das divisões. Além disso, os autores calcularam a energia gasta em cada categoria de aceleração e potência. Os autores calcularam que a energia gasta para acelerar um corpo a mais de 3 m/s² é maior que 17 J/Kg.m, mostrando que acelerações alta tem um gasto energético muito alto. A média da energia gasta pelos jogadores durante o jogo todo foi de 61,1 KJ/Kg. Considerando corrida de alta intensidade acima de 4,4 m/s, a distância percorrida acima desta velocidade representa 18% da distância percorrida total, já considerando alta intensidade como sendo potências acima de 20 kJ/Kg, 42% da potência realizada durante o jogo são acima deste limiar.

Os estudos citados acima fizeram uma análise dos perfis de deslocamento dos jogadores de futebol durante jogos oficiais com a intenção de classifica-los em categorias de intensidade. Foram utilizadas algumas variáveis para classifica-los, a principal delas foi a velocidade. As tabelas 4 e 5 mostram um resumo dos resultados dos trabalhos apresentados nesta revisão, além de mostrar qual sistema cada autor utilizou e a quantidade de jogos e jogadores analisados.

No entanto, percebe-se que há diferenças nas definições de faixas de velocidade e acelerações. Em outras palavras, alguns autores definem diferentes velocidades para dividir as faixas de intensidade, exemplo, as altas intensidades, na velocidade, são consideradas corridas acima de 5,3 m/s enquanto outros sugerem acima de 6.4, 7 ou 8.3 m/s. Além da diferença na classificação das faixas, existe uma dificuldade na literatura em classificar diferentes tipos de

intensidade, principalmente que leve em conta diversas variáveis, ou seja, cada variável ter um peso para fazer uma classificação geral. O que normalmente ocorre é a classificação de intensidade ser feita para cada variável, velocidade, aceleração, energia ou potência, isoladamente. Porém, para realizar um deslocamento durante o jogo, essas variáveis ocorrem ao mesmo tempo.

Deste modo, o presente estudo esteve voltado em propor uma nova classificação dos esforços de jogadores de futebol profissional durante jogos oficiais, que leve em conta algumas variáveis ao mesmo tempo. A classificação se preocupou também em observar a existência de alguma relação dos perfis de deslocamento dos jogadores com a posição tática exercida por eles dentro de campo. Para isto, as análises foram realizadas em quatro jogos da primeira divisão do campeonato brasileiro de futebol, através do sistema computadorizado Dvideo (FIGUEROA; LEITE; BARROS, 2006a, 2006b)

Tabela 4 - Descrição dos trabalhos apresentados na revisão de literatura que utilizaram velocidade para divisão de intensidade.

Autores	Sistema	Tipo de Sistema	Números de jogadores Analisados	Número de partidas Analisadas	Divisão de intensidade por faixa de velocidade
Bangsbo et al (1991)	Estimativa Visual		14	34	Parado, Andando, Trotando, Corrida de baixa velocidade, corridas para trás, corridas de media velocidade, corridas alta velocidade e sprints
Morh et al. (2003)	Estimativa Visual		18	27	Parado, Andando, Trotando, Corrida de baixa velocidade, corridas para trás, corridas de media velocidade, corridas alta velocidade e sprints
Di Salvo et al. (2009)	Tracking Automático	Prozone®	563	1140	Corridas de alta intensidade, sprints, sprints rápidos e sprints lentos
Vigne et al. (2010)	GPS	SICS	25	30	Andando, trotando, velocidade abaixo do limiar anaeróbico, velocidade acima do limiar, sprints.

Tabela 5 - Descrição dos trabalhos apresentados na revisão de literatura que além da velocidade, utilizaram a aceleração e potência como variáveis de divisão das intensidades.

Autores	Sistema	Tipo de Sistema	Números de jogadores Analisados	Número de partidas Analisadas	Divisão de intensidade por faixa de aceleração e velocidade	Divisão de intensidade por faixa de aceleração, velocidade e potência.
Varley et al. (2013)	GPS	SPI Elite	29	34	Corrida de alta velocidade; Sprint; Aceleração máxima, Atividade de alta intensidade, Aceleração de baixa velocidade.	
Osgnach et al. (2010)	Tracking Automático	SICS®	399	56		Andando, trotando, corrida de baixa velocidade, corrida de média velocidade, corrida de alta velocidade, corrida de máxima velocidade; baixa aceleração, média aceleração, alta aceleração, máxima aceleração, baixa potência, média potência, alta potência, potência elevada, máxima potência

3 Objetivos

Objetivo geral

- Propor uma classificação de intensidade dos esforços de jogadores de futebol profissional, por meio dos deslocamentos com acelerações positivas, a fase propulsiva dos deslocamentos.

Objetivos específicos

- Estabelecer categorias de intensidade através de três variáveis (velocidade, aceleração e potência);

- Detalhar a categoria máxima de intensidade nas três variáveis analisadas.

4 Métodos

Neste estudo foi utilizado o sistema Dvideo (FIGUEROA, LEITE e BARROS, 2006a; b) visando a obtenção das coordenadas 2D de cada jogador em função do tempo. Em seguida, o *software* Matlab® 7.5 foi usado para o desenvolvimento de algoritmos para o tratamento de dados.

4.1 Coleta de dados

Os dados foram coletados em quatro partidas da primeira divisão do campeonato brasileiro de futebol. A tabela 2 mostra a descrição de cada jogo analisado, com a data do jogo, a frequência de aquisição e o número de câmeras utilizadas em cada uma das coletas dos jogos.

Tabela 6 – Descrição dos Jogos analisados

	Data do Jogo	Estádio	Frequência de Aquisição	Número de Câmeras
Jogo 1	18/05/2008	Joaquim Américo Guimarães	30	4
Jogo 2	29/06/2008	Joaquim Américo Guimarães	30	4
Jogo 3	03/08/2008	Joaquim Américo Guimarães	30	6
Jogo 4	31/08/2008	Joaquim Américo Guimarães	30	6

Em todos os jogos analisados, as câmeras utilizadas eram digitais e foram posicionadas em um ponto alto do estádio, onde cada câmera filmava uma determinada região do campo, de forma que todas juntas enquadrassem o campo inteiro. Um exemplo das imagens das câmeras está na Figura 1.



Figura 1 - Exemplo das Imagens das quatro câmeras posicionadas no ponto mais alto do estádio (Marche, 2011).

Os vídeos foram transferidos para o computador através de uma placa de captura, onde foram criados arquivos de formato AVI (*Audio Video Interleaved*) com resolução de 480 linhas por 720 colunas.

4.2 Obtenção dos dados

4.2.1 Sincronização e Calibração

Após os vídeos serem capturados para o computador, foi realizado o procedimento de sincronização das imagens, que é feito através de eventos comuns, identificados em cada uma das câmeras, em vários momentos da partida.

O movimento estudado refere-se ao deslocamento de atletas em função do tempo durante uma partida. Assim, para a descrição do movimento do jogador, considera-se a projeção do centro de massa jogador sobre o plano do campo. Sobre esse plano foi definido um sistema de

coordenadas (x,y) , onde o eixo x aponta na direção do comprimento do campo e y na direção da largura do campo. Cada câmera foi calibrada usando pontos (10 pontos em média) previamente conhecidos no sistema de coordenadas (x,y) e suas coordenadas correspondentes no plano da imagem (ex: linhas laterais, grande área, linha do meio campo, etc.). As coordenadas x e y de cada ponto do campo foram medidas antes do início de cada partida.

4.2.2 Rastreamento e Reconstrução 2D

Para a realização da medição foi utilizado o software Dvideo (FIGUEROA, LEITE e BARROS, 2006a; b). A medição consistiu em obter as coordenadas bidimensionais, de tela, da posição de cada jogador durante a sequência de imagens. A medição pode ocorrer de maneira automática ou manual. A medição automática envolve os processos de segmentação e rastreamento que possibilitam que um determinado jogador seja identificado nos quadros que formam a sequência de imagens. O processo de segmentação está descrito nos artigos de Figueroa, Leite e Barros, (2006a; b).

Após o processo de segmentação a medição foi realizada para cada jogador separadamente. Segundo Figueroa, Leite e Barros, (2006a; b), a porcentagem de rastreamento automático utilizado no sistema é de 94%.

A medição manual foi realizada quando o *software*, durante a medição automática, não foi capaz de identificar um determinado jogador durante alguns instantes, ou até mesmo realizar a medição de outro atleta erroneamente. Dessa forma, houve a necessidade de interferência do operador, que realizou as correções necessárias.

Após a realização do rastreamento, temos a posição dos jogadores no plano da imagem durante a partida. As posições dos jogadores no plano da imagem associadas com a calibração retornam as posições reconstruídas 2D.

4.3 Jogadores

Durante as quatro partidas, foram analisados os 53 jogadores que atuaram durante a partida inteira. Jogadores que participaram de substituições não entraram na análise, assim como os goleiros. Os jogadores foram divididos em quatro posições: zagueiros, laterais, volantes, meio-campistas e atacantes (Tabela 7). A maioria dos jogadores analisados (45 jogadores, 85%) participou apenas de uma partida, porém oito jogadores participaram em mais de uma.

Tabela 7 – Quantidade de Jogadores em cada uma das cinco posições

Posição	Número de Jogadores
Zagueiros	17
Laterais	11
Meio-Campistas	14
Atacantes	11
Total	53

4.4 Tratamento dos dados

As coordenadas bidimensionais de todos os jogadores em campo durante todo o período da partida foram suavizadas através do filtro digital *Butterworth* de 3ª ordem, numa frequência de corte de 0,375 Hz, disponível no *software* Matlab®. Esta frequência de corte foi escolhida de acordo com o trabalho de Misuta (2004). Neste trabalho o autor realizou testes para verificar qual a melhor frequência de corte para ser utilizada para o rastreamento de jogadores de futebol no *software* Dvideo (FIGUEROA, LEITE e BARROS, 2006a; b).

De posse dos dados suavizados, foram calculadas a distância percorrida e velocidade para todos os 53 jogadores analisados. A fórmula do cálculo das variáveis está descrita a seguir.

- **Cálculo da Distância percorrida**

A distância percorrida foi calculada como sendo a soma das distâncias euclidianas durante o intervalo de tempo de interesse, conforme a seguinte fórmula:

$$\left| d \vec{P} \right| = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$$

Onde $i = 1..,n$, número total de quadros(n).

- **Cálculo da Velocidade**

O cálculo da velocidade foi realizado através da derivação numérica da posição em função do tempo. O cálculo foi realizado da seguinte forma:

$$\left| \vec{v} \right| = \frac{\left| d \vec{P} \right|}{dt}$$

Onde $d \vec{P}$ é a variação da posição e dt é a variação do tempo.

- **Cálculo da Aceleração**

O cálculo da aceleração foi realizado através da derivação numérica da velocidade em função do tempo. O cálculo foi realizado da seguinte forma:

$$\left| a \right| = \frac{dv}{dt}$$

Onde dv é a variação da velocidade e dt é a variação do tempo.

4.5 Definição dos esforços

Para quantificação dos esforços, foi feita uma detecção de todos os valores positivos na curva de aceleração, ou seja, no presente trabalho, o esforço foi considerado como sendo deslocamentos propulsivos. Após a detecção de todos os valores positivos, um esforço foi definido da seguinte maneira:

Início de um esforço foi definido como sendo o instante em que a aceleração fica positiva e o final como sendo o instante em que a aceleração fica negativa novamente (Figura2).

