

THIAGO SANTI MARIA

**ANÁLISE TRANSVERSAL DA ESTRUTURA ÓSSEA E
PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS EM FUTEBOLISTAS
PROFISSIONAIS**

***CROSS-SECTIONAL ANALYSIS OF BONE STRUCTURE AND
HEMATOLOGICAL PARAMETERS IN PROFESSIONAL SOCCER
PLAYERS***

**Campinas
2013**

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

THIAGO SANTI MARIA

**ANÁLISE TRANSVERSAL DA ESTRUTURA ÓSSEA E
PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS EM FUTEBOLISTAS
PROFISSIONAIS**

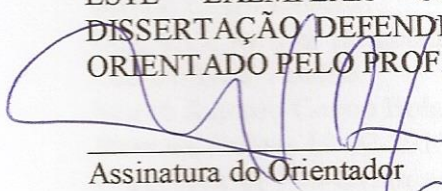
Orientador: Prof. Dr. Miguel de Arruda

***CROSS-SECTIONAL ANALYSIS OF BONE STRUCTURE AND
HEMATOLOGICAL PARAMETERS IN PROFESSIONAL SOCCER
PLAYERS***

Dissertação de Mestrado apresentada à Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Educação Física, área de concentração Biodinâmica do Movimento e Esporte.

Dissertation presented to the Post-Graduation Programme of the School of Physical Education of State University of Campinas to obtain the Master's degree in Physical Education. Concentration area: Biodynamic Movement and Sport.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO THIAGO SANTI MARIA, E ORIENTADO PELO PROF. DR. MIGUEL DE ARRUDA.


Assinatura do Orientador

Campinas, 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
ANDRÉIA DA SILVA MANZATO – CRB8/7292
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA UNICAMP

Sa59a Santi Maria, Thiago, 1983-
Análise transversal da estrutura óssea e parâmetros
hematológicos em futebolistas profissionais / Thiago Santi
Maria. - Campinas, SP: [s.n], 2013.

Orientador: Miguel de Arruda
Dissertação (mestrado) – Faculdade de Educação Física,
Universidade Estadual de Campinas.

1. Futebol. 2. Ossos. 3. Testes hematológicos. I. Arruda,
Miguel de. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade
de Educação Física. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital:

Título em inglês: Cross-sectional analysis of bone structure and hematological parameters in Professional soccer players.

Palavras-chaves em inglês:

Soccer

Bones

Hematological tests

Área de Concentração: Biodinâmica do Movimento e Esporte

Titulação: Mestrado em Educação Física.

Banca Examinadora:

Miguel de Arruda [orientador]

Laércio Luis Vendite

Marco Antonio Cossio Bolaños

Data da defesa: 19-02-2013

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

COMISSÃO EXAMINADORA



Miguel de Arruda
Orientador



Laércio Luis Vendite



Marco Antonio Cossio Bolaños

Dedico este trabalho à minha esposa Thalissa,
ao meu filho Bruno, aos meus pais Luiz
Carlos e Penha e à minha irmã Marcela.
Amo muito vocês!!!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Virgem Maria, por ter chegado até aqui e pelas queridas e competentes pessoas que colocaram em minha vida e por me guiarem a cada passo e em mais está jornada.

À minha esposa Thalissa, pelo amor, dedicação, compreensão, companheirismo e por me dar, durante o curso deste trabalho, o presente mais precioso da minha vida, o meu filho amado Bruno. Ao meu filho Bruno, pela alegria, amor e paz que me traz a cada sorriso e a cada olhar, dando tranquilidade para a conclusão deste trabalho. Aos meus pais Luiz Carlos e Penha e a minha irmã Marcela, que sempre se esforçaram para minha formação pessoal e profissional. Obrigado por acreditarem em mim e por me darem forças para continuar nesta jornada. Saibam que vocês todos são a razão da minha vida e que amo muito vocês.

Aos meus amigos e mestres, Marco Antonio Cossio Bolaños, José Mário Campeiz e Jefferson Eduardo Hespanhol, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho, agradeço pelos ensinamentos que levo para sempre e o prazer de poder trabalhar e aprender com profissionais de tamanha competência, e por me despertarem para a vida acadêmica.

À Associação Atlética Ponte Preta, pela confiança no trabalho e por proporcionar condições para que o projeto pudesse ser desenvolvido.

Aos técnicos, preparadores físicos e amigos que passaram pela Ponte Preta, e sempre me incentivaram: Omar Feitosa, Jorginho, Gilson Kleina, Guto Ferreira, Fabiano Xhá, Valdir Nogueira Junior e Anderson Lima.

Aos atletas, que a cada dia nos ensinam mais. Sou muito grato a vocês pela colaboração, paciência, confiança e pelos ensinamentos.

Aos companheiros e amigos que me ajudaram nas coletas de dados e que com certeza contribuíram muito para o trabalho: Norberto de Toledo, Lucas Benchimol, Eduardo Frattini e Yuri Muniz.

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio com o auxílio de bolsa no período de Março de 2011 a Março de 2013.

Aos membros da banca examinadora Prof. Dr. Marco Antonio Cossio Bolaños e Prof. Dr. Laércio Luis Vendite, obrigado pelas sugestões e dicas que certamente colaboraram para o enriquecimento deste trabalho.

Meu agradecimento especial ao amigo e orientador, Prof. Dr. Miguel de Arruda, que acreditou em mim e me deu o prazer de dividir algumas obras, colocando meu nome ao lado deste consagrado e respeitado professor da área do Treinamento Desportivo. Muito obrigado grande mestre pelas oportunidades que sempre me deu, pois estas colaboram muito para meu crescimento pessoal e profissional.

Por fim, gostaria de agradecer a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram e me incentivaram desde o início de minha vida acadêmica e profissional.

