

DISTRIBUIÇÃO DE SUBGRUPOS COM BASE NAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS EM JOGADORES PROFISSIONAIS DE FUTEBOL PELA TÉCNICA K MEANS CLUSTER



SUBGROUP DISTRIBUTION BASED ON PHYSIOLOGICAL RESPONSES IN PROFESSIONAL SOCCER PLAYERS BY K-MEANS CLUSTER TECHNIQUE

Luiz Fernando Novack¹
Vitor Bertoli Nascimento¹
Fabiano de Macedo Salgueirosa^{1,2}
Luís Felipe Carignano¹
André Fornaziero¹
Elton Bonfim Gomes¹
Raul Osiecki¹

1. Universidade Federal do Paraná – UFPR, Centro de Estudos da Performance Física – CEPEFIS – Curitiba, Paraná, Brasil.

2. Universidade Tuiuti do Paraná – UTP – Curitiba, Paraná, Brasil.

Correspondência:

Rua Coração de Maria, 92, Jardim Botânico. 80215-370 – Curitiba, PR, Brasil.
E-mail: vitorbertolinascimento@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: A preparação física no futebol necessita estar sempre em constante atualização em virtude das exigências presentes no futebol contemporâneo. **Objetivo:** Verificar a sensibilidade da técnica estatística *K Means Cluster* na distribuição de grupos com base nas respostas fisiológicas pertinentes ao futebol. **Métodos:** Os atletas foram submetidos a avaliações antropométricas para determinar o percentual de gordura (%G) e de massa magra (MM), teste incremental em esteira para obter o VO_2 máximo ($VO_{2m\acute{a}x}$) e a velocidade de limiar ventilatório (VLim), bem como testes de campo para a agilidade (AG) e o salto vertical (SV). Os dados foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis e a distribuição dos grupos foi desenvolvida pela técnica de *K Means Cluster* conforme as semelhanças dos jogadores com essas variáveis fisiológicas, assumindo o nível de significância de $p < 0,05$. **Resultados:** Os grupos diferiram significativamente somente com relação ao SV ($p < 0,001$), MM ($p < 0,001$), VLim ($p = 0,011$) e $VO_{2m\acute{a}x}$ ($p = 0,029$) indicando que para estas variáveis, os atletas necessitam ser distribuídos em grupos. Entretanto, o %G e a AG ($p = 0,317$; $p = 0,922$), respectivamente, não foram diferentes, indicando que essas variáveis podem ser aprimoradas em todos os atletas de maneira coletiva. **Conclusão:** Tendo em vista os resultados encontrados, podemos concluir que a distribuição dos grupos pela técnica *K Means Cluster* pode ser realizada utilizando as respostas fisiológicas dos atletas no intuito de otimizar e priorizar o treinamento físico das principais necessidades apresentadas em comum pelos atletas, independentemente da função tática exercida em campo.

Palavras-chave: análise por conglomerados, educação física e treinamento, futebol.

ABSTRACT

Introduction: Physical fitness in soccer needs to be constantly updated due to current demands in contemporary soccer. **Objective:** To assess the sensitivity of the *K Means Clustering* in group distribution based on physiological responses relevant to soccer. **Methods:** The athletes underwent anthropometric evaluations to determine fat percentage (%F) lean mass (LM), treadmill incremental test to obtain the VO_2 maximum (VO_{2max}) and ventilatory threshold velocity (VL), as well as a field test for agility (AG) and vertical jump (VJ). Data were analyzed by Kruskal-Wallis and distribution of groups was determined by *K Means Clustering* according to their similarities with these physiological variables, assuming significance level of $p < 0.05$. **Results:** Showed that both groups were significantly different only concerning VJ ($p < 0.001$); LM ($p < 0.001$); VL ($p = 0.011$) and VO_{2max} ($p = 0.029$) indicating that the athletes need to be distributed in groups for these variables. Nevertheless, %F and AG ($p = 0.317$; $p = 0.922$) respectively, were not different, indicating that these variables can be improved in all athletes collectively. **Conclusion:** The results make us conclude that group distribution by *K Means Clustering* technique can be performed using physiological responses of athletes in an attempt to optimize training for professional soccer players with focus on the common main training needs regardless of their tactical function played on the field.