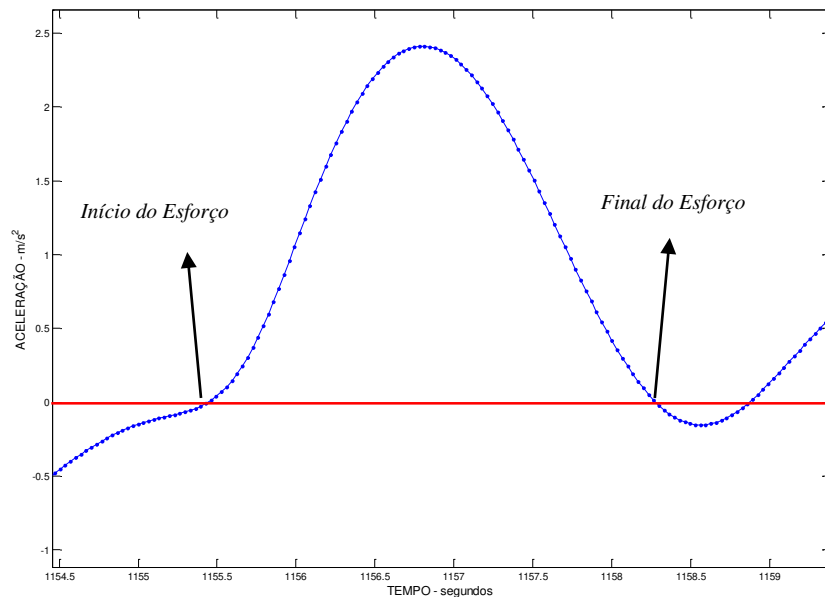


Figura 2 –Definição dos esforços de acordo com a quantificação feita por este estudo.

Para uma melhor representação dos dados, este estudo irá mostrar a variável velocidade no eixo x do gráfico, pela sua derivada, aceleração, eixo y . A figura 3 mostra novamente o início e o fim de um esforço, porém, desta vez a velocidade estará no eixo x do gráfico, e sua derivada aceleração no eixo y . Esta será a maneira que os esforços, deslocamentos propulsivos, serão graficamente representados no decorrer deste trabalho.

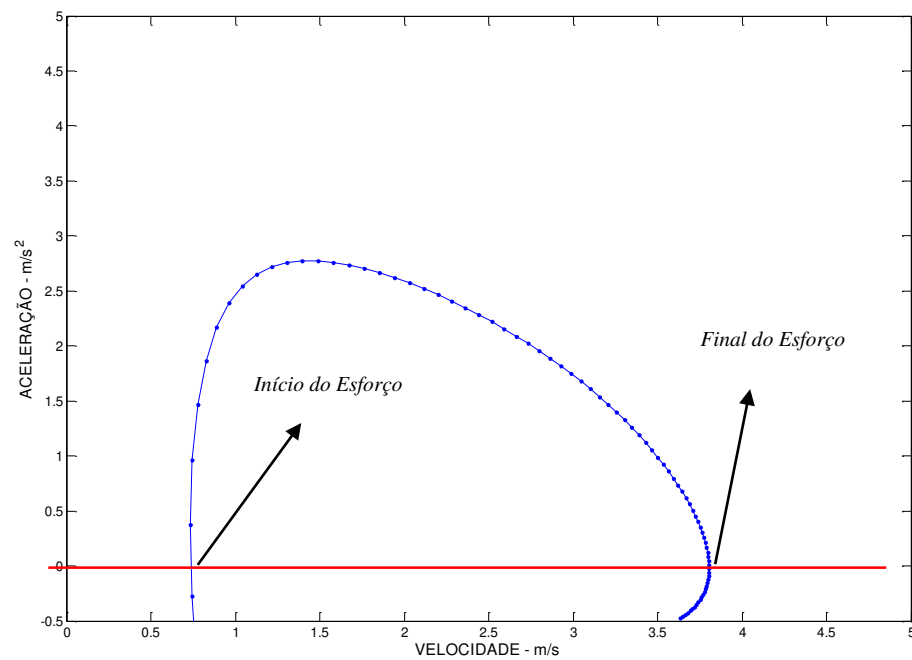


Figura 3 – Definição dos esforços de acordo com a quantificação feita por este estudo, com velocidade no eixo x.

Veja na figura abaixo (Figura 4) alguns exemplos de esforços de acordo com a definição feita neste estudo.

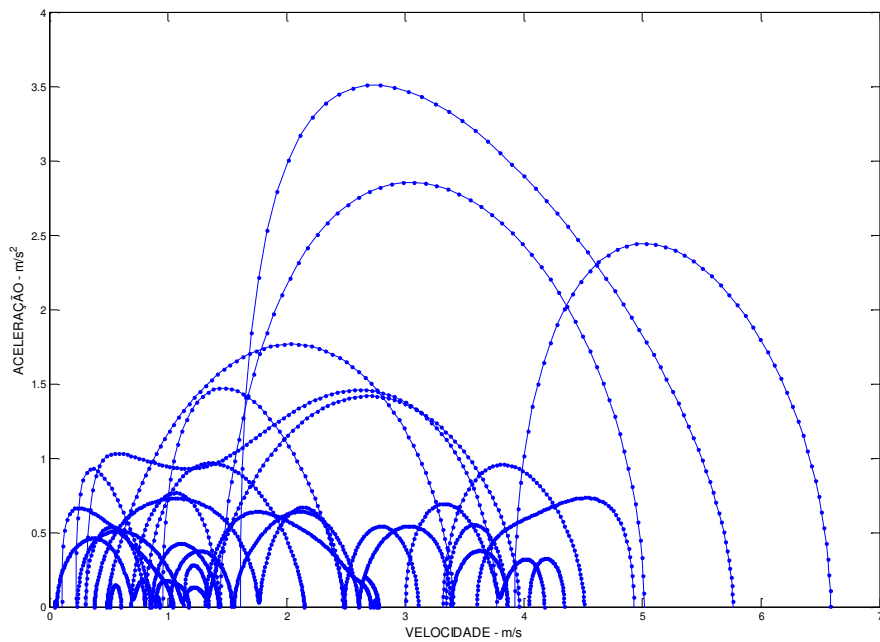


Figura 4 – Alguns exemplos de esforços de acordo com a definição feita por este estudo.

Quando a queda na aceleração, após o fim de um esforço, não for maior de $-0,2 \text{ m/s}^2$, o esforço foi considerado como sendo apenas um. Ou seja, o jogador inicia a fase propulsiva novamente em pouquíssimo tempo, sem queda significativa de velocidade e aceleração. Esses casos foram considerados como apenas um esforço, pois a queda na velocidade é muito pequena, mostrando que o jogador continua em fase de propulsão (Figura 5). A escolha do valor foi feita através de análise exploratória dos dados. Foi observado que nessas situações que o tempo era muito pequeno, portanto o jogador continuava a realizar o movimento de propulsão e não ocorria uma mudança de direção ou desaceleração brusca.

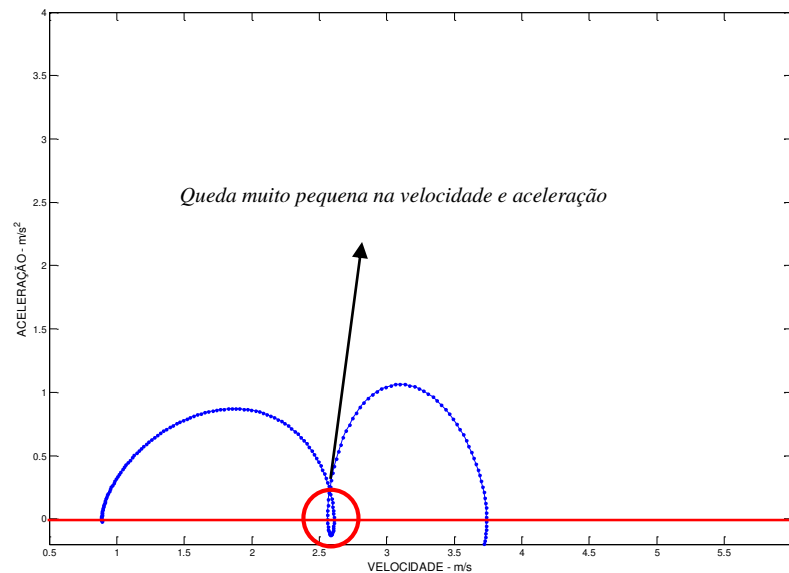


Figura 5 – Exemplo de um esforço que foi considerado como sendo um só.

4.5 Classificação dos esforços

4.5.1 Cálculo das variáveis

A partir da definição de esforço neste trabalho, deslocamentos nas fases propulsivas, foram encontrados 53474 esforços realizados pelos 53 jogadores, durante os 4 jogos analisados.

Para classificação dos esforços em categorias de intensidade, foram calculadas as seguintes variáveis em cada uma das fases propulsivas dos deslocamentos (Figura 6):

- Velocidade pico

Maior velocidade atingida em cada fase propulsiva dos deslocamentos

- Aceleração pico

Maior aceleração atingida em cada fase propulsiva dos deslocamentos

- Estimativa de potência

Para obter a estimativa da potência realizada pelos jogadores, a área no gráfico de cada esforço foi calculada. Os valores encontrados em cada uma das áreas dos esforços, possuem uma relação com a potência realizada pelos jogadores durante cada esforço (deslocamento na fase propulsiva). Potência (Pot) é o trabalho (τ) realizado pelo jogador pelo tempo para realizar a tarefa, sua fórmula é: $Pot = \frac{\tau}{\Delta t}$. O trabalho realizado é a variação de energia ao longo do percurso, ou seja, a força exercida durante o deslocamento ($F \cdot \Delta s$). Desta maneira podemos colocar a fórmula do trabalho dentro da equação da Potência, $Pot = \frac{F \cdot \Delta s}{\Delta t}$, podemos ainda separar a força, $Pot = F \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t}$. Sabendo que velocidade é a distância percorrida em um determinado percurso pelo tempo realizado neste deslocamento, $\vec{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, e força é a massa do sujeito que realiza o deslocamento pela aceleração realizada pelo corpo, $F = m \cdot \vec{a}$, podemos dizer que potência é $Pot = m \cdot \vec{a} \cdot \vec{v}$.

Como a área é um produto da aceleração e velocidade realizada pelo jogador durante o deslocamento nas fases propulsivas, e a massa do jogador pode ser considerada constante durante o jogo, podemos dizer que quanto maior o valor de área, maior será a potência realizada pelo jogador para realizar a fase propulsiva do deslocamento.

A área foi calculada através da integração numérica pelo método trapezoidal pela função *trapz*, disponível no *software* Matlab®.

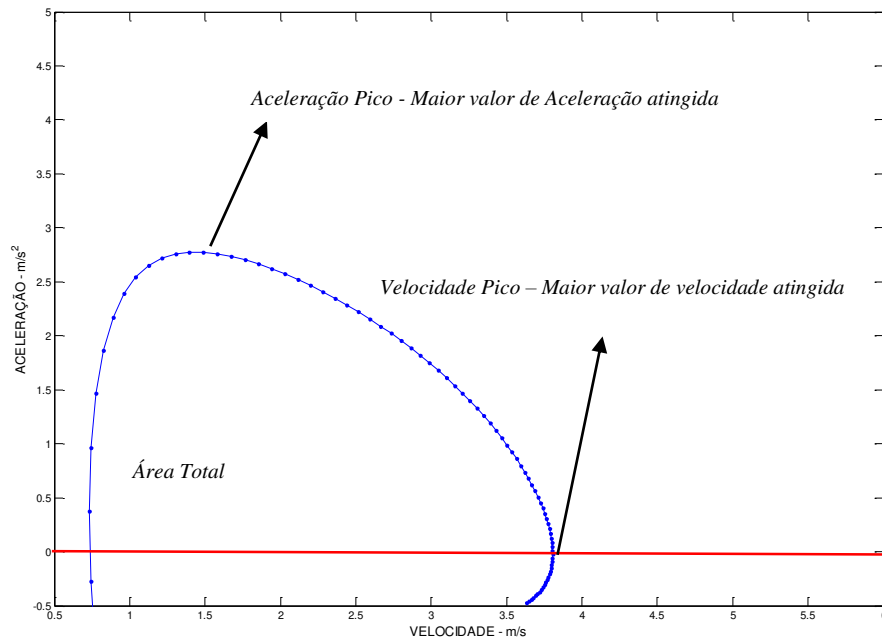


Figura 6–Variáveis calculadas para caracterização dos esforços.