SANTI MARIA, Thiago. **Análise transversal da estrutura óssea e parâmetros hematológicos em futebolistas profissionais**. 2013. 128 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

RESUMO

A análise das variáveis de composição corporal, desempenho físico, estrutura óssea e de marcadores sanguíneos em diferentes períodos e situações em futebolistas profissionais, é um fator de extrema importância quando se busca a manutenção do desempenho, na perspectiva da carreira desportiva de atletas ao longo dos anos e na prevenção das lesões neste esporte. Os objetivos deste estudo foram: comparar a estrutura óssea dos jogadores profissionais de raça branca e negra no início do período competitivo; e, descrever e comparar os parâmetros hematológicos dos jogadores profissionais em função da posição de jogo e determinar a prevalência de anemia. Participaram desta análise 38 futebolistas profissionais, nas faixas etárias de 19 a 33 anos, pertencentes a um clube profissional da primeira divisão do futebol brasileiro. Foram analisados os indicadores da composição corporal, o indicador de desempenho físico, os indicadores de qualidade e quantidade óssea e os parâmetros hematológicos. O desempenho físico foi explorado no indicador de potência aeróbia ($VO_{2máx}$), através do teste de campo específico: Yo-Yo Intermittent Recovery Test nível 2. As variáveis que caracterizaram a composição corporal foram: Massa de Gordura (MG); Estatura (EST) e Percentual de Gordura (%G), através de medidas de massa corporal, comprimentos e dobras cutâneas. Os participantes foram submetidos ao ultra-som qualitativo das falanges da mão não dominante para se verificar a qualidade e quantidade óssea (AD-SoS e UBPI). Os parâmetros hematológicos foram analisados através de exame de sangue intravenoso em jejum. A experiência e o tempo de treinamento foram compreendidos na quantidade de anos de treinamento vivenciados pelos futebolistas. Os resultados encontrados indicam que os jogadores profissionais de raça negra apresentam uma melhor estrutura óssea em suas falanges da mão não dominante em relação aos de raça branca, e que não há diferenças nos parâmetros hematológicos dos jogadores de diferentes posições táticas, bem como não há prevalência de anemia nestes futebolistas profissionais.

Palavras-Chaves: Futebol; Estrutura óssea; Parâmetros hematológicos.

SANTI MARIA, Thiago. **Cross-sectional analysis of bone structure and hematological parameters in professional soccer players**. 2013. 128 f. Dissertation (Master's degree in Physical Education) - School of Physical Education, State University of Campinas, Campinas, 2013.

ABSTRACT

The analysis of the variables of body composition, physical performance, bone structure and blood markers in different periods and situations on professional soccer players, is an important factor when we search the maintenance of the performance, in the perspective of sporting career of athletes over the years and in the prevention of injuries in this sport. The objectives of this study were: To compare the bone structure of professional's soccer players of white and black race during the competitive period; and, describe and compare the hematological parameters of soccer players during the competitive period on function of the game positions and determine the anemia prevalence. Were participated of these analysis 38 professional soccer players in the age range from 19 to 33 years, belonging to a professional club of the first division of Brazilian soccer. Were analyzed the indicators of body composition, the indicator of physical performance, the indicators of quality and quantity bone and the hematological parameters. The physical performance was explored in the indicator of aerobic power (VO_{2max}), through the specific test of field: Yo-Yo Intermittent Recovery Test level 2. The variables that characterized the body composition were: fat mass (MG); stature (EST); percentage of body fat (%G), through measures of body mass, lengths and skin folds. The participants were subjected to qualitative ultrasound of no dominant hand phalanges to verify the bone quality and quantity (AD-SoS e UBPI). The hematological parameters were analyzed by intravenous blood test in fasting. The experience and the time of training were included in the amount of years of training experienced by the soccer players. The results indicate that the professional players of black race present a better bone structure in their phalanges in the no dominant hand in relation to those of white race. And there are no differences in hematological parameters of players of different tactical positions, as well as there are no prevalence of anemia in these professional soccer players.

Keywords: Soccer; Bone structure; Hematological parameters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Dissipação do calor.....	48
Figura 2 –	Porcentagem de jogos vencidos dentro e fora de casa das seleções de América do Sul.....	53
Figura 3 –	Indicadores de avaliação dos futebolistas.....	59
Figura 4 –	Métodos de determinação da composição corporal.....	61
Figura 5 –	Ilustrações de respostas bioquímicas após uma partida de futebol, no exercício e grupo controle: A. Creatina Kinase (CK); B. Lactato-Desidrogenase (LDH); C. Leucócitos; D. Ácido Úrico; E. Cortisol; F. Testosterona livre; G. Interleucina 6 (IL-6).....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Distâncias percorridas nas movimentações por posição tática.....	31
Tabela 2 –	Respostas físicas e fisiológicas em uma partida de futebol.....	35
Tabela 3 –	Composição corporal de futebolistas segundo origem e nível competitivo.....	64
Tabela 4 –	Somatotipo de jogadores de futebol segundo origem e nível competitivo.....	67
Tabela 5 –	Indicadores fisiológicos de capacidade aeróbia (limiar anaeróbio) e potência aeróbia ($VO_{2máx}$) de futebolistas segundo origem e nível competitivo.....	76
Tabela 6 –	Desempenho da força explosiva em futebolistas segundo origem e nível competitivo.....	79
Tabela 7 –	Desempenho da velocidade em futebolistas segundo origem e nível competitivo.....	80
Tabela 8 –	Desempenho da agilidade em futebolistas segundo origem, nível competitivo e teste realizado.....	82
Tabela 9 –	Distribuição da amostra segundo o agrupamento da raça.....	92
Tabela 10 –	Distribuição da amostra segundo o agrupamento de posição específica de jogo.....	92
Tabela 11 –	Equações utilizadas para as análises da composição corporal.....	94

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Ordem de realização das medidas de sangue, estrutura óssea, antropometria e dos testes físicos durante o dia de avaliação e local de realização.....	93
-------------------	--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	21
1.1 Justificativa.....	25
1.2 Objetivos.....	27
1.2.1 Objetivo geral.....	27
1.2.2 Objetivos específicos.....	27
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	29
2.1 Aspectos conceituais.....	29
2.1.1 Demanda física.....	30
2.1.1.1 Volume.....	30
2.1.1.2 Intensidade e densidade.....	32
2.1.2 Demanda fisiológica.....	33
2.1.3 Demanda metabólica.....	36
2.1.3.1 Períodos aeróbios e a produção de energia.....	37
2.1.3.2 Períodos anaeróbios e a produção de energia.....	39
2.2 Fatores que influenciam o desempenho.....	41
2.2.1 Genéticos.....	41
2.2.2 Nutrição.....	42
2.2.3 Suplementação esportiva.....	43
2.2.4 Hidratação.....	45
2.2.5 Meio-ambientais.....	46
2.2.5.1 Calor e frio.....	47
2.2.5.2 Altitude.....	51
2.2.6 Psicológicos.....	53
2.3 Avaliação do desempenho.....	56
2.3.1 Indicadores de avaliação.....	58
2.3.1.1 Cineantropométricos.....	59
2.3.1.1.1 Composição corporal.....	60
2.3.1.1.2 Somatotipo.....	65
2.3.1.1.3 Proporcionalidade.....	68
2.3.1.1.4 Estrutura óssea.....	69
2.3.1.2 Desempenho Físico.....	70
2.3.1.2.1 Capacidade e potência aeróbia.....	70
2.3.1.2.2 Força explosiva.....	77
2.3.1.2.3 Velocidade.....	79
2.3.1.2.4 Agilidade.....	81
2.3.1.3 Sanguíneos.....	82
2.3.1.3.1 Parâmetros hematológicos.....	83
2.3.1.3.2 Marcadores bioquímicos.....	84
2.3.1.3.3 Hormonais.....	87
2.3.1.4 Psicológicos.....	89
3 METODOLOGIA.....	91