Keywords: cluster analysis, physical education and training, soccer.

INTRODUÇÃO

Dentro de um jogo de futebol as diferentes funções táticas exercidas por cada atleta demandam diferentes exigências fisiológicas¹, que, por sua vez, exigem adaptações diferenciadas nos processos fisiológicos². Trata-se de uma modalidade esportiva que implica na prática de vários exercícios intermitentes de intensidade variável³, com solicitações de variadas fontes energéticas e diferentes comportamentos do

organismo frente à carga externa recebida, podendo ser caracterizado como esporte com demanda metabólica aeróbio-anaeróbio⁴.

Uma grande dificuldade na preparação física no futebol é a necessidade de se trabalhar com um grande número de atletas na equipe e, ainda assim, levar em consideração o princípio da variabilidade interindividual. Uma forma de amenizar esse problema seria subdividir os atletas em grupos menores de acordo com respostas fisiológicas

semelhantes, características específicas da função tática e necessidade do desenvolvimento de capacidades físicas em comum. Por exemplo, um grupo de atletas composto predominantemente por alas e atacantes apresentando elevados índices de potência aeróbia, porém déficit na característica de velocidade, portanto, semelhantes necessidades de treinamento.

A análise de agrupamentos (*cluster*) *K-means* é uma ferramenta estatística não-hierárquica utilizada para classificar um conjunto de valores de uma amostra em grupos que possuam características mais semelhantes possíveis entre si, formando diferentes grupos de classificação determinados *a priori* ao teste. Da mesma maneira que preserva os valores dentro de cada grupo que sejam muito aproximados, realiza a heterogeneidade destes conjuntos de dados agrupando-lhes em *clusters* (agrupamentos) mais distintos possíveis⁵⁻⁷.

O algoritmo para agrupamentos de *K-means* escolhe de forma aleatória um centroide dentro de cada variável e separa os elementos dos grupos através da distância entre os elementos e o centroide, agregando elementos mais próximos aos centroides através de distância euclidiana. Após a formação dos grupos, utiliza-se teste F verificando se os grupos diferenciam-se estatisticamente, justificando sua formação⁵.

Assim, o objetivo do presente estudo foi demonstrar a utilização da técnica análise de agrupamento *K Means Cluster* na identificação de grupos baseado em variáveis fisiológicas de uma equipe profissional de futebol.

MÉTODOS

Participantes

A amostra não probabilística utilizada foi composta por 33 atletas profissionais sendo: sete zagueiros, quatro atacantes, dois goleiros, seis alas/laterais, 11 meio-campistas e cinco volantes de um Clube Profissional da cidade de Curitiba-PR, participante da primeira divisão do Campeonato Brasileiro (tabela 1).

Para a participação no presente estudo, todos os jogadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual continha informações a respeito dos protocolos de testes do estudo, bem como os prováveis riscos e benefícios aos voluntários. O TCLE foi previamente elaborado e aprovado juntamente ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná sob o número: 1024.149.10.10/2010.

Tabela 1. Dados descritivos dos atletas participantes do presente estudo, compostos por valores em média, desvio padrão (DP), mínimo e máximo.

Variáveis	Média ± dp	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	22,54 ± 2,89	18,00	30,00
Massa corporal (kg)	75,32 ± 6,96	63,15	89,65
Estatura (m)	1,78 ± 0,05	1,67	1,90
%G	12,21 ± 1,70	8,87	15,54
MM (kg)	66,00 ± 5,56	56,77	77,79
VO _{2máx} (ml/kg/min)	59,77 ± 3,31	50,00	66,80

Análises antropométricas

As avaliações antropométricas foram realizadas sempre pelo mesmo avaliador, com experiência superior a cinco anos em avaliações físicas envolvendo atletas profissionais de futebol. Para a realização dos procedimentos de avaliação os indivíduos não realizaram exercícios físicos nas 24 horas que antecederam os testes e, para evitar variações circadianas, todas as avaliações foram realizadas no mesmo período do dia (oito horas até dez horas da manhã). Inicialmente foram obtidas a estatura e a massa corporal, com a utilização de um estadiômetro

Sanny com precisão de um milímetro e uma balança de marca Toledo com precisão de 50 gramas.