4.5.2 Classificação em classes de intensidade nas três variáveis

Para classificar os deslocamentos propulsivos dos jogadores em categorias de intensidade, cada uma das três variáveis analisadas foi dividida em cinco classes de intensidade. Na variável velocidade pico, foi feita uma análise do histograma dos valores de velocidade picos em todos os deslocamentos propulsivos realizados pelos 53 jogadores, nos quatro jogos analisados (53474 deslocamentos no total). Para análise do histograma, a distribuição dos dados foi dividida em 100 classes. A distribuição do histograma das velocidades picos se assemelha com a composição de duas distribuições, com dois picos, e um vale entre elas, como mostra a figura 7.

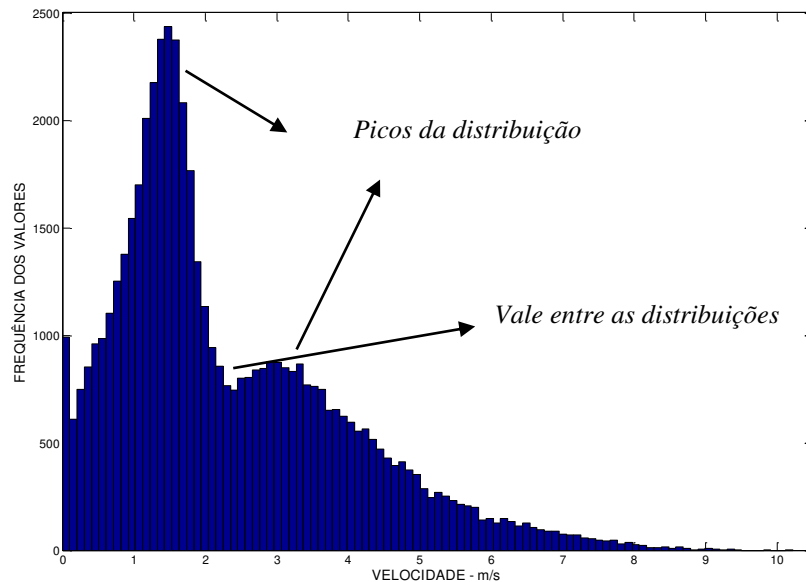


Figura 7 – histograma dos valores de velocidade máxima encontrados em cada um dos esforços realizados pelos 53 jogadores.

Utilizamos essa composição de distribuições para classificar os dados de velocidade pico em classes de intensidade. A primeira classe, compreende esforços anteriores ao vale no histograma, que indica o aumento de frequência referente a segunda distribuição. O valor de percentil neste ponto é de 60%, e ele foi escolhido como sendo o limiar da classe 1 de intensidade na variável velocidade pico.

A segunda classe é justaposta a primeira e compreende o pico de frequência da segunda distribuição até a queda de frequência similar a encontrada no vale até aproximadamente a posição central da distribuição. O valor de percentil da distribuição neste ponto é 80%. Os valores de velocidade no percentil de 60% e 80%, são respectivamente, 2,3 e 3,7 m/s (Figura 8).

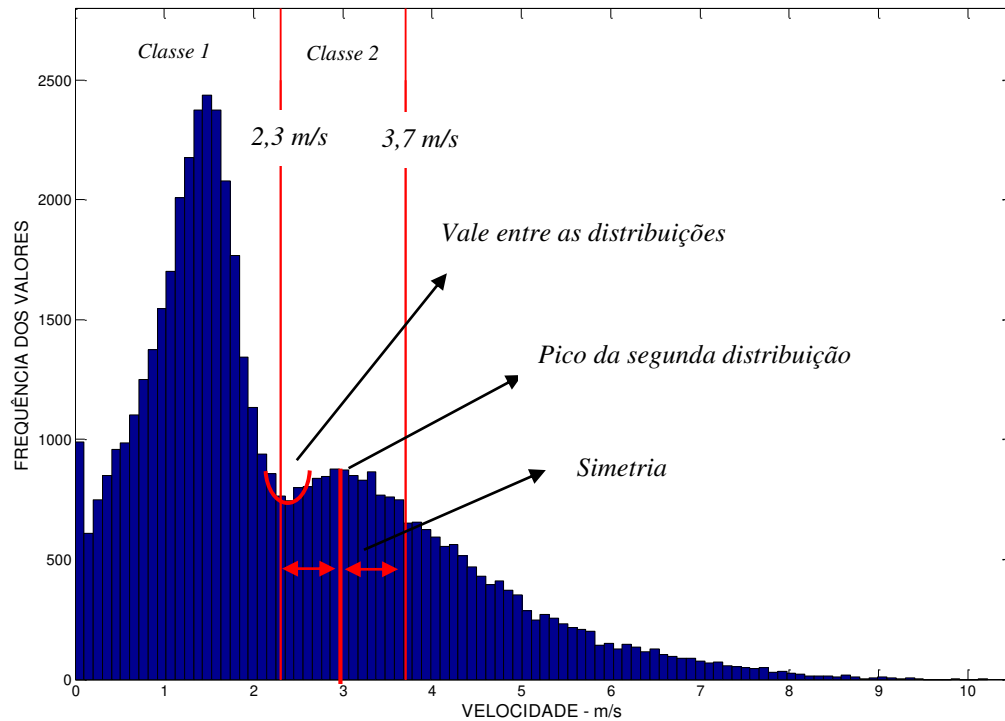


Figura 8 – histograma dos valores de velocidade picos encontrados em cada um dos esforços realizados pelos 53 jogadores, divididos em 100 classes iguais. A linha vermelha mostra a delimitação das classes de intensidade 1 e 2 determinadas na variável velocidade.

O valor máximo encontrado na literatura para limiar anaeróbio (Lan) de jogadores de futebol profissional (4,5 m/s) foi utilizado para determinar o limiar da terceira classe de intensidade no presente estudo (ABT; LOVELL, 2009; BALIKIAN et al., 2002; BAUMGART; HOPPE; FREIWALD, 2014; CASTAGNA et al., 2011; COELHO et al., 2009; FERNANDES DA SILVA et al., 2015; GUNER; KUNDURACIOGLU; ULKAR, 2006; HELGERUD et al., 2001; IMPELLIZZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005; IMPELLIZZERI et al., 2006; LOVELL; ABT, 2013; MCMILLAN et al., 2005; SANCHEZ et al., 2005; SANTOS, 1999; SILVA et al., 2008). Portanto a terceira classe de intensidade na variável velocidade ficou de 3,7 até 4,5 m/s, o valor de 4,5 m/s representa 89% da distribuição dos dados de velocidade (Figura 9).

Para determinar o limiar da classe de intensidade 4, foram usados valores da literatura sobre as corridas de alta velocidade, comumente chamadas de *sprints*. Este estudo escolheu a menor velocidade considera como corrida de alta velocidade, que é 5,3 m/s, que representa 94 % da distribuição dos dados (ABT; LOVELL, 2009; BARROS et al., 2007; BRADLEY et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2010; DI SALVO et al., 2007, 2009; MARCHE, 2010; MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003; OSGNACH et al., 2010; VARLEY et al., 2013; VIGNE et al., 2010).

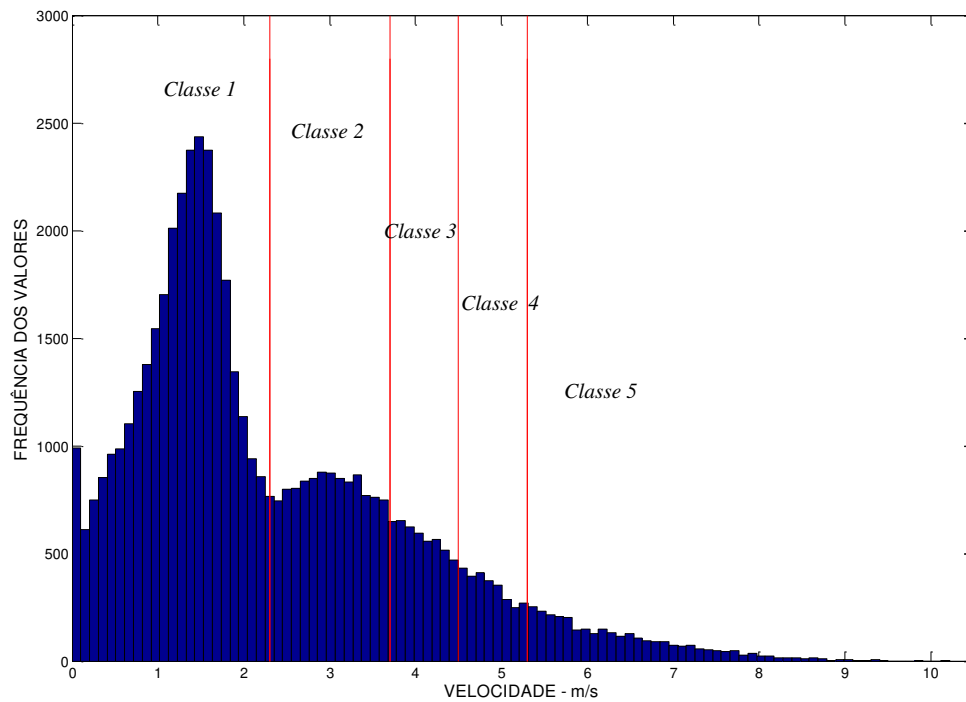


Figura 9 – histograma dos valores de velocidade pico encontrados em cada um dos esforços realizados pelos 53 jogadores, as linhas vermelhas mostram a delimitação das classes de intensidade 1 a 5.

Nas variáveis aceleração e potência, a literatura traz poucas informações, principalmente com relação a classificação em faixas de intensidade. Por esta razão, para classificação em classes de intensidade nas variáveis aceleração e potência, foram utilizados os mesmos percentis de distribuição da variável velocidade pico (Tabela 8). A figura 10 e 11 mostram como ficaram as divisões de classes em cada uma das distribuições de histogramas das variáveis.

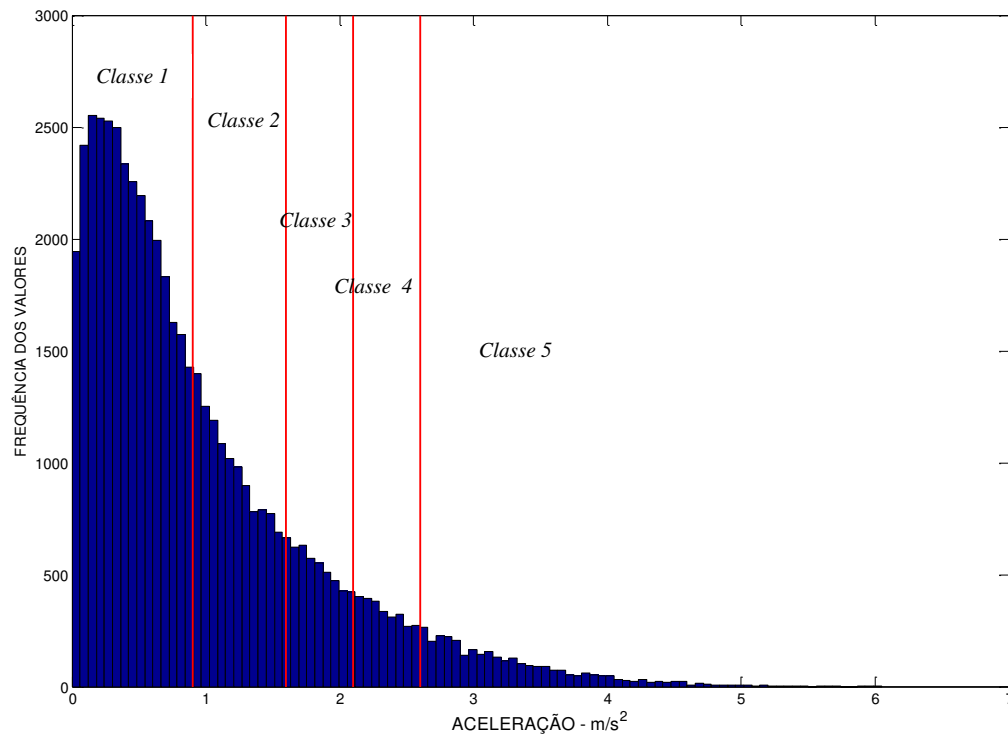


Figura 10 – histograma dos valores de aceleração pico encontrados em cada um dos esforços realizados pelos 53 jogadores, as linhas vermelhas mostram a delimitação das faixas de intensidade 1 a 5.