3.1 Natureza do estudo.....	91
3.2 Caracterização dos sujeitos do estudo.....	91
3.2.1 Agrupamento por raças.....	92
3.2.2 Agrupamento por posição de jogo.....	92
3.3 Questões éticas do estudo.....	92
3.4 Local da coleta das medidas.....	93
3.5 Técnicas e procedimentos.....	94
3.6 Tratamento estatístico.....	96
4 RESULTADOS.....	97
4.1 ARTIGO 1: Estructura ósea de jugadores profesionales de fútbol de raza blanca y negra.....	97
Resumen.....	97
Abstract.....	97
Introducción.....	98
Objetivo.....	99
Material y Métodos.....	99
Resultados.....	100
Discusión.....	101
Conclusiones.....	103
4.2 ARTIGO 2: Parámetros hematológicos de futbolistas profesionales durante el periodo competitivo.....	107
Resumen.....	107
Abstract.....	107
Introducción.....	108
Objetivo.....	108
Material y Métodos.....	109
Resultados.....	111
Discusión.....	111
Conclusiones.....	113
5 CONCLUSÕES.....	117
6 SUGESTÕES.....	119
7 LIMITAÇÕES.....	121
8 APLICAÇÕES PRÁTICAS.....	123
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	125
ANEXOS.....	143
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	143
Termo Liberatório da Comissão Técnica e da Diretoria do Departamento de Futebol do Clube.....	144
Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.....	145

1 INTRODUÇÃO

O futebol caracteriza-se como uma atividade física intermitente e de grande intensidade com solicitações de variadas fontes energéticas, por alternar corridas de altas e médias intensidades, com períodos de recuperação onde há corridas contínuas de baixa intensidade (BANGSBO, 1994a, 1994b). O principal fator na caracterização de esforço durante o jogo é a intensidade, a qual pode ser caracterizada pelo percentual da distância total percorrida em alta intensidade (EKBLÖM, 1994; STOLEN et al., 2005). Assim, o futebol moderno exige força, agilidade, velocidade e uma ótima capacidade de executar ações de alta intensidade sem queda de rendimento e com pouco tempo de recuperação entre uma ação de elevada intensidade e outra. Com efeito, num determinado momento do jogo, ser mais rápido permitirá chegar primeiro, ser mais ágil evitará o iminente impacto com um adversário e ser mais potente contribui para o sucesso do jogador em ambas as ações. E vários estudos apontam que as atividades de alta intensidade intermitentes incluem acelerações, desacelerações e re-acelerações frequentes, contendo diversas mudanças rápidas de direções como, por exemplo, na disputa de bola, saltos, disputas corpo a corpo, marcações, dribles e outras atividades de alta intensidade (STOLEN et al., 2005). Com isso, podemos notar a importância da força e potência muscular dos jogadores de futebol, já que uma partida é definida nas ações de alta velocidade e/ou alta intensidade. Porém, quando um atleta acelera ou desacelera de forma muito brusca são-lhe exigidos elevados níveis de força e potência para modificar a inércia da sua massa corporal, exigindo contrações vigorosas para a manutenção do equilíbrio e controle da bola, também resulta em alterações morfológicas, bioquímicas e funcionais, e estas alterações caracterizam um fenômeno habitualmente designado por agressão-lesão muscular, o qual se encontra associado à perda de funcionalidade neuromuscular, à ocorrência de alterações imunológicas, perda da integridade de membranas com consequente liberação de proteínas citoplasmáticas, stress oxidativo, lesão muscular, e sensação retardada de desconforto/ dor muscular (CLARKSON; HUBAL, 2002).

É notório também que o futebol mundial vem mudando seu estilo, substituindo a ênfase na técnica (futebol-arte) pelos componentes físicos (futebol-força) e táticos, gerando mais contato físico entre os oponentes (BJORDAL et al., 1997). Com esse contato corporal acentuado no futebol moderno, é necessário ter um bom desenvolvimento da estrutura muscular e da estrutura óssea, para que se tenha diminuição nas ocorrências de lesões ósteo-musculares, de origem traumática ou de sobreuso, da qual resulta incapacidade funcional, sofrida por um jogador, em

competição ou em treino, que o obrigue a interromper a sua atividade e o impeça de participar em, pelo menos, um treino ou jogo.

Com tudo, durante o curso de uma temporada competitiva do futebol, o corpo dos futebolistas é submetido continuamente a uma variedade de stress físico, bioquímico e psicológico (FILAIRE; LAC; PEQUIGNOT, 2003; SILVA et al., 2008a; 2008b; SILVA et al., 2011), consequência da demanda física do próprio jogo que faz com que os programas de treino requeiram o desenvolvimento ótimo dos componentes fundamentais da aptidão física relacionadas ao rendimento atlético (METAXAS et al., 2005). Assim faz-se necessário que os atletas estejam regularmente envolvidos no processo de treinamento para que possam aprimorar sua condição física. O stress provocado pelas sessões de treino e pelos jogos pode acarretar alterações positivas ou negativas nas respostas fisiológicas e bioquímicas, onde estas podem proporcionar a melhora do rendimento do atleta ou a queda do mesmo. Assim, o melhor entendimento destas respostas e a utilização das mesmas no controle do treinamento podem ser de grande valia no futebol.

Na tentativa de aprimorar os treinamentos e, conseqüentemente, o rendimento do atleta, alguns estudos têm sido desenvolvidos com a utilização de variáveis fisiológicas e sanguíneas na verificação dos efeitos agudos e crônicos da carga de treino. Isto é possível pelo fato do estresse provocado pelos treinamentos acarretar alterações em variáveis de todas estas categorias (MARGONIS et al., 2007; SILVA et al., 2008b; LAZARIM et al., 2009). No entanto, em sua maioria, os estudos são realizados com atletas de resistência e os que o fizeram em esportes coletivos nem sempre monitoraram de forma sistemática atletas profissionais durante as fases da periodização.