Foram coletadas as medidas de dobras cutâneas do peitoral, bíceps, subescapular, tríceps, axilar média, suprailíaca, abdominal, coxa medial e panturrilha, utilizando um adipômetro da marca Harpenden, com precisão de 0,2 mm e pressão de 10 g/mm². As medidas foram efetuadas seguindo a técnica descrita por Petroski⁸.

Para a análise da composição corporal (%G) foram utilizados a equação desenvolvida por Faulkner⁹ e o índice de massa magra (MM), por meio da subtração entre os valores da massa corporal pelo equivalente em gordura.

Teste incremental e velocidade do VO_{2máx} (vVO_{2máx})

A avaliação de esforço máximo foi realizada em uma esteira rolante modelo X-Fit 7 Power Treadmill. A determinação do consumo máximo de oxigênio (VO_{2máx}) foi realizada com o sistema metabólico Parvo Medics True One® 2400 Metabolic Measurement System – USA, analisando os dados *breath-by-breath* e o analisador de gases, sendo calibrado conforme as especificações do fabricante a cada três testes com auxílio de uma seringa calibradora de três litros (Hans Rudolf, EUA) e cilindro de gás contendo uma quantidade conhecida de CO₂ 3,98% e 16,02% de O₂.

O protocolo utilizado no presente estudo foi incremental, com inclinação constante de um por cento, iniciando em velocidade referente a oito km/h com incrementos de um km/h em estágios de um minuto. O VO_{2máx} foi obtido de acordo com os critérios estabelecidos pela ACSM¹⁰ como platô na captação do oxigênio com aumento da intensidade do esforço (< 2,1 ml/kg/min), quociente respiratório (R) acima de 1,15, sinais de extremo cansaço físico (exaustão voluntária), bem como frequência cardíaca no último estágio ± 10 bpm em relação à frequência cardíaca máxima predita (FC_{Máx}). A FC_{Máx} foi determinada pela equação FC_{Máx} = 220-idade, que mesmo não sendo específica para esta população, foi utilizada apenas para caracterizar o esforço físico dos atletas, sempre aliada com os demais critérios citados anteriormente.

O VO_{2máx} foi determinado através dos valores obtidos nos 30 segundos finais dos últimos dois estágios progressivos quando não houve variação (<2,1 ml/kg/min), enquanto que a velocidade de corrida correspondente ao VO_{2máx} (VO_{2máx}) foi a intensidade de exercício na qual foi obtido o menor valor de VO_{2máx}.

A velocidade correspondente ao limiar ventilatório (VLim) foi determinada com base nas respostas ventilatórias oriundas do teste incremental máximo; para determinação do limiar ventilatório foi utilizado o protocolo descrito por Meyer *et al.*¹¹ caracterizado pela razão entre ventilação (VE) e volume de gás carbônico (VCO₂) expirado, critério denominado limiar anaeróbio de trocas gasosas.

O momento em que ocorreu o aumento abrupto foi determinado com base na intersecção de duas retas por inspeção visual, para que fosse possível determinar a velocidade correspondente a este marcador durante o teste incremental.

Testes de agilidade e salto vertical

Para avaliação da agilidade foi utilizado o teste de Little e Williams¹². O teste consiste em um percurso de 20 m com mudanças sucessivas de direção a cada quatro metros (figura 1). Foram colocados dois pares de células fotoelétricas (Cefise® Speed Test 6.0), um par no início (0 m) e outro no final do percurso (20 m). Os atletas iniciaram o teste passando pelo primeiro par de células fotoelétricas iniciando a contagem do tempo, efetuando todas as mudanças de direção demarcadas até cruzarem o segundo par de células fotoelétricas ao fim dos 20 m de percurso, onde se encerrou a contagem do tempo. Para a familiarização com o teste, foi permitido que cada avaliado efetuasse o percurso uma

vez, seguido de um período de recuperação de dois minutos antes do teste propriamente dito.