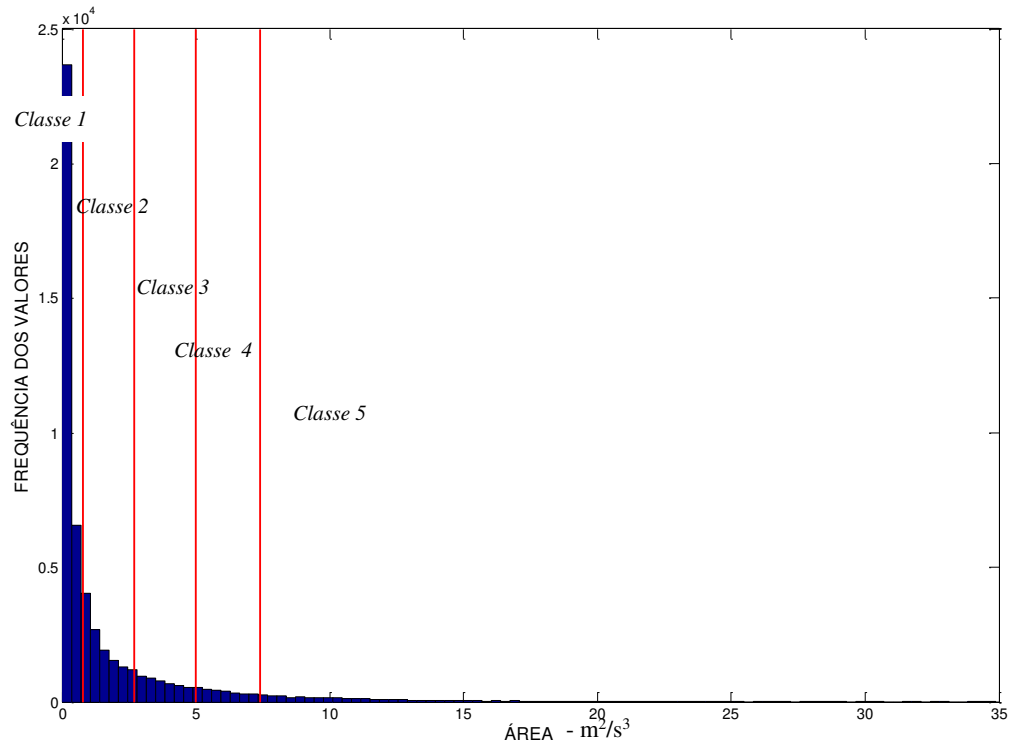


Figura 11 – histograma dos valores de potência encontrados em cada um dos esforços realizados pelos 53 jogadores, as linhas vermelhas mostram a delimitação das faixas de intensidade 1 a 5 determinadas na variável potência.

A tabela 8, mostra a divisão das cinco classes de intensidade nas três variáveis, velocidade pico, aceleração pico e potência. Cada deslocamento realizado pelos jogadores, pertence a uma classe de intensidade em cada uma das variáveis, ou seja, ele possui três classes de intensidade. O número da classe que o esforço pertence, corresponde a pontuação que o deslocamento irá receber, ou seja, cada esforço irá receber três pontuações.

Tabela 8– Divisão das cinco classes de intensidade nas três variáveis analisadas no presente estudo

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Velocidade (m/s)	0 – 2,3	2,4 – 3,7	3,8 – 4,5	4,6 – 5,3	> 5,3
Aceleração (m/s²)	0 – 0,9	1,0 – 1,6	1,7 – 2,1	2,2 – 2,6	> 2,6
Área (m²/s³)	0 – 0,8	0,9 – 2,7	2,8 – 5,0	5,1 – 7,4	> 7,4
Percentil (%)	0 – 60	61 – 80	81 – 89	90 – 94	> 94
Pontuação	1	2	3	4	5

4.5.3 Classificação dos esforços

Após a divisão dos esforços em classes de intensidade para cada uma das três variáveis, foram contabilizadas as pontuações que cada esforço recebeu. Cada esforço recebeu três pontuações dependendo da classe de intensidade que ele pertencia em cada uma das variáveis. Após essa contabilização, foram somadas as três pontuações recebidas. Portanto, cada esforço terá um valor final que leva em conta a pontuação das três variáveis. A classificação final de intensidade, utilizada neste estudo, foi realizada utilizando este valor final, que é a somatória da pontuação que ele recebeu em cada uma das variáveis. A divisão das categorias escolhidas no presente estudo pode ser visualizada na Tabela 9.

Tabela 9 – Divisão das categorias de intensidade proposta no presente trabalho.

	Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3	Categoria 4	Categoria 5
Somatória das Pontuações	3	4 – 6	7 – 9	10 – 12	> 12

Na figura 12, temos o exemplo de todos os esforços de um jogador durante o primeiro tempo. Todos os esforços foram divididos nas cinco categorias de intensidade e mostrados na figura com cores diferentes.

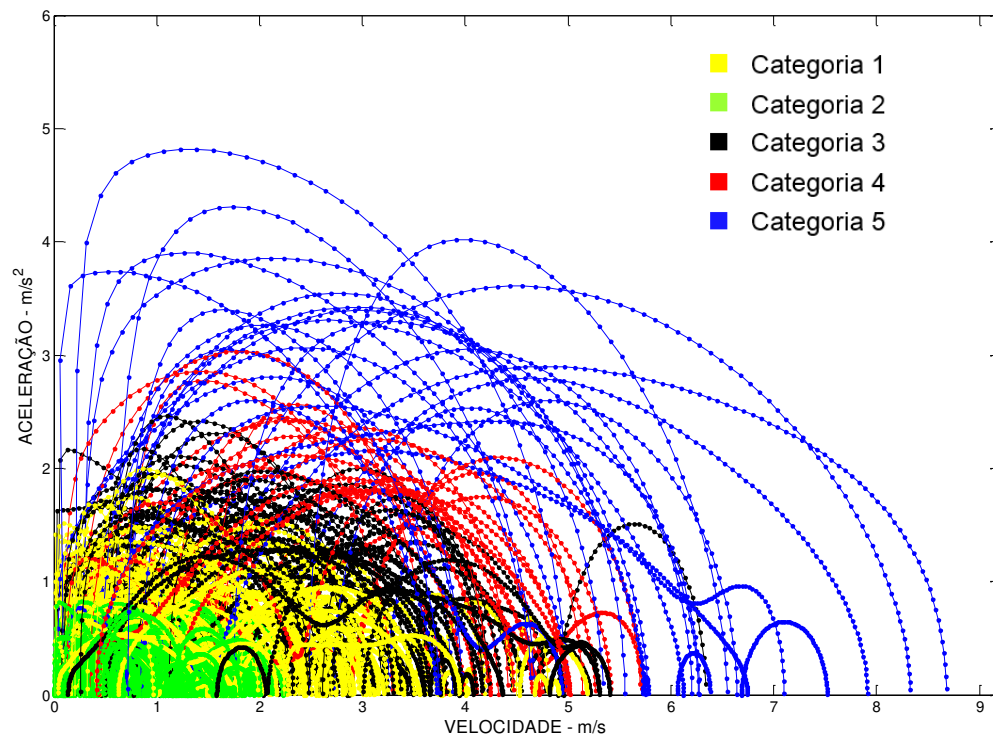


Figura 12 – Exemplo dos esforços realizados por um jogador durante o primeiro tempo de um jogo. Os esforços estão divididos nas 5 categorias de intensidade adotadas no presente trabalho.

Para melhor visualização dos esforços em cada uma das cinco categorias, a figura 13 mostra cada categoria separadamente.

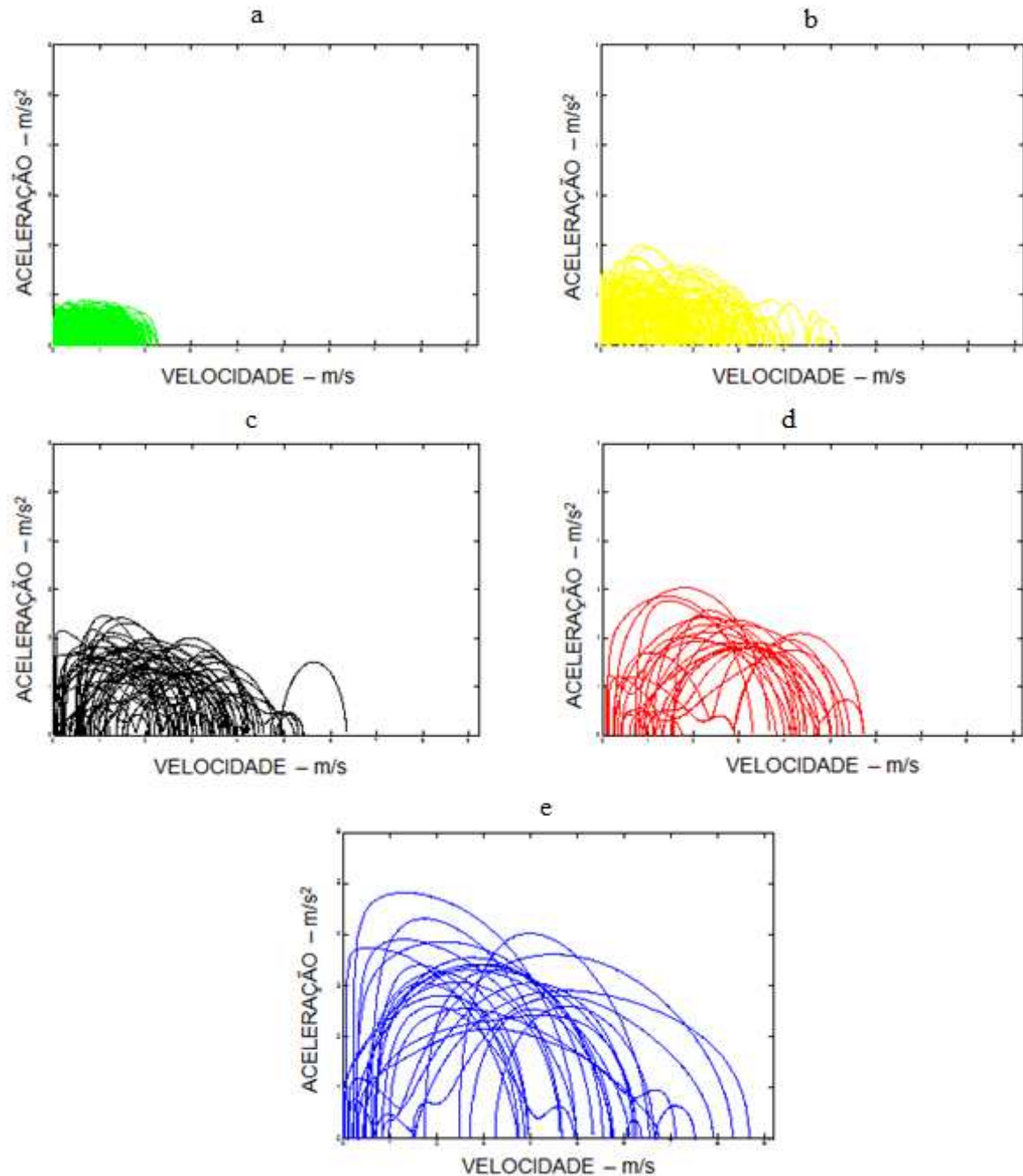


Figura 13 – Exemplo dos esforços realizados por um jogador durante o primeiro tempo de um jogo. Os esforços estão divididos nas 5 categorias de intensidade. Figura 12 a. Esforços da categoria 1 de intensidade. Figura 12 b. Esforços da categoria 2 de intensidade.