Assim, o desenvolvimento de estudos com a utilização de mais de uma variável no acompanhamento dos treinos no futebol se torna importante para aumentar o universo de informações sobre a caracterização e o controle do treinamento neste esporte. Neste contexto, acreditamos que o melhor entendimento da resposta do treinamento através de variáveis que podem ser mensuradas e quantificadas no dia-a-dia dos treinamentos pode auxiliar os profissionais envolvidos com a preparação de atletas de alto nível no futebol a aprimorar seus treinamentos, equilibrando carga e recuperação, o que culminará na otimização do rendimento dos atletas e, assim, no sucesso da equipe.

Frente isso, ressalta-se a necessidade de estudos relacionados à estrutura óssea e parâmetros hematológicos nos jogadores de futebol, sobretudo, em função das análises em diferentes momentos da temporada e das associações que existem entre a composição corporal, o desempenho físico, aos marcadores sanguíneos e a mineralização óssea. É necessário também que se obtenham dados de referência concernentes a estrutura óssea e parâmetros hematológicos para a população de futebolistas profissionais brasileiros.

1.1 Justificativa

O futebol é um esporte complexo, onde necessita-se uma ótima relação entre os fatores determinantes para um melhor rendimento, ou seja, uma perfeita interligação entre os aspectos físicos, técnicos, táticos e psicológicos. Para conseguir desempenhar da melhor forma possível o gesto esportivo específico durante o jogo, exige-se do jogador, demandas fisiológicas múltiplas em ótimas condições.

No geral, a qualidade de vida do atleta de alto rendimento é muito pouca discutida, ou é quase nula. Além do que, as lesões ósteo-musculares, sobre tudo as fraturas, pode levar o atleta a um afastamento de suas atividades por um tempo muito grande (meses) ou até mesmo afastá-lo definitivamente do desporto de alto rendimento. Logo, o conhecimento da estrutura óssea, da composição corporal, do desempenho físico e dos marcadores sanguíneos, se justifica, a fim de diagnosticar e prontamente intervir quando necessário, com aspectos nutricionais e prescrição de treinamento/recuperação.

É nesse sentido que o presente estudo se faz válido, pois fornecerá valores de referência de estrutura óssea pelo método de ultra-som quantitativo e indicadores fidedignos acerca do comportamento de marcadores sanguíneos e fisiológicos de *performance* no início da temporada competitiva em jogadores profissionais de futebol, momento esse em que todas as equipes são submetidas constantemente, e esses dados sanguíneos e testes físicos específicos para o gesto esportivo do jogador de futebol, juntamente com a composição corporal, são extremamente importante e necessários para ajudar os preparadores físicos, fisiologistas e técnicos a prescreverem, mudarem ou intervirem em determinados treinamentos, sendo ferramentas que possibilitam medir o desempenho de uma característica física específica ou até mesmo formar um perfil fisiológico de um grupo de atletas ou um jogador isoladamente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Descrever e determinar as diferenças de estrutura óssea e de parâmetros hematológicos em futebolistas profissionais do sexo masculino no início do período competitivo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Comparar a estrutura óssea dos jogadores profissionais de raça branca e negra no início do período competitivo;
- Descrever e comparar os parâmetros hematológicos dos jogadores profissionais em função da posição de jogo e determinar a prevalência de anemia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão tem como objetivo principal apresentar e analisar os indicadores de desempenho dos futebolistas, descrevendo os diferentes fatores que influenciam o desempenho, bem como, os métodos de avaliação da condição atlética no esporte. Além do mais, esta revisão tem, a priori, o interesse de esclarecer a demanda competitiva no futebol moderno, os benefícios do monitoramento das alterações fisiológicas que ocorrem durante os jogos, treinos e todo o curso de uma temporada, facilitando o entendimento do leitor quanto à discussão da manutenção do ótimo desempenho do atleta.

2.1 Aspectos conceituais

O futebol é o esporte mais popular em todo o mundo, sendo praticado por todas as nações sem exceção. É um esporte praticado por duas equipes de 11 jogadores, durante dois períodos de 45min, com um intervalo de 15min entre eles, num campo com dimensões que variam de 100x60m até 110x75m, e nos últimos anos verifica-se um crescente interesse das ciências biológicas em aprofundar os estudos nas mais diversas áreas dos conhecimentos referentes a essa atividade. Uma maior compreensão deste tema pode permitir um aperfeiçoamento dos programas de treinamentos, o que levaria os jogadores a obterem um melhor desempenho durante os jogos.

Devido às grandes dimensões do campo de jogo e da duração de uma partida (90min), cada atleta desempenha uma função específica dentro da equipe, a saber: goleiros, zagueiros, laterais, volantes, meio-campistas e atacantes. De acordo com cada posição e padrões táticos, a distância total percorrida por um jogador é diferente dos demais, bem como o tipo e a intensidade das ações realizadas. Tais variáveis colaboram com uma sobrecarga adicional ao metabolismo.

O futebol, sob a análise da demanda competitiva moderna, é extremamente complexo, com ações específicas onde seus esforços acontecem de maneira imprevisível durante a partida que evidenciam uma tipologia de esforço de grande diversidade e que metabolicamente apela a diferentes sistemas energéticos (REBELO; OLIVEIRA, 2006). Dessa forma, as ações dos futebolistas são intercaladas entre esforços de alta intensidade, seguidos de períodos de baixa intensidade, que podem variar de acordo com as condições do jogo e funções táticas dos jogadores (STOLEN et al., 2005). A necessidade de desencadear esforços curtos e intensos parece ser um imperativo lógico para que o jogador de futebol realize com sucesso um conjunto de ações críticas como a corrida rápida (*sprint*) executada com mudanças de sentido ou direção, variações de velocidade, breques ou arranques bruscos, chutes ao gol, batidas de escanteios, faltas

ou tiro de metas, saltos, giros e outros gestos que façam um apelo específico à potência. Dada toda a complexidade deste esporte, o entendimento sobre as demandas físicas, fisiológicas e metabólicas são necessárias.

2.1.1 Demanda física

Do ponto de vista físico, o futebol é considerado uma modalidade esportiva intermitente que intercala períodos de alta e baixa intensidade (SVENSSON; DRUST, 2005; VIGNE et al., 2010). Partindo desse conceito, este item tem como propósito caracterizar os indicadores externos de uma partida de futebol de acordo com as variáveis mais estudadas atualmente: distância percorrida, duração, frequência, intensidade das ações realizadas e relação entre tempo de atividade e de pausa.