O salto vertical foi realizado com auxílio da plataforma de saltos *Jump System Fit* (CEFISE®) com área útil de 500 mm x 5.000 mm, em contramovimento com o auxílio dos membros superiores. Durante a realização, os sujeitos executaram uma flexão do joelho de aproximadamente 110°, justificando-se por ser um ângulo ótimo para aplicação de força¹³.

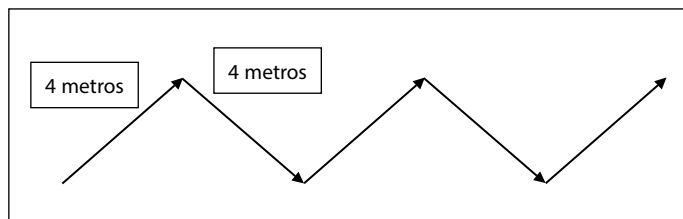


Figura 1. Representação do percurso a ser percorrido pelo avaliado durante teste de agilidade (Little e Williams¹²).

Análise estatística

Para análise da distribuição nos grupos formados em relação ao posicionamento em campo foi utilizado o teste Kruskal-Wallis. Os dados foram tabulados para que os grupos fossem formados de maneira estatística por semelhanças decorrentes dos testes aplicados, determinados pela utilização da técnica de agrupamentos *K Means Cluster*. As diferenças das variáveis entre cada grupo foi analisada através do teste F assumindo o nível de significância de $p < 0,05$ em todas as análises, utilizando o *software* SPSS 17.

RESULTADOS

As medidas antropométricas e fisiológicas obtidas dos atletas envolvidos no presente estudo estão representadas na tabela 1, compostas por média, desvio padrão, mínimo e máximo.

Por meio da análise estatística de distribuição dos grupos pela técnica *K Means Cluster*, foram criados três grupos sendo que o número de jogadores distribuídos em cada grupo (n) e o teste F para demonstrar as diferenças entre cada grupo estão apresentados na (tabela 2).

Segundo o teste F, existem diferenças significativas entre os grupos criados para VLim ($p < 0,05$), MM ($p < 0,001$), $VO_{2máx}$ ($p < 0,05$), e SV ($p < 0,001$), indicando que esses grupos devem receber um treinamento diferenciado para estas valências; já para variáveis AG e %G os grupos são homogêneos, não justificando a criação de sub-grupos.

Abaixo, apresentamos como os grupos formados através da técnica de agrupamento *K Means Cluster* ficaram constituídos em relação ao posicionamento em campo, não havendo diferença significativa ($p = 0,198$) entre eles (tabela 3).

Tabela 2. Distribuição da média e do desvio padrão das variáveis Agilidade (AG), Salto Vertical (SV), Percentual de Gordura (%G), Massa Magra (MM), Velocidade de Limiar (VLim) e $VO_{2máx}$, em cada grupo pela técnica de *Cluster K-means*.

Variáveis	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3			F	p
	N	Média	DP	n	Média	DP	N	Média	DP		
AG (s)	10	5,46	0,39	13	5,43	0,37	12	5,39	0,29	0,08	0,922
SV (cm)	10	41,40	3,21	13	56,20	5,89	12	51,03	2,75	19,07	0,000**
%G	10	11,78	1,41	13	12,78	1,71	12	11,97	1,88	1,19	0,317
MM (kg)	10	63,32	2,88	13	72,00	3,89	12	61,92	2,26	37,89	0,000**
VLim (km/h)	10	13,80	0,54	13	13,15	0,47	12	12,65	1,16	5,39	0,011*
$VO_{2máx}$ (ml/kg/min)	10	61,76	2,62	13	59,64	2,25	12	57,93	3,90	4,06	0,029*

Significância: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Tabela 3. Distribuição dos grupos por funções táticas e frequência de participação em cada um dos grupos.