4.6 Detalhamento da categoria cinco (alta intensidade)

A categoria de mais alta intensidade pode ser composta por dez possibilidades de classes nas três diferentes variáveis para atingir a pontuação de 13 a 15. O número de vezes que o jogador realiza um esforço em cada uma dessas possibilidades será contabilizado e descrito nos resultados. As dez possibilidades estão na tabela 10, a seguir.

Na categoria 5 de intensidade, foram calculadas a distância percorrida e a duração de cada um dos esforços, nas 10 possibilidades de classes.

Tabela 10–Possibilidades de classes nas três variáveis para compor a categoria cinco de alta intensidade

Velocidade	5	4	5	5	5	4	4	5	5	3
Aceleração	5	5	4	5	4	5	4	5	3	5
Potência	5	5	5	4	4	4	5	3	5	5
Pontuação	15	14	14	14	13	13	13	13	13	13

4.7 Análise Estatística

As variáveis serão apresentadas em médias, $\pm$ desvios padrão, medianas e intervalos de confiança. Para todas as variáveis, foram feitos testes estatísticos para verificar se houve diferenças significativas nas comparações entre as categorias. Para todas as análises estatísticas utilizadas neste estudo adotou-se $p < 0,05$. Foi verificado se existiu normalidade das distribuições dos dados através do teste Lilliefors.

Para comparar, o número de esforços realizados pelos jogadores nas cinco categorias de intensidade foi utilizado o teste de variância ANOVA quando encontrada normalidade e homogeneidade das variâncias nos dados, e o teste não paramétrico Kruskal-Wallis quando não foi verificada normalidade em qualquer um dos dados. Onde se encontrou diferença, foi aplicado teste de diferenças honestamente significantes de Tukey. Todas as análises estatísticas foram realizadas em ambiente Matlab® 7.5.

Para uma melhor visualização dos dados, todas as tabelas também foram apresentadas em Box Plot (MCGILL; TUKEY; LARSEN, 1978).

5 Resultados

5.1 Caracterização dos esforços

Foram registrados 53474 esforços, deslocamentos propulsivos, realizados pelos 53 jogadores, durante os quatro jogos analisados. Os jogadores realizaram em média 1008,9 ($\pm 67,7$) esforços durante um jogo. A tabela 11 mostra os resultados de média, desvio padrão, mediana e intervalo de confiança do número de esforços realizados pelos jogadores nas cinco categorias de intensidade proposta no presente trabalho. É possível observar que os jogadores realizam em média 477,5, 285,3 e 117,8, nas categorias 1, 2 e 3 respectivamente, observando-se assim, uma redução estatisticamente significativa ($p < 0,005$). Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre as categorias 4 e 5 (66,2 e 62,2, respectivamente), porém elas são estatisticamente menores quando comparadas com as outras três categorias.

Tabela 11– Número de deslocamento propulsivos realizados pelos 53 jogadores nas cinco categorias de intensidade propostas no presente trabalho.

	Categoria de Intensidade 1	Categoria de Intensidade 2	Categoria de Intensidade 3	Categoria de Intensidade 4	Categoria de Intensidade 5
Média	477,5 *	285,3 #	117,8 +	66,2 ^	62,2 ^
Desvio padrão	$\pm 35,8$	$\pm 19,0$	$\pm 9,5$	$\pm 6,5$	$\pm 7,4$
Mediana	470	287	118	67	61
Intervalo de Confiança (95%) Max - Min	484,5 – 455,5	294,1 – 279,9	123,4 – 112,6	69,6 – 64,4	64,7 – 57,3

* significativamente diferente quando comparado com as categorias 2, 3, 4 e 5; # significativamente diferente quando comparado com as categorias 1, 3, 4 e 5; + significativamente diferente quando comparado com as categorias 1, 2, 4 e 5; ^ significativamente diferente quando comparado com as categorias 1, 2, 3.

Para uma melhor visualização dos dados, o número de esforços realizados por cada jogador nas cinco categorias de intensidade proposta foi apresentado em boxplot como mostra a figura 14.

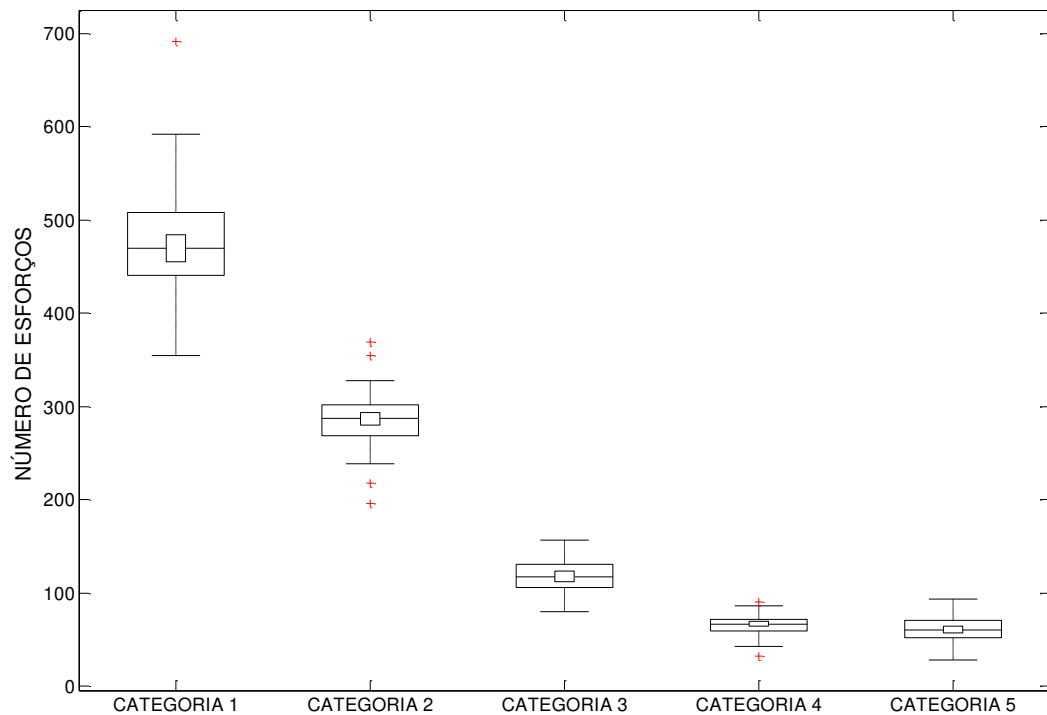


Figura 14 – Representação da distribuição dos números de esforços realizados por cada jogador nas cinco categorias de intensidade propostas.

A categoria de mais alta intensidade pode ser composta por dez possibilidades de classes nas três diferentes variáveis, para atingir a pontuação de 13 a 15. A tabela 12 mostra o resultado da média ($\pm$ desvio padrão), mediana e intervalo de confiança do número de esforços em cada uma das 10 possibilidades, além disso, a tabela mostra a porcentagem de quanto uma possibilidade representa com relação ao número total de esforços na categoria mais alta de intensidade.

Tabela 12 – Número de deslocamento propulsivos realizados pelos 53 jogadores, distância e tempo de cada esforço nas dez possibilidades de deslocamento na categoria de maior intensidade.

Velocidade	5	4	5	5	5	4	4	5	5	3	Total
Aceleração	5	5	4	5	4	5	4	5	3	5	
Potência	5	5	5	4	4	4	5	3	5	5	
Média (± desvio padrão) do número de esforços	24,3 (±7,9)	10,8 (±3,0)	8,2 (±3,7)	0,9 (±1,0)	3,1 (±1,7)	1,5 (±1,3)	2,6 (±1,7)	0,1 (±0,3)	1,9 (±1,8)	8,8 (±3,4)	62,2 (±7,4)
Mediana	22	11	7	1	3	1	3	0	2	8	61
Intervalo de Confiança (95%) Max - Min	24 - 20	12- 10	8 - 6	1 - 0,8	3 - 2,6	1 - 0,8	4 - 2	0 - 0	2 - 1,6	9 - 7	64,7 – 57,3
Distância (m)	12,2 (±5,8)	6,9 (±2,7)	16,9 (±6,5)	10 (±4,7)	16 (±6,8)	5,4 (±2,6)	8,2 (±6,3)	5,8 (±0,2)	20,0 (±6,9)	5,1 (±1,9)	-
Tempo (s)	3,2 (±1,4)	2,4 (±0,8)	4,6 (±1,5)	2,1 (±0,9)	4,3 (±1,9)	2,0 (±0,7)	2,8 (±1,6)	1,2 (±0,1)	5,6 (±1,7)	2,0 (±0,6)	-
Porcentagem com relação ao número total de esforços na categoria 5	38,6% (±6,5)	17,6% (±4,5)	13,0% (±4,9)	1,4% (±1,4)	5,1% (±2,7)	2,4% (±2,2)	4,4% (±3,1)	0,1% (±0,4)	3,0% (±2,6)	14,4% (±5,4)	100%

Para melhor visualização, a figura 15 mostra a distribuição do número de esforços em cada uma das dez possibilidades de classes nas três variáveis para compor a categoria de maior intensidade.