Os perfis físicos dos futebolistas numa partida têm sido caracterizados pelos propósitos de quantificar e qualificar as distâncias cobertas pelos futebolistas durante as partidas, bem como as ações/atividades realizadas e as pausas entre uma ação/atividade e outra, classificando-as conforme o *volume* (média da distância total percorrida pelos futebolistas da equipe e quantidade de ações), a *intensidade* (o percentual da distância total percorrida em alta intensidade) e a *densidade* (espaço de tempo entre uma ação e outra). Vários estudos têm focado no volume de uma partida, demonstrando que os totais de distâncias percorridos por jogadores profissionais são de 8 a 12 km (EKBLÖM, 1994; STOLEN et al., 2005).

2.1.1.1 Volume

As primeiras análises sobre as atividades que os jogadores de futebol realizam durante uma partida data do ano de 1952, onde verificaram que os futebolistas profissionais ingleses percorreram uma distância média de 3,3km, sendo 2,3km andando ou correndo em baixa intensidade (WINTERBOTTOM, 1952). Uma década mais tarde, Wide (1962), também com futebolistas profissionais ingleses, observou que a distância percorrida durante um jogo teve um aumento, onde passaram a cobrir 5,5km, sendo 3,7km andando e trotando e 1,8km de ações moderadas e de alta intensidade. Desde essas primeiras análises, vários estudos têm focado sobre o volume de uma partida e sugerem que a distância percorrida em média por jogadores de futebol profissionais e juniores de elite tem se mantido em torno de 10 km por partida, com médias que alternam de 8 a 12 km por jogo (VAN GOOL et al., 1988; ANANIAS et al., 1998; RIENZI et al., 2000; DI SALVO et al., 2007; BARROS et al., 2007; BANGSBO, 2008; DUPONT et al., 2010; VIGNE et al., 2010).

Muitos fatores influenciam a distância percorrida por futebolistas durante os jogos e dependem da posição de jogo (DI SALVO et al., 2007; BARROS et al., 2007; BLOOMFIELD et al., 2007; DUPONT et al., 2010), do estilo da equipe, do nível competitivo (MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003), do tipo de competição (REILLY, 2005), da condição física dos futebolistas (DI SALVO et al., 2007), do espaço da competição (SHEPARD, 1999), da evolução da modalidade (REILLY, 2005), dos diferentes momentos da temporada (RAMPININI et al., 2007), dos métodos de análise (REILLY, 2005), das condições ambientais (MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003) e da própria dinâmica do jogo (DUPONT et al., 2010).

Como observa-se na tabela 1, os jogadores de meio-campo e laterais cobrem distâncias maiores que outros jogadores de linha. No entanto, a maior parte desta distância é abrangida pela caminhada e corrida de baixa/ moderada intensidade, que requerem um volume de requerimento de energia limitada. Em termos de produção de energia, os períodos de alta intensidade de exercício são importantes. Assim, fica claro que a quantidade de exercícios de alta intensidade separa os jogadores de alto nível de jogadores de um padrão mais baixo. Em um estudo, de análise de movimento demonstraram que os jogadores internacionais realizaram mais de 28% ($p < 0,05$) em corridas de alta intensidade (2,43 e 1,90 km) e 58% a mais nas ações de *sprint* (650 x 410 m) do que os jogadores profissionais de um padrão mais baixo (MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003).

TABELA 1 - Distâncias percorridas nas movimentações por posição tática

Estudos	GO	LA	ZA	VOL	MC	AT
	metros	metros	metros	metros	metros	metros
Bangsbo et al. (1991)	-	-	10100	-	11400	10500
Rienzi et al. (2000)	-	-	7754	-	9805	8397
Mohr et al. (2003)	-	10980	9740	-	11000	10480
Misuta (2005)	2750	11444	9145	-	11154	10083
Barros et al. (2007)	-	10642	9029	10476	10598	9612
Di Salvo et al. (2007)	-	11410	10627	12027	11990	11254
Rampinini et al. (2007)	-	11233	9995	-	11748	10233
Dupont et al. (2010)	-	10762	9924	-	11935	11317

GO = Goleiros; LA = Laterais; ZA = Zagueiros; VOL = Volantes; MC = Meio-campistas; AT = Atacantes.

Bloomfield et al. (2007), ainda ao analisarem a movimentação e a intensidade dos movimentos dos futebolistas concluíram que o principal fato de os meio-campistas percorrem maiores distâncias durante o jogo em relação aos defensores e atacante está nas corridas realizadas em intensidade moderada.

2.1.1.2 Intensidade e densidade

Outro fator de extrema importância na caracterização do nível de competitividade durante o jogo de futebol é a intensidade e a densidade (STOLEN et al., 2005; BANGSBO; MOHR; KRUSTRUP, 2006; GREGSON et al., 2010; VIGNE et al., 2010; CARLING; GALL; DUPONT, 2012). Vários estudos apontam que as atividades de alta intensidade intermitentes incluem acelerações, desacelerações e re-acelerações frequentes (STOLEN et al., 2005; GREGSON et al., 2010; VIGNE et al., 2010; CARLING; GALL; DUPONT, 2012). A maioria dos estudos têm utilizado a análise de vídeo seguida de análise manual de computador para analisar o desempenho individual durante uma partida. Novos desenvolvimentos na tecnologia têm permitido o estudo de todos os 22 jogadores em cada um sexto de segundo durante uma partida, e os sistemas são usados por muitas equipes de elite na Europa. Usando uma alta resolução temporal Bangsbo e Mohr (2005) examinaram recentemente flutuações nos exercícios de alta intensidade, nas velocidades e no tempo de recuperação de *sprints* no futebol de alto nível durante as partidas. Eles descobriram que a corrida de velocidade em jogos alcançaram valores de pico de cerca de 32 km/h, e que *sprints* de mais de 30m exigem tempo de recuperação superior à média de *sprints* (15 metros) durante um jogo.

Durante uma partida de futebol, os períodos em que os jogadores realizam *sprints* ocorrem aproximadamente a cada 90 segundos e cada ação em intensidade máxima dura em torno de 2 a 4 segundos, tendo uma distância média de 15 metros. De 1 a 11% da distância total percorrida pelos jogadores é percorrida em intensidade máxima - *sprints* (STOLEN et al., 2005). Uma vez que estas ações são extremamente relevantes para o desempenho dos futebolistas, podemos destacar a relação existente entre a qualidade do jogador e a realização de exercício de alta intensidade durante o jogo (SANTOS, 1999; DUPONT et al., 2010), isto é, jogadores de primeira divisão se exercitam em uma intensidade alta por um período maior que os jogadores pertencentes às divisões inferiores (EKBLUM, 1994). Isso sugere, segundo Mujika et al. (2000), que existe uma relação entre a quantidade de exercícios realizados em alta intensidade e a qualidade do jogo.