Função tática	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3	
	Frequência	%	Frequência	%	Frequência	%
Atacante	-	-	2	15,4	2	16,7
Lateral	3	30	-	-	3	25,0
Meio-campo	4	40	2	15,4	5	41,7
Volante	1	10	3	23,1	1	8,3
Zagueiro	2	20	5	38,5	-	-
Goleiro	-	-	1	7,6	1	8,3
Total	10	100,0	13	100,0	12	100,0

Após a separação do grupo pelas características estatisticamente significativas (MM, SV, VLim e $VO_{2máx}$), observou-se uma distribuição gradativa entre os grupos e a distribuição em relação ao posicionamento em campo.

Em relação ao SV, é possível graduar tendo o Grupo 2 ($56,2 \pm 5,89$) com melhor resultado, o Grupo 3 ($51,3 \pm 2,75$) intermediário, seguido do Grupo 1 ($41,4 \pm 3,21$), tendo em vista que esses grupos se apresentaram diferentes estatisticamente, comprovado pelo teste F ($p = 0,000$).

No que diz respeito às características fisiológicas, como o $VO_{2máx}$ e a VLim, demonstra o Grupo 1 ($VO_{2máx}$ $61,76 \pm 2,62$; VLim $13,08 \pm 0,54$), Grupo 2 ($VO_{2máx}$ $59,64 \pm 2,25$; VLim $13,15 \pm 0,47$) e Grupo 3 ($VO_{2máx}$ $57,93 \pm 3,9$; VLim $12,65 \pm 1,16$).

O Grupo 1 apresentou-se com melhor *performance* aeróbia e caracterizou-se por uma maior concentração de jogadores de meio-campo (40%) e laterais (30%). O Grupo 2, caracterizado com melhor resultado em SV e MM, revelou-se em possuir maior concentração de jogadores zagueiros (38,5%) e volantes (23,1%).

Essa graduação e o posicionamento dos jogadores em campo dentro de cada grupo permitem dar melhor direcionamento ao treinamento aplicado aos grupos.

DISCUSSÃO

Alguns estudos indicam que o treinamento físico adotado no futebol não apresenta a especificidade necessária para as diferentes ações durante o jogo¹⁴.

Balikian *et al.*¹, em estudo, com o objetivo de comparar futebolistas de diferentes posições em relação a variável Limiar Anaeróbio (Lan), encontraram diferenças significativas ao confrontar os resultados de VLim de goleiros ($12,66 \pm 0,89$ km/h) com as demais posições e ao comparar os resultados de laterais ($14,33 \pm 0,66$ km/h) e meio-campistas ($14,11 \pm 0,51$ km/h) em relação à zagueiros ($13,15 \pm 1,56$ km/h) e atacantes ($13,23 \pm 0,86$ km/h).

Wittich *et al.*¹⁵ encontraram diferenças significativas ao compararem o %G de atletas de futebol que atuam no meio-campo ($13,6 \pm 3,3\%$) comparado à zagueiros ($11,2 \pm 2,8\%$) e atacantes ($11,0 \pm 2,3\%$). Assim como em nosso estudo, o autor não encontrou diferenças significativas na MM de zagueiros ($75,3 \pm 4,7$ kg), meio-campistas ($75,4 \pm 5,3$ kg) e atacantes ($75,5 \pm 5,4$ kg).

Santos e Kokubun¹⁴, em estudo, com o objetivo de detectar eventuais diferenças na composição corporal, $VO_{2máx}$, Lan, e SV em relação à especialização funcional de atletas de futebol, não encontraram diferenças significativas no percentual de gordura corporal (volantes: $10,7 \pm 2,2\%$; laterais: $11,4 \pm 2,7\%$; meio-campistas: $12,0 \pm 2,2\%$ e atacantes: $12,1 \pm 2,9\%$) e VLim (volantes: $14,5 \pm 1,7$ km/h; laterais: $14,4 \pm 1,2$ km/h; meio-campistas: $14,0 \pm 1,0$ km/h e atacantes: $12,9 \pm 1,3$ km/h), corroborando com os resultados desta investigação.