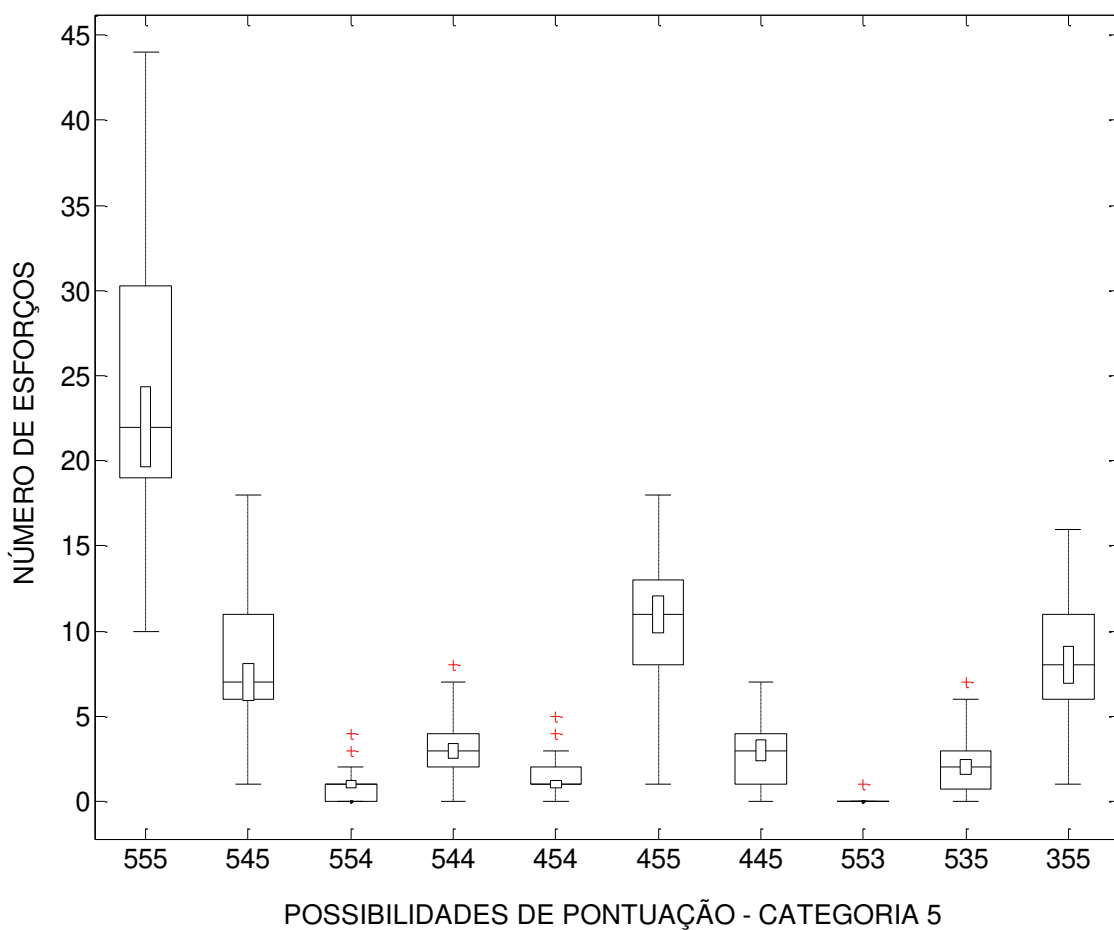


Figura 15 – Representação das distribuições dos números de esforços realizados pelos 53 jogadores em cada uma das dez possibilidades de deslocamento na maior categoria de intensidade.

6 Discussão

A principal implicação dos estudos sobre intensidade dos esforços durante a prática de esportes coletivos é fornecer informações para treinadores de forma mais fidedigna possível, assim o treinamento possui cada vez mais informações específicas com a realidade do jogo. Desta forma, este trabalho propõe uma classificação em cinco categorias para as intensidades de esforços de jogadores de futebol durante uma partida. Esta classificação se baseou na fase propulsiva (acelerações positivas) dos deslocamentos dos jogadores. Não foi analisada a fase de desaceleração durante o trabalho, pois não se tem conhecimento do metabolismo e desgaste que o jogador possui ao realizar esse movimento, está foi uma limitação do estudo.

A proposta de classificação do presente estudo, levou em consideração a composição de três variáveis, foram elas: velocidade e aceleração pico atingida em cada deslocamento e a potência, resultado da integração dessas duas variáveis. Esta nova maneira classificação dos esforços realizados pelos jogadores durante uma partida, se mostrou muito pertinente, pois além de associar três variáveis ao mesmo tempo, ela conseguiu classificar 40% a mais de esforços na categoria máxima de intensidade se usasse apenas a variável velocidade, comumente utilizada na literatura. Essa informação mostra que o jogador realiza um número alto de esforços em alta intensidade durante uma partida, além disso, o aumento de 40% do número de esforços mostra que o tempo de recuperação entre cada esforço é menor do que já foi relatado na literatura, que é em média um esforço de alta intensidade a cada 160 segundos (MARCHE, 2010; VIGNE et al., 2010). Com os resultados apresentados no presente estudo o jogador realiza em média um esforço a cada 87 segundos, número menor quando comparado com estudos que classificam os esforços apenas através da velocidade.

Outro ponto importante apresentado no presente trabalho é diferenciação das várias possibilidades em se atingir o esforço de mais alta intensidade no jogo. O jogador pode estar em alta intensidade não apenas quando atingir as velocidades altas, mas também quando realiza um deslocamento com alta aceleração e velocidade não tão altas. As várias possibilidades são ótimas indicações para direcionar o treino dos jogadores de futebol de forma mais específica com a realidade do jogo.

A classificação apresentada neste estudo não se aplica apenas para o futebol, ela pode ser utilizada para outros esportes coletivos de invasão como por exemplo, futsal, basquete, rugby, handebol, entre outros.

6.1 Classificação dos esforços

Para realizar a classificação dos esforços em cinco categorias de intensidade, as três variáveis utilizadas neste estudo (velocidade pico, aceleração pico e potência) foram classificadas em cinco classes de intensidade também. Para divisão em classes de intensidade, os dados de cada variável foram distribuídos em um histograma de 100 partes. As duas primeiras classes de intensidade na variável velocidade pico foram classificadas através de método visual utilizando os dois grandes picos na distribuição dos dados. Os valores de velocidade encontrados foram de 2,3 e 3,7 m/s.

Alguns autores consideram que os jogadores de futebol se encontram andando até as velocidades de 1,4 a 2,2 m/s (BRADLEY; NOAKES, 2013; BUCHHEIT et al., 2010; DI SALVO et al., 2010; MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003; OSGNACH et al., 2010). Os valores encontrados na literatura para baixas intensidades na variável velocidade corroboram com o valor considerado como limiar da primeira classe de intensidade do presente estudo, de 2,3 m/s.

Um parâmetro de intensidade muito utilizado dentro da fisiologia do exercício é o limiar anaeróbico (Lan), definido como a intensidade de esforço anterior ao aumento exponencial do lactato no sangue em relação aos níveis de repouso (WASSERMAN; MCILROY, 1964). Diversos pesquisadores mostraram, que o aumento desproporcional desse metabólito indica que a taxa da sua produção excede à da remoção, e que uma taxa imediatamente abaixo do ponto de inflexão da curva de concentração de lactato sanguíneo x intensidade de exercício indica o ponto ideal para o treinamento aeróbico, sendo denominado “limiar anaeróbico” (PEREIRA et al., 2002), mostrando a importância deste ponto para o treinamento (ABT; LOVELL, 2009; BALIKIAN et al., 2002; HUNTER et al., 2015). A velocidade encontrada de limiar anaeróbico para jogadores de futebol profissional varia bastante na literatura, com valores variando de 3 m/s até 4,5, m/s (ABT; LOVELL, 2009; BALIKIAN et al., 2002; BAUMGART; HOPPE; FREIWALD, 2014;

CASTAGNA et al., 2011; COELHO et al., 2009; FERNANDES DA SILVA et al., 2015; GUNER; KUNDURACIOGLU; ULKAR, 2006; HELGERUD et al., 2001; IMPELLIZZERI; RAMPININI; MARCORA, 2005; IMPELLIZZERI et al., 2006; LOVELL; ABT, 2013; MCMILLAN et al., 2005; SANCHEZ et al., 2005; SANTOS, 1999; SILVA et al., 2008).

O valor máximo encontrado na literatura para limiar anaeróbio de jogadores de futebol profissional (4,5 m/s) foi utilizado para determinar a terceira classe de intensidade no presente estudo. Quando o jogador de futebol estiver dentro desta classe de intensidade provavelmente será próxima do limiar anaeróbio dele e quando ele estiver acima desta faixa, podemos dizer que os jogadores estarão em velocidades consideradas supralimiais.

No presente trabalho, para determinação da classe de intensidade 4, na velocidade pico, foram utilizados valores da literatura sobre as corridas de alta velocidade, comumente chamadas de *sprints*, considerados como sendo os deslocamentos de mais alta intensidade no jogo. No entanto, percebe-se que há diferenças nas definições de qual velocidade em que o jogador se encontra em alta velocidade na literatura científica. Em outras palavras, alguns autores definem *sprints* como sendo corridas acima de 5,3 m/s enquanto outros sugerem acima de 6.4, 7 ou 8.3 m/s (ABT; LOVELL, 2009; BARROS et al., 2007; BRADLEY et al., 2009; BUCHHEIT et al., 2010; DI SALVO et al., 2007, 2009; MARCHE, 2010; MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003; OSGNACH et al., 2010; VARLEY et al., 2013; VIGNE et al., 2010). Para definir a intensidade máxima, acima da classe 4 na variável velocidade pico, este estudo escolheu a menor velocidade considerada como *sprint*, ou seja, 5,3 m/s. Além disso, a velocidade escolhida é uma velocidade acima do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) de jogadores de futebol. Foram observados em alguns estudos da literatura que a velocidade que o jogador de futebol profissional atinge o consumo máximo de oxigênio varia de 4,6 a 5,2 m/s (ABT; LOVELL, 2009; KALAPOTHARAKOS; ZIOGAS; TOKMAKIDIS, 2011; SANTOS, 1999).

Nas variáveis aceleração e potência, a literatura traz poucas informações, principalmente com relação à classificação em faixas de intensidade. Um dos poucos trabalhos que dividiu a aceleração em faixas de intensidade foi OSGNACH (2010), da seguinte forma: aceleração baixa (0 – 1 m/s), aceleração média (1 – 2 m/s), aceleração alta (2 – 3 m/s) e aceleração máxima (>3 m/s). Outros autores, colocaram apenas limiares de aceleração máximas, como (AUGHEY, 2010,

2011; VARLEY; GABBETT; AUGHEY, 2013; VARLEY et al., 2013), que consideraram o limiar de acelerações máximas variando de 2,5 a 3 m/s².

Podemos fazer algumas comparações com dados encontrados na literatura acerca do teste RAST (*Running Anaerobic Sprint Teste*) com o presente trabalho. Este teste é muito utilizado para determinação da potência aeróbia dos jogadores de futebol, que consiste em seis estímulos de 35 m com recuperação passiva de 10 segundos entre os esforços (ZAGATTO; BECK; GOBATTO, 2009). Alguns trabalhos na literatura relataram que o tempo médio para realização de um estímulo de 35 metros é de 5,5 segundos (ANDRADE et al., 2015; BROCHERIE; MILLET; GIRARD, 2015; DE ANDRADE et al., 2014). Através desses dados é possível calcular a aceleração média que os jogadores atingem para realizar este estímulo, e o valor encontrado foi de 2,3 m/s². É possível calcular a aceleração média dos esforços para cada uma das cinco classes de divisão que foram realizadas neste trabalho na variável aceleração pico, os valores encontrados estão representados na tabela 13. Considerando o valor médio de aceleração encontrado no teste de RAST como sendo 100% da aceleração de um jogador de futebol, as porcentagens que cada aceleração média representa com relação ao teste HAST, está na Tabela 13. A partir desta relação, é possível perceber melhor o quanto representa cada valor em cada uma das classes na variável aceleração, no presente estudo.

Tabela 13 – Aceleração média e porcentagem com relação ao teste RAST em cada uma das 5 classes de divisão.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Aceleração média (m/s²)	0,2	0,6	1,0	1,4	1,9
Porcentagem (%)	9 %	26 %	45 %	61 %	83 %

O trabalho de Di Prampero et al. (2005), analisou 12 corredores de 100 metros rasos com nível médio internacional, e encontrou que a média da aceleração máxima realizada pelos corredores foi de 6,42 m/s², bem abaixo dos valores encontrados no recorde mundial do corredor Usain Bolt, que alguns autores (HERNANDEZ GOMEZ; MARQUINA; GOMEZ, 2013; TAYLOR; BENEKE, 2012) encontraram que a aceleração máxima, realizada por Usain Bolt no recorde mundial dos 100 metros rasos, foi de 8,32 m/s². Os valores encontrados para corredores

profissionais de 100 metros são bem acima dos valores encontrados para jogadores de futebol, porém, em alguns casos, jogadores de futebol realizam acelerações maiores que 4 e 5 m/s², mostrando que essas acelerações são altíssimas para jogadores de futebol profissional.