As atividades de alta intensidade (*sprints* e corrida de alta velocidade) durante uma partida são características fundamentais para diferenciar o nível de jogo de futebol, devido a evidência de que os futebolistas de elite executam maiores quantidades de trabalho em esforços de alta intensidade (foi de $8,7\% \pm 0,5\%$ as corridas de alta intensidade e $1,4\% \pm 0,1\%$ os *sprints*), do

que os jogadores de níveis moderados, foram $6,6\% \pm 0,4\%$ as corridas de alta intensidade e $0,9\% \pm 0,1\%$ os *sprints* (MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003). Em estudo com jogadores de futebol, contendo respostas sobre o trabalho de grande intensidade executado durante uma partida, Wisloff et al. (2004), mostraram que 96% das altas intensidades foram realizadas em até uma distância percorrida inferior a 30 metros. Nesse contexto, é importante destacar que a distância média dos *sprints* durante uma partida é de 15 a 17 metros (MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003).

Além disso Mohr, Krustруп e Bangsbo (2003) mostraram que os atacantes tiveram um declínio mais acentuado na distância percorrida em *sprints* que os defensores e meio-campistas. Além disso, o desempenho dos atacantes no teste Yo-Yo Intermittent Recovery não foi tão bom quanto a dos zagueiros e jogadores de meio-campo. Assim, parece que o atacante moderno de alto nível deve ser capaz de executar ações de alta intensidade repetidamente durante o jogo.

Mohr, Krustруп e Bangsbo (2003) observaram que os jogadores em todas as posições táticas apresentam um declínio significativo na alta intensidade correndo em direção ao final da partida. Isso indica que quase todos os jogadores de futebol de elite utilizam sua capacidade física durante o jogo. As diferenças individuais não são apenas relacionadas com a posição na equipe. Assim, no estudo de Mohr, Krustруп e Bangsbo (2003), dentro de cada posição de jogo houve uma variação significativa nas demandas físicas dependendo da função tática e capacidade física dos jogadores. Por exemplo, no mesmo jogo, um jogador de meio-campo percorreu uma distância total de 12,3 quilômetros, com 3,5 km sendo coberto com uma intensidade alta, enquanto um outro meia cobriu uma distância total de 10,8 quilômetros, dos quais 2,0 km foi em intensidade alta. As diferenças individuais no estilo de jogar e do desempenho físico deve ser levado em consideração ao planejar o treinamento e estratégia nutricional.

2.1.2 Demanda fisiológica

As demandas fisiológicas do jogo de futebol são representadas pelas intensidades e volumes das quais são realizadas diversas atividades, durante uma partida. Isto tem implicações em termos de capacidades físicas necessárias dos jogadores e também para determinar os regimes de treinamento adequado. Como o treinamento e a competição de jogadores profissionais compreendem as suas funções profissionais, isso tem consequências para suas atividades diárias, as exigências diárias de energia e gasto calórico. Há também implicações para a manutenção do

desempenho, prevenção de lesões, tanto quanto possível, e uma reabilitação adequada das lesões dos tecidos moles.

Com relação às respostas fisiológicas ao jogo de futebol, tem-se utilizado as medidas de frequência cardíaca (FC), consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) e concentração de lactato sanguíneo.

Helgerud et al. (2001), verificaram que jovens futebolistas da categoria juniores, apresentaram durante o jogo uma intensidade de 82,2% da FC_{máx}. Já Stroyer et al. (2004), analisaram 2 grupos de jovens futebolistas dinamarqueses com média de idade de 14 anos e verificaram que os atletas em estágio maturacional púbere, apresentaram durante um jogo uma FC média de 175 bpm, correspondendo a 86,8% da FC_{máx}, já os futebolistas em estágio maturacional pós-púbere, apresentaram FC média de 176 bpm ou 87,1% da FC_{máx}. E com jogadores juniores do Brasil, Mortimer et al. (2006), monitoraram os jogadores durante partida do campeonato brasileiro da categoria e verificaram que a FC durante o jogo foi em média de 169bpm, o que correspondeu à 84,50% da FC_{máx}.

Bangsbo e Lindquist (1992) relataram que a FC média no decorrer das partidas realizadas por futebolistas profissionais dinamarqueses foi, em torno, de 164 bpm. Suspeita-se que essa diferença seja em razão da maior condição aeróbia por parte dos futebolistas profissionais do sexo masculino.

Estudo de Van Gool, Van Gerven e Boutmans (1988) com futebolistas universitários durante um amistoso analisaram a frequência cardíaca e o consumo do $VO_{2máx}$ durante uma partida, considerando a carga externa de distância percorrida, e suas respectivas intensidades (tabela 2). Nessa tabela, também fica evidente a presença da fadiga no jogo de futebol, uma vez que, a queda no %FC_{máx} e % $VO_{2máx}$ e a diminuição das distâncias percorridas em velocidade alta, demonstram que os jogadores são incapazes de manter a mesma intensidade do 1º tempo do jogo.

TABELA 2 - Respostas físicas e fisiológicas em uma partida de futebol (VAN GOOL; VAN GERVEN; BOUTMANS, 1988)

Indicadores	Resultado no 1° tempo	Resultado no 2° tempo
VO _{2máx} no jogo (ml/kg/min)	52,00±6,00	50,00±6,00
% VO _{2máx}	78,00	75,00
FC no jogo (bpm)	169	165
% FC máx	86,70	84,40
Distância total percorrida no jogo (m)	5355±249	4980±380
Distância em velocidade baixa (m)	2196±204	2187±123
% em velocidade baixa	41	45
Distância em velocidade média (m)	2731±496	2339±404
% em velocidade média	51	48
Distância em velocidade alta (m)	407±103	364±143
% em velocidade alta	8	7

Os comportamentos do perfil fisiológico dos futebolistas variaram entre dois tempos do jogo de futebol, demonstrando que houve um aumento do trabalho de velocidade média e baixa do primeiro para o segundo tempo. Quando se percebe que as velocidades médias e altas diminuíram nesse período, logo se nota que a frequência cardíaca oscila em relação aos trabalhos realizados no primeiro tempo, correspondendo a 86,70% da FC_{máx}, para o segundo tempo, de 84,4% FC_{máx}. Assim, com o aparecimento da fadiga observada pelos indicadores do perfil físico, nota-se que o organismo realiza ajustes nas respostas agudas indicadas pela variação da FC no primeiro e no segundo tempo, para compensar a fadiga muscular.