O mesmo não aconteceu com o $VO_{2máx}$ (volantes: $59,5 \pm 6,7$ ml/kg/min; laterais: $59,3 \pm 3,6$ ml/kg/min; meio-campistas: $56,8 \pm 5,5$ ml/kg/min;

atacantes: $54,9 \pm 8,2$ ml/kg/min) e SV (volantes: $33,4 \pm 4,9$ cm; laterais: $35,7 \pm 4,2$ cm; meio-campistas: $36,3 \pm 3,9$ cm; atacantes: $37,5 \pm 4,3$ cm), onde os autores encontraram diferenças significativas no $VO_{2m\acute{a}x}$ entre laterais ($59,3 \pm 3,6$ ml/kg/min) e atacantes ($54,9 \pm 8,2$ ml/kg/min), bem como diferença significativa no teste de SV com os meio-campistas ($36,3 \pm 3,9$ cm) e atacantes ($37,5 \pm 4,3$ cm).

Balikian *et al.*¹ compararam futebolistas de diferentes posições em relação ao $VO_{2m\acute{a}x}$, não encontrando diferenças significativas, exceto quando se trata de goleiros, que apresentaram valores de consumo máximo de oxigênio inferiores aos atletas de linha.

Em relação à utilização da técnica *K Means Cluster*, nós encontramos na literatura alguns estudos envolvendo exercício físico e esporte. Bamman *et al.*⁷ aplicaram a técnica estatística para analisar a expressão mio gênica durante hipertrofia miofibrilar, após treinamento resistido em humanos.

Petrella *et al.*¹⁶ utilizaram a técnica *K Means Cluster* para classificar indivíduos, tendo como critério o quanto os mesmos foram responsivos em relação à hipertrofia miofibrilar após treinamento resistido aplicado à musculatura extensora do joelho.

Paes *et al.*⁶ aplicaram a técnica com o objetivo de classificar jovens atletas de acordo com seu nível de desempenho esportivo, tendo como parâmetros variáveis antropométricas e testes de aptidão física.

Kiss *et al.*¹⁷ indicam que a técnica estatística em questão tem sido utilizada na avaliação do processo de treinamento a longo prazo, porém, com o objetivo de selecionar talentos esportivos.

Chan *et al.*¹⁸, com base em variáveis técnicas obtidas durante o jogo (*scout* técnico), utilizaram a técnica estatística *K Means Cluster* para definir diferentes tipos de jogadores dentro de cada posição em uma equipe da National Hockey League (NHL).

Infelizmente, não encontramos descrito na literatura outros estudos científicos que utilizaram da técnica de *K Means Cluster* como uma alternativa para aproximar os atletas com base em suas principais necessidades fisiológicas, impossibilitando, desta maneira, comparar os resultados obtidos no presente estudo com demais investigações envolvendo atletas de futebol ou outros esportes coletivos.

O presente estudo demonstrou que podem ser encontradas necessidades comuns aos jogadores no que se refere ao aprimoramento da MM, SV, VLim e $VO_{2m\acute{a}x}$, entretanto, a AG e o %G não demonstram

diferenças mesmo quando atletas com diferentes funções táticas são analisados em conjunto.

Neste sentido, esta técnica estatística parece demonstrar sensibilidade em distinguir o nível de condicionamento físico dos jogadores profissionais de futebol que estão sob o mesmo regime de treinamento, com exceção dos dois goleiros da amostra que desenvolvem o treinamento específico para suas funções.

Dentro do contexto da preparação física no futebol, a distribuição dos grupos pela técnica utilizada no presente estudo pode facilitar o planejamento dos treinamentos, otimizando o tempo para o desenvolvimento das capacidades físicas que os atletas apresentam carências.

Assim sendo, propõem-se o desenvolvimento de outras investigações que tenham por finalidade investigar a sensibilidade da técnica *K Means Cluster* em demonstrar as modificações dos parâmetros fisiológicos após um período de treinamento entre os grupos, bem como em agrupar os atletas de maneira mais homogênea ao longo das competições principais durante o calendário anual.