Já na variável potência, não existe nenhum estudo analisando estes valores, alguns poucos analisam a potência realizada pelos jogadores (OSGNACH et al., 2010), porém o cálculo é realizado de forma diferente, desta maneira não existe relação entre os valores. Por esta razão que o presente trabalho realizou a divisão de classes, nestas duas variáveis, por percentil, utilizando a mesma divisão utilizada na velocidade pico.

6.2 Resultados encontrados

Vários estudos na literatura procuraram fazer a caracterização dos perfis de intensidade dos deslocamentos dos jogadores de futebol durante uma partida, contudo existem diferenças entre os sistemas de obtenção de dados dos estudos, o que pode acarretar em uma variabilidade dos dados obtidos. As metodologias mais utilizadas encontradas na literatura foram: estimativa visual, sistemas de rastreamento automático (Amisco Pro®, Prozone® e Dvideo) e sistemas de posicionamento global (GPS – SPI Elite, GPS – MinimaxX, GPS - SICS) (MARCHE, 2010).

O presente estudo utilizou o sistema Dvideo, validado (FIGUEROA; LEITE; BARROS, 2006a, 2006b; MISUTA, 2004), para a obtenção dos dados referentes à posição dos 53 jogadores nas quatro partidas analisadas. Através das variáveis cinemáticas foi possível propor uma nova classificação dos esforços realizados por jogadores de futebol.

Bangsbo et al. (1991) e Mohr et al. (2003) realizaram a classificação dos deslocamentos através da velocidade e os resultados mostraram que os jogadores realizaram em média 1179 e 1346 deslocamentos, respectivamente. No presente estudo foi verificado que os jogadores realizaram em média 1009 esforços, número um pouco abaixo dos estudos anteriores, porém esta diferença pode ser explicada pois o número de deslocamentos realizados pelos jogadores é dependente do que ocorre em uma partida, além disso, neste estudo o esforço do jogador foi considerado apenas como sendo os deslocamentos propulsivos (acelerações positivas). Contudo, não é no número de deslocamentos totais dos jogadores as maiores diferenças, e sim no número de

esforços em cada uma das categorias de intensidade estabelecidas nos trabalhos. Nos estudos de Bangsbo e Mohr (1991 e 2003), os jogadores realizavam um número muito grande de esforços (704 e 858, respectivamente) nas categorias de intensidade mais baixas, que foi considerada pelos autores como sendo deslocamentos até 2,2 m/s, semelhando com o presente estudo. Já na categoria de intensidade mais alta, os trabalhos encontraram que os jogadores realizavam em média 19 e 39 esforços, respectivamente. No presente estudo, os jogadores realizaram em média apenas 477 deslocamentos na intensidade mais baixa e 62 deslocamentos na categoria de intensidade mais alta, mostrando que adicionar mais variáveis (aceleração e potência) nas classificações de intensidade, aumenta consideravelmente o número de esforços nas categorias mais altas e diminui também nas categorias mais baixas de intensidade.

Uma das variáveis mais estudadas entre os artigos é o número de deslocamentos em alta intensidade realizados pelos jogadores durante uma partida de futebol, porém a maior parte dos estudos realizam a classificação destes deslocamentos através da velocidade. O número de esforços realizados pelos jogadores encontrado na literatura, varia de 17 a 39 (BANGSBO; NORREGAARD; THORSO, 1991; BRADLEY et al., 2009; DI SALVO et al., 2007, 2009, 2010; MARCHE, 2010; MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003; VARLEY; GABBETT; AUGHEY, 2013). Através desses resultados é possível perceber uma variabilidade muito grande entre os resultados encontrados na literatura e essa discrepância pode ocorrer devido ao fato dos trabalhos citados acima usarem diferentes metodologias e *software* de aquisição dos dados e pelo fato de cada artigo considerar uma velocidade diferente de esforço de alta intensidade. Outro fator importante que pode acarretar diferenças no número de esforços de alta intensidade realizados pelos jogadores, é que este depende do que acontece no jogo (MARCHE, 2010).

Novamente quando comparamos com os resultados encontrados de número de esforços realizados na categoria de mais alta intensidade no presente estudo, o número é abaixo, mostrando novamente que adicionar mais variáveis (aceleração e potência) nas classificações de intensidade, aumenta consideravelmente o número de esforços na categoria de mais alta intensidade, aumentando ainda mais o gasto energético dos jogadores durante uma partida. Estudos já mostraram o alto gasto energético quando as acelerações realizadas pelos jogadores são altas, mostrando a importância de considerar esta variável na classificação de intensidade de jogadores de futebol durante uma partida (ARDIGÒ et al., 2015; DI PRAMPERO; BOTTER; OSGNACH, 2014; DI PRAMPERO et al., 2005; OSGNACH et al., 2010; VARLEY et al., 2013). Análises de

movimento que excluem acelerações, provavelmente subestimam os esforços de alta intensidade que o jogadores de futebol realizam durante um jogo, pois eles aceleram com baixa velocidade com muita frequência (BRADLEY et al., 2009; VARLEY et al., 2013).

Na literatura, foi observado dois trabalhos que analisavam a aceleração dos jogadores, os autores analisaram ela de forma conjunta com a velocidade e de forma separada, apenas na acelerações e velocidade altas (VARLEY; GABBETT; AUGHEY, 2013; VARLEY et al., 2013). Contudo, apenas o segundo trabalho é possível fazer comparações, pois o primeiro trabalho, a pesquisa é feita com jogadores de futebol australiano, que é outra modalidade de esporte coletivo, com regras e tamanho de campo bem diferentes com relação ao futebol. No segundo trabalho, Varley et al. (2013b) observaram que os jogadores de futebol realizaram em média 65 deslocamentos com acelerações acima de $2,78 \text{ m/s}^2$. Porém, os autores não diferenciam quantos foram com velocidades altas ou baixas, desta maneira não possível comparar com o presente trabalho.

A categoria de mais alta intensidade proposta no presente trabalho, pode ser composta de dez possibilidades de pontuação nas três variáveis analisadas. Para uma melhor análise dos esforços de alta intensidade, foi apresentado neste trabalho o número de deslocamentos em cada uma das dez possibilidades. Através deste detalhamento na categoria de maior intensidade, foi possível perceber que ao introduzir as variáveis aceleração máxima do deslocamento e área no gráfico que ele proporciona, teve um aumento de 39% no número de esforços realizados pelos jogadores, mostrando novamente a importância destas duas variáveis na classificação dos esforços dos jogadores durante uma partida. As informações fornecidas através da separação da categoria máxima de intensidade em todas suas possibilidades, irão ajudar preparadores físicos na elaboração de treinos mais específicos com a realidade do jogo, pois os momentos de alta intensidade durante um jogo estão altamente relacionados com o resultado da partida (DI SALVO et al., 2009), pois esses deslocamentos acontecem em momentos importantes, como por exemplo, no momento que uma equipe está realizando um ataque (finalização) e os jogadores envolvidos se movimentam para saírem da marcação e realizar o ataque (MARCHE, 2010).

Quando ocorre a separação dos esforços, na categoria máxima de intensidade, em diversas possibilidades, foi observado que a variável área, que existe correlação com a potência realizada pelos jogadores durante o deslocamento do esforço, não consegue sozinha aumentar e classificar um esforço em categorias acima, sem que as outras variáveis aumentem também. Contudo, ela

quando a variável aceleração aumenta sem a velocidade ou vice-versa, a área aumenta junto a maior variável, ajudando a classificar em esforços mais altos.

Os estudos realizados por Di Salvo et al. (2009, 2010) analisaram os deslocamentos em alta velocidade em duas categorias, com acelerações altas (menos de 3 segundos) e com acelerações baixas (mais de 3 segundos). Observaram que 24,6% e 30%, respectivamente dos esforços de alta velocidade eram com acelerações altas e 75,4% e 70%, respectivamente, foram realizados com acelerações baixas. É possível comparar os dados apresentados pelos autores com as possibilidades apresentadas no presente estudo para compor a categoria de maior intensidade. Olhando apenas para as possibilidades que possuem velocidade máxima, é possível perceber que 65,7% desses esforços são realizados com acelerações baixas, consequentemente 34,3% são realizados com acelerações altas. O presente estudo corrobora com os autores dos estudos acima, mostrando que a maior parte dos esforços com velocidades altas possuem acelerações mais baixas, porém a porcentagem do presente estudo é menor com relação ao trabalho apresentado por Di Salvo et al. (2010).

Com os resultados calculados de distância percorrida e duração de cada um dos esforços nas 10 diferentes possibilidades na categoria de mais alta intensidade, podemos ter conhecimento do gasto energético que o jogador terá quando realizá-lo durante uma partida. Além disso, é possível verificar grandes diferenças entre as dez possibilidades. Por exemplo, quando a velocidade é mais baixa com relação a aceleração e a potência realizada pelos jogadores, a distância percorrida e a duração dos esforços são de aproximadamente 6 metros e 2 segundos, respectivamente. Já quando a velocidade e potência são mais altas que a aceleração, a distância percorrida e a duração dos esforços mudam completamente, aproximadamente 17 metros e 5 segundos, respectivamente.

Esta diferença é de suma importância para técnicos e preparadores físicos, pois o metabolismo utilizado em cada um destes esforços é diferente. Estudos mostraram que em estímulos de 6 segundos a depleção dos estoques de ATP é por volta de 8-16% e dos estoques de fosfocreatina (PCr) é por volta de 40-50% (DAWSON et al., 1997; GAITANOS et al., 1993; SPENCER et al., 2005). Além disso, a glicólise anaeróbica é responsável por quase 50% do fornecimento de ATP, ocorrendo um aumento de 5 a 9 mmol/kg dm/seg dos níveis de lactato no sangue (DAWSON et al., 1997; GAITANOS et al., 1993; GLAISTER, 2005; SPENCER et al., 2005; STOLEN et al., 2005). Contudo, em estímulos mais rápidos, de 2 a 3 segundos, os estudos mostraram que o fornecimento de ATP é maior pela depleção dos estoques de fosfocreatina (PCr),

quase 70%, e a participação do glicólise anaeróbica diminui um pouco, ficando aproximadamente em 20% (DAWSON et al., 1997; GAITANOS et al., 1993; GLAISTER, 2005; SPENCER et al., 2005; STOLEN et al., 2005).

Estes dados mostram a importância da análise em várias possibilidades na categoria de mais alta intensidade. A metodologia do presente estudo, apresentou resultados sobre a porcentagem que cada uma das dez possibilidades ocorre, suas características, como valor da velocidade e aceleração, duração do estímulo e distância percorrida, através destes dados, preparadores físicos terão informações mais precisas para montar treinos cada vez mais específicos com a realidade do jogo.

A partir da caracterização feita dos esforços de alta intensidade por este estudo, é possível fazer uma comparação com os testes existentes que são utilizados para a avaliação da capacidade físicas dos jogadores de futebol. Um dos testes mais utilizados para avaliar a capacidade dos atletas em repetir esforços de alta intensidade é o teste yo-yo de recuperação intermitente (BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008). O atleta tem que percorrer 2 x 20 metros com recuperação ativa entre os estímulos de 10 segundos, em uma determinada velocidade. A cada duas corridas de 20 metros a velocidade é aumentada, controlada por um sinal de áudio. O teste acaba quando o participante não conseguir realizar a distância no tempo determinado por duas vezes consecutivas.

Outro teste que também é bastante utilizado é o *Bangsbo Soccer Sprint Test*. O teste é composto por sete *sprints* sucessivos de 34,2 m com tempo de recuperação ativa de 25 segundos (CHAMARI et al., 2004; MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2005). Este teste tem um diferencial, pois dos 10 aos 20 m existe uma mudança de direção na corrida, ou seja, os jogadores não correm apenas em linha reta. O *Running Anaerobic Sprint Teste* (RAST) é muito utilizado para determinação da potência aeróbia dos jogadores de futebol, que consiste em seis estímulos de 35 m com recuperação passiva de 10 segundos entre os esforços (ZAGATTO; BECK; GOBATTO, 2009).