Na utilização de outro indicador de reposta do organismo, o consumo de oxigênio, também se percebe uma variação, correspondendo a 78% do VO_{2máx} no jogo para as respostas do primeiro tempo, diminuindo para 75% do VO_{2máx} no segundo tempo.

Os resultados dos estudos sugeriram que a tensão no sistema circulatório durante o jogo de futebol é relativamente alta e que a importante contribuição da aptidão aeróbia para o desempenho da equipe estaria na maior intensidade do exercício que poderia ser sustentado ao longo do jogo.

Já o monitoramento das concentrações de lactato sanguíneo durante os jogos tem sido empregado como um meio importante na indicação da intensidade do jogo e da participação do metabolismo anaeróbio glicolítico.

A concentração de lactato sanguíneo em jogadores de futebol profissional de elite durante a partida é de 5 mmol/l, podendo atingir picos de aproximadamente 10 mmol/l por determinados períodos (BANGSBO, 1994b). Silva et al. (2000) observaram que as concentrações de lactato

sanguíneo no primeiro tempo (7,1 mmol/l) foram significativamente diferentes que aquelas encontradas no segundo tempo (5,7 mmol/l) em jogadores do futebol brasileiro. O mesmo foi observado no estudo de Ananias et al. (1998), que verificaram a concentração média de lactato sanguíneo após a fase de aquecimento para o jogo, no término do primeiro tempo e no término do segundo tempo em jogadores de linha de equipe da primeira divisão do campeonato brasileiro e encontraram valores médios de 1,58, 4,50 e 3,46 mmol/l, respectivamente.

Com jovens italianos, Capranica et al. (2001) encontraram valores de 3,1 a 8,1 mmol/l durante uma partida. Já Smith et al. (1993), com jogadores ingleses jovens do colegial, encontraram valores médios de 5,2 mmol/l durante um jogo de futebol.

2.1.3 Demanda metabólica

Considerando que o futebol é um esporte intermitente, onde os jogadores fazem diferentes tipos de movimentos em diferentes intensidades, desenvolvendo um jogo de futebol em uma intensidade de 160-170 bpm. Por outro lado, em relação ao descrito anteriormente, nos leva a supor que o treinamento deve ser de baixa e alta intensidade, como sugerido por Bangsbo (2008), onde o treinamento de baixa intensidade tem uma média de 150 bpm e o treinamento de alta intensidade 170 bpm, sendo, portanto, que na avaliação da capacidade física, é necessário considerar a especificidade dos testes, que deve ser comparado à realidade do jogo e, conseqüentemente, ser medida em situações de jogo real. A frequência cardíaca e temperatura corporal sugeriram que para os jogadores de futebol de elite, a média de consumo de oxigênio durante uma partida é de cerca de 70-75% do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) (BANGSBO; MOHR; KRUSTRUP, 2006; BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2007).

Um jogador de alto nível realiza 150-250 breves ações intensas durante um jogo, indicando que as taxas de utilização da creatina fosfato (CP) e da glicólise são altas durante o jogo, que é apoiada por descobertas de redução de CP muscular e aumento das concentrações de lactato sanguíneo e muscular. Da mesma forma, o pH do músculo é diminuído e a inosina monofosfato do músculo (IMP) é elevada durante um jogo de futebol. A fadiga aparece temporariamente durante um jogo, mas não é susceptível de ser causada pelo lactato muscular elevado, pH mais baixo do músculo, ou mudança de status de energia do músculo. Não está claro o que provoca a redução da capacidade dos jogadores em manterem a *performance* máxima. O glicogênio muscular é reduzido em 20% a 90% durante um jogo e é, provavelmente, o substrato mais importante para a produção de energia e para o fim de um jogo, a fadiga pode estar

relacionada à depleção de glicogênio em algumas fibras musculares. A glicose no sangue e as catecolaminas são elevadas e a insulina é reduzida durante o jogo. Os níveis sanguíneos de ácidos graxos livres aumentam progressivamente durante um jogo, provavelmente refletindo um aumento da oxidação de gordura para compensar a redução do glicogênio muscular. Assim, os jogadores de futebol de elite têm altos níveis de exigências aeróbias ao longo de um jogo e extensas exigências anaeróbias durante períodos de uma partida levando a importantes mudanças metabólicas, que possam contribuir para o desenvolvimento da fadiga e queda do desempenho observada durante o jogo e no final dele (MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2005; BANGSBO; MOHR; KRUSTRUP, 2006; BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2007; REILLY; DRUST; CLARKE, 2008).

2.1.3.1 Períodos aeróbios e a produção de energia

O futebol se caracteriza como uma atividade física intermitente com solicitação de variadas fontes energética, por alternar corridas de altas e médias intensidades, com períodos de recuperação onde há corridas contínuas de baixa intensidade (BANGSBO, 1994b; STOLEN et al., 2005; VIGNE et al., 2010). Mayhew e Wenger (1985) estabeleceram que durante o jogo de futebol os atletas ficam 2,3% parados, 46,6% andando, 38% correndo em baixa intensidade, 11,3% correndo em alta intensidade e *sprints*. Em outro estudo, Di Salvo et al. (2007), verificaram que os futebolistas andam a uma velocidade de 4 km/h percorrendo uma distância de 3.400 m, trotam a 8 km/h percorrendo 3.200 m, correm em baixa intensidade à velocidade de 12 km/h percorrendo 2.500 m, correm em velocidade moderada (16 km/h) percorrendo 1.700 m, correm em alta intensidade à 21 km/h percorrendo 700 m e correm em intensidade máxima (*sprints*) à 30 km/h percorrendo a distância de 400 m. Sendo assim, verifica-se que o sistema de energia aeróbio tem forte contribuição para a manutenção do desempenho dos futebolistas, onde aproximadamente, 88% de uma partida de futebol envolvem atividades aeróbias e, os 12% restantes, atividades anaeróbias de alta intensidade, com as respostas da frequência cardíaca do atleta de futebol em uma partida ficando em torno de 165 a 175 bpm, utilizando 80 a 85% da frequência cardíaca máxima (FC_{máx}), e seu pico girando em torno de 98% da FC_{máx}, sugerindo que o grau do esforço do futebol consiste em submáximo a máximo. Para Stolen et al. (2005), por causa da duração do jogo, o futebol é essencialmente dependente do metabolismo aeróbio. A intensidade média do trabalho, medida em porcentagem da FC_{máx}, durante uma partida de futebol de 90 minutos fica perto do limiar anaeróbio (a maior intensidade de exercício onde a

produção e a remoção de lactato é igual, normalmente entre 80-90% da FC_{máx} de jogadores de futebol).