Tendo em vista que a técnica de *K Means Cluster* promove o desenvolvimento da formação de grupos com base em elementos semelhantes de distribuição, o presente estudo teve por finalidade auxiliar aos profissionais que desenvolvem suas atividades cotidianas com esportes coletivos, uma metodologia alternativa e eficiente, no que diz respeito ao aprimoramento da preparação física dos atletas no momento que as avaliações físicas tornam-se necessárias dentro da programação anual de treinamento das equipes esportivas. Considerando-se que o planejamento diagnóstico e estruturado da temporada depende das escolhas dos testes a serem realizados¹⁹⁻²¹.

CONCLUSÃO

A técnica de agrupamentos *K-means* pode ser utilizada como uma alternativa na formação de grupos homogêneos. Com isso, demonstrando um meio não visual, mas matemático e científico na organização do treinamento físico para equipes esportivas coletivas, agrupando os atletas de acordo com suas principais necessidades de treinamento.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

- Balikian P, Lourenção A, Ribeiro LF, Festuccia WTL, Neiva CM. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. *Rev Bras Med Esporte* 2002;8:32-6.
- Reilly T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci* 1997;15:257-63.
- Ekblom B. Applied physiology of soccer. *Sports Med* 1993;3:50-60.
- Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *J Sports Science* 2000;18:669-83.
- Bassad WO, Miazaki ES, Andrade DF. Introdução à Análise de Agrupamentos. 9º Simpósio Brasileiro de Probabilidade e Estatística. IME/USP, 1990.
- Paes FO, Uezu R, Massa M, Böhme MTS. Classificação e seleção de jovens atletas através da análise de *cluster*. *R da Educação Física/UEM* 2008;19:369-75.
- Bamman MM, Petrella JK, Kim JS, Mayhew DL, Cross JM. *Cluster* analysis tests the importance of myogenic gene expression during myofiber hypertrophy in humans. *J Appl Physiol* 2007;102:2232-9.
- Petroski EL. Antropometria: técnicas e padronizações. Porto Alegre: Palotti, 1995.
- Faulkner JA. Physiology of swimming and diving. Baltimore: Academic Press, 1968;415-46.
- American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. 8 ed. Lippincott: Williams & Wilkins, 2010.
- Meyer T, Lucia A, Earnest CP, Kindermann W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters – Theory and application, *Int J Sports Med* 2005;26:38-48.
- Little T, Williams AG. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 2005;19:76-8.
- Hespanhol JE, Silva Neto LG, Arruda M. Confiabilidade do teste de salto vertical com 4 séries de 15 segundos. *Rev Bras Med Esporte* 2006;12:95-8.
- Santos JW, Kokubun E. Limiar anaeróbio de atletas profissionais de futebol nas diferentes posições de jogo. *Motriz* 1999;5:1.
- Wittich A, Oliveri MB, Rotemberg E, Mautalen C. Body composition of professional football (soccer) players determined by dual x-ray absorptiometry. *J Clin Densit* 2001;4:51-5.
- Petrella JK, Kim J, Mayhew DL, Cross JM, Bamman MM. Potent myofiber hypertrophy during resistance training in humans is associated with satellite cell-mediated myonuclear addition: a *cluster* analysis. *J Appl Physiol* 2008;104:1736-42.
- Kiss MAPDM, Böhme MTS, Mansoldo AC, Degaki E, Regazzini M. Desempenho e Talento Esportivos. *Rev Paul Educ* 2004;18:89-100.
- Chan TCY, Cho JA, Novati, DC. Quantifying the Contribution of NHL Player Types to Team Performance. *Interfaces* 2012;42:131-45.
- Brav TZ, Spigolon LMP, Borin JP. Proposta de bateria de testes para monitoramento das capacidades motoras em futebolistas. *R da Educação Física/UEM* 2009;20:569-575.
- Taskin H. Evaluating sprinting ability, density of acceleration, and speed dribbling ability of professional soccer players with respect to their positions. *J Strength Cond Res* 2008;22:1481-6.
- Svensson M, Drust B. Testing soccer players. *J Sports Sci* 2005;23:601-18.