Com a caracterização dos esforços na categoria máxima de intensidade feita por este estudo foi possível perceber que os jogadores percorrem diferentes distâncias em cada uma das possibilidades em se atingir alta intensidade. As distâncias utilizadas nos testes são maiores com relação as distâncias dos esforços, principalmente quando pegamos os esforços com acelerações altas e velocidade mais baixas. Através desses resultados é possível montar avaliações das

capacidades físicas dos jogadores que avaliem de forma mais fidedigna com que realmente os jogadores realizam os esforços de alta intensidade durante um jogo.

7 Conclusão

Através das variáveis apresentadas no presente trabalho, podemos concluir que a nova classificação em cinco categorias de intensidade, que levou em conta a fase propulsiva e a composição de três variáveis, velocidade pico, aceleração pico e potência, permitiu uma melhor caracterização dos esforços realizados pelos jogadores durante uma partida de futebol. A nova classificação se mostrou muito pertinente, pois além de associar três variáveis ao mesmo tempo, ela conseguiu classificar 40% a mais de esforços na categoria máxima de intensidade se usasse apenas a variável velocidade, comumente utilizada na literatura.

Outra conclusão que podemos tirar, é com relação a categoria máxima de intensidade, os jogadores fazem esforços de máxima intensidade de várias maneiras. O jogador pode estar em alta intensidade não apenas quando atingir as velocidades altas, mas também quando realiza um deslocamento com alta aceleração e velocidade não tão altas. Através destes resultados preparadores físicos tem informações sobre o esforço exigido durante cada deslocamento do jogo. Desta maneira foi possível comparar os resultados com os testes físicos existentes, e percebemos que através da caracterização feita, avaliações mais específicas com a realidade do jogo podem ser montadas.

8 Referências

- ABT, G.; LOVELL, R. The use of individualized speed and intensity thresholds for determining the distance run at high-intensity in professional soccer. **Journal of sports sciences**, v. 27, n. 9, p. 893–898, 2009.
- ANDRADE, V. L. et al. Running-based anaerobic sprint test as a procedure to evaluate anaerobic power. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 14, p. 1156–1162, 2015.
- ARDIGÒ, L. P. et al. A low-cost method for estimating energy expenditure during soccer refereeing. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 17, p. 1–6, 2015.
- AUGHEY, R. J. Australian football player work rate: Evidence of fatigue and pacing? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, n. 3, p. 394–405, 2010.
- AUGHEY, R. J. Increased high-intensity activity in elite australian football finals matches. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 6, n. 3, p. 367–379, 2011.
- BALIKIAN, P. et al. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbico de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 2, p. 32–36, 2002.
- BANGSBO, J.; IAIA, F. M.; KRUSTRUP, P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test Intermittent Sports: A useful tool for evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. **Sports Medicine**, v. 38, n. 1, p. 37–51, 2008.
- BANGSBO, J.; NORREGAARD, L.; THORSO, F. Activity Profile of Competition Soccer. **Canadian journal of sport sciences**, v. 16, n. 2, p. 110 – 116, 1991.
- 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, n. 2, p. 233 – 242, 2007.
- BAUMGART, C.; HOPPE, M.; FREIWALD, J. Different Endurance Characteristics of Female and Male German Soccer Players. **Biology of Sport**, v. 31, n. 3, p. 227–232, 2014.
- BRADLEY, P. S. et al. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. **Journal of sports sciences**, v. 27, n. 2, p. 159–168, 2009.
- BRADLEY, P. S.; NOAKES, T. D. Match running performance fluctuations in elite soccer: Indicative of fatigue, pacing or situational influences? **Journal of sports sciences**, v. 31, n. 15, p. 1627–1638, 2013.
- BROCHERIE, F.; MILLET, G. P.; GIRARD, O. Neuro-mechanical and metabolic adjustments to the repeated anaerobic sprint test in professional football players. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 5, p. 891–903, 2015.
- BUCHHEIT, M. et al. Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 10, p. 709–716, 2010.
- BUCHHEIT, M. et al. Monitoring accelerations with GPS in football: time to slow down.

- International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 3, p. 442–445, 2014.
- BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. **Sports Medicine**, v. 43, n. 10, p. 927–954, 2013.
- CARLING, C. et al. The role of motion analysis in elite soccer: : contemporary performance measurement techniques and work rate data. **Sports Medicine**, v. 38, n. 10, p. 995–1008, 2008.
- CARLING, C. Interpreting physical performance in professional soccer match-play: Should we be more pragmatic in our approach? **Sports Medicine**, v. 43, n. 8, p. 655–663, 2013.
- CASTAGNA, C. et al. Effect of training intensity distribution on aerobic fitness variables in elite soccer players: A case study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 1, p. 1857–1865, 2011.
- CHAMARI, K. et al. Field and laboratory testing in young elite soccer players. **Br J Sports Med**, v. 38, n. 2, p. 191–197, 2004.
- COELHO, D. B. et al. Limiar anaeróbio de jogadores de futebol de diferentes categorias. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 1, p. 81–87, 2009.
- DAWSON, B. et al. Muscle phosphocreatine repletion following single and repeated short sprint efforts.pdf. **Scand J Med Sci Sports**, v. 7, n. 4, p. 206–13, 1997.
- DE ANDRADE, V. L. et al. Reproducibility of running anaerobic sprint test (rast) for soccer players. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. nov 6, 2014.
- DI PRAMPERO, P. E. et al. Sprint running: a new energetic approach. **The Journal of experimental biology**, v. 208, n. Pt 14, p. 2809–2816, 2005.
- DI PRAMPERO, P. E.; BOTTER, A.; OSGNACH, C. The energy cost of sprint running and the role of metabolic power in setting top performances. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 3, p. 451–469, 2014.
- DI SALVO, V. et al. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 3, p. 222–227, 2007.
- DI SALVO, V. et al. Analysis of high intensity activity in premier league soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 3, p. 205–212, 2009.
- DI SALVO, V. et al. Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. **Journal of sports sciences**, v. 28, n. 14, p. 1489–1494, 2010.
- DWYER, D. B.; GABBETT, T. J. Global Positioning System Data Analysis: Velocity Ranges and a New definition of sprinting for field sport athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 3, p. 818–824, 2012.
- FERNANDES DA SILVA, J. et al. the Effect of Two Generic Aerobic Interval Training Methods on Laboratory and Field Test Performance in Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, n. 05582, p. 1, 2015.
- 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, 2006a.

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, 2006b.

GAITANOS, G. C. et al. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **Journal Appl Physiol**, v. 75, n. 2, p. 712–9, 1993.

GLAISTER, M. Multiple sprint work: Physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. **Sports Medicine**, v. 35, n. 9, p. 757–777, 2005.

GUNER, R.; KUNDURACIOGLU, B.; ULKAR, B. Running velocities and heart rates at fixed blood lactate concentrations in young soccer players. **Advances in therapy**, v. 23, n. 3, p. 395–403, 2006.

HELGERUD, J. et al. Aerobic endurance training improves soccer performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 33, n. 11, p. 1925–1931, 2001.

HERNANDEZ GOMEZ, J.; MARQUINA, V.; GOMEZ, R. On the performance of Usain Bolt in the 100 m sprint. **European Journal Phys**, v. 34, p. 1227–1233, 2013.

HOFF, J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 6, p. 573–582, 2005.

HOFF, J.; HELGERUD, J. Endurance and Strength Training for Soccer Players. **Sports Medicine**, v. 34, n. 3, p. 165–180, 2004.

HUNTER, F. et al. Individualisation of Time-Motion Analysis: A Method Comparison and Case Report Series. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 1, p. 41–48, 2015.

IMPELLIZZERI, F. et al. Physiological and Performance Effects of Generic versus Specific Aerobic Training in Soccer Players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 6, p. 483–492, 2006.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Validity of a repeated-sprint test for football. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 11, p. 899–905, 2008.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; MARCORA, S. M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 6, p. 583–592, 2005.

JOHNSTON, R. J. et al. Player acceleration and deceleration profiles in professional Australian football. **Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 55, n. 9, p. 931–939, 2015.

KALAPOTHARAKOS, V. I.; ZIOGAS, G.; TOKMAKIDIS, S. P. Seasonal aerobic performance variations in elite soccer players. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 25, n. 6, p. 1502–1507, 2011.

LOVELL, R.; ABT, G. Individualization of time-motion analysis: A case-cohort example. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 8, p. 456–458, 2013.

MARCHE, A. L. **Análise dos esforços de alta intensidade de jogadores de futebol profissional**. [s.l.] Unicamp, 2010.

MCGILL, R.; TUKEY, J. W.; LARSEN, W. A. Variations of box plots. **The American**

Statistician, v. 32, n. 1, p. 12 – 16, 1978.

MCMILLAN, K. et al. Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 7, p. 432–436, 2005.

MISUTA, M. **Rastreamento automático de trajetórias de jogadores de futebol por videogrametria: validação do método e análise dos resultados**. [s.l.] Universidade Estadual de Campinas, 2004.

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

MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Fatigue en soccer: A brief review. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 6, p. 593–599, 2005.

OSGNACH, C. et al. Energy cost and metabolic power in elite soccer: A new match analysis approach. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 1, p. 170–178, 2010.

PEREIRA, R. R. et al. Validação de Dois Protocolos para Determinação do Limiar Anaeróbio em Natação Metodologia Participantes. **Revista Motriz**, v. 8, n. 2, p. 63–68, 2002.

SAMPSON, J. A.; FULLAGAR, H. H. K.; GABBETT, T. Knowledge of bout duration influences pacing strategies during small-sided games. **Journal of sports sciences**, n. August 2014, p. 1–14, 2014.

SANCHEZ, A. et al. Comparison between invasive and non-invasive methods for the determination of the aerobic capacity of professional soccer players. v. 11, n. 15, p. 220–223, 2005.

SANTOS, J. AUGUSTO R. DOS. Estudo comparativo, fisiológico, antropométrico e motor entre futebolistas de diferente nível competitivo. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 13, n. 2, p. 146–159, 1999.

SILVA, A. S. R. et al. Hematological parameters and anaerobic threshold in Brazilian soccer players throughout a training program. **International Journal of Laboratory Hematology**, v. 30, n. 2, p. 158–166, 2008.

SPENCER, M. et al. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 35, n. 12, p. 1025–1044, 2005.

STOLEN, T. et al. Physiology of Soccer. **Sports Medicine**, v. 35, n. 6, p. 501–536, 2005.

TAYLOR, M.; BENEKE, R. Spring mass characteristics of the fastest men on Earth. **Int J Sports Med**, v. 33, n. 8, p. 667–70, 2012.

VARLEY, M. C. et al. Acceleration Profiles in Elite Australian Soccer. **Int J Sports Med**, n. 34, p. 34–39, 2013.

VARLEY, M. C.; FAIRWEATHER, I. H.; AUGHEY, R. J. Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 2, p. 121–127, 2012.

VARLEY, M. C.; GABBETT, T.; AUGHEY, R. J. Activity profiles of professional soccer, rugby

league and Australian football match play. **Journal of sports sciences**, v. 32, n. 20, p. 37–41, 2013.

VIGNE, G. et al. Activity profile in elite Italian soccer team. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 5, p. 304–310, 2010.

WASSERMAN, K.; MCILROY, M. B. Detecting the Threshold of Anaerobic Metabolism in Cardiac Patients During Exercise. **The american Journal of Cardiology**, v. 14, n. 6, p. 844–852, 1964.

ZAGATTO, A. M.; BECK, W.; GOBATTO, C. A. Validity of the Running Anaerobic Sprint Test for Assessing Anaerobic Power and Predicting Short-Distance Performances. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 6, p. 1820–1827, 2009.