Na produção de energia para o jogo de futebol, observa-se que na maioria das vezes, os jogadores apresentam-se subnutridos em relação a ingestão de carboidratos, onde no início do jogo as concentrações de glicogênio muscular já estão abaixo dos níveis normais. Sendo assim, a gordura, juntamente com o glicogênio muscular, se torna a principal fonte de energia para o jogo (BANGSBO; MOHR; KRUSTRUP, 2006). A maior parte do substrato lipídico é proveniente dos ácidos graxos livres (AGL) mobilizados do tecido adiposo. Sua mobilização é mais acentuada durante os exercícios prolongados de intensidade moderada, ou seja, tem uma participação mais efetiva no decorrer do segundo tempo de uma partida de futebol, onde há diminuições nas ações de *sprint* e corridas de alta intensidade. Dessa forma, até 40% da energia utilizada durante a partida podem ser devidos à oxidação de gorduras (SCHOKMAN; RUTISHAUSER; WALLACE, 1999).

Foi observado que a concentração de ácidos graxos livres (AGL) no sangue aumenta durante um jogo, mais acentuadamente durante a segunda metade do jogo (KRUSTRUP et al., 2006a). Os freqüentes períodos de descanso e exercícios de baixa intensidade em um jogo permitem um fluxo sanguíneo significativo ao tecido adiposo, que promove a liberação de ácidos graxos livres. Este efeito é também ilustrado pela descoberta de altas concentrações de AGL no intervalo e depois do jogo. Uma alta taxa de lipólise durante um jogo é apoiado por elevadas concentrações de glicerol, apesar de que os aumentos são menores do que durante o exercício contínuo, o que provavelmente reflete uma alta rotatividade de glicerol (por exemplo, como um precursor gliconeogênicas no fígado (BANGSBO, 1994b)). As alterações hormonais podem desempenhar um papel importante no aumento progressivo das concentrações de ácidos graxos livres. As concentrações de insulina são reduzidas e as concentrações de catecolaminas são progressivamente elevadas durante um jogo (BANGSBO, 1994b), estimulando uma alta taxa de lipólise e, conseqüentemente, a liberação de ácidos graxos livres no sangue (BANGSBO; MOHR; KRUSTRUP, 2006). O efeito é reforçado pela baixa concentração de lactato no final do jogo, levando a uma menor supressão da mobilização de ácidos graxos livres do tecido adiposo (BANGSBO, 1994b; KRUSTRUP et al., 2006a). As mudanças nos ácidos graxos livres durante o jogo pode causar uma maior captação e oxidação de ácidos como pelos músculos que se contraem, especialmente durante os períodos de recuperação em um jogo. Além disso, uma maior

utilização de triglicerídeos do músculo pode ocorrer no segundo tempo devido às concentrações elevadas de catecolaminas (BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2007). Ambos os processos podem ser mecanismos compensatórios para a diminuição progressiva de glicogênio muscular e são favoráveis na manutenção de uma elevada concentração de glicose no sangue.

2.1.3.2 Períodos anaeróbios e a produção de energia

Em uma partida os futebolistas realizam entre 1.000-1.400 pequenas ações, sendo realizada uma ação diferente a cada 4-6 segundos (MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003). Essas ações incluem: de 10-30 corridas em velocidade máxima (*sprints*), corridas em alta intensidade a cada 70-90 segundos, aproximadamente 15 roubadas de bola (sem cometer falta), 10 cabeceios, 50 participações com a posse de bola e aproximadamente 30 ações envolvendo mudanças de direção (BANGSBO; NORREGAARD; THORSO, 1991; STOLEN et al, 2005; VIGNE et al., 2010).

Embora o metabolismo aeróbio predomine no fornecimento de energia durante uma partida de futebol, as ações mais decisivas são cobertas por meio do metabolismo anaeróbio. Para realizar *sprints* curtos, saltos, desarmes, e duelos, liberação de energia anaeróbia é determinante no que diz respeito a quem corre mais rápido ou salta mais alto. Isso é muitas vezes crucial para o desfecho da partida. Logo, verifica-se que o principal fator na caracterização do nível de competitividade durante o jogo de futebol é a intensidade (STOLEN et al., 2005; BANGSBO; MOHR; KRUSTRUP, 2006; GREGSON et al., 2010; CARLING; GALL; DUPONT, 2012).

As atividades de alta intensidade (*sprints* e corrida de alta velocidade) durante uma partida são características fundamentais para diferenciar o nível de jogo de futebol, devido a evidência de que os futebolistas de elite executam maiores quantidades de trabalho em esforços de alta intensidade (média de 69 corridas de alta intensidade e 39 ações de *sprints*), do que os jogadores de níveis moderados (com média de 49 e 26 corridas de alta intensidade e em *sprints*, respectivamente) (MOHR; KRUSTRUP; BANGSBO, 2003).

Segundo Bangsbo, Mohr e Krustup (2006), essas ações de alta intensidade indica que a taxa de rotatividade de energia anaeróbia é alta em determinados momentos do jogo. Mesmo não estudada diretamente, o exercício intenso durante um jogo leva a uma alta taxa de degradação de creatina fosfato (CP), que, em certa medida é resintetizado nos períodos de baixa intensidade após o exercício de elevada intensidade. Por outro lado, o CP pode diminuir (ou seja, abaixo de 30% dos valores de repouso), durante as partes de um jogo, se um número de ataques intensos

são realizados apenas com períodos de recuperação curtos. Análise da creatina fosfato em biópsias musculares obtidos após períodos de exercícios intensos durante um jogo forneceram valores acima de 70% das pessoas em repouso, mas isso pode ser devido ao atraso na obtenção da biópsia (KRUSTRUP et al., 2006a).

Médias nas concentrações de lactato de 2-10 mmol/l foram observados durante jogos de futebol, com valores de picos individuais acima de 12 mmol/l. Estes resultados indicam que a taxa de produção de lactato é elevada durante um jogo, podendo não representar uma alta produção de lactato em uma única ação durante o jogo, mas sim uma resposta acumulada / equilibrada a uma série de atividades de alta intensidade (BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2007). Isto é importante levar em conta na interpretação sobre a concentração de lactato sanguíneo. No entanto, baseado em vários estudos utilizando o exercício curto de máxima intensidade realizado em laboratório, e o achado de lactato sanguíneo, sugeriu que a taxa de glicólise é elevada por períodos curtos de tempo durante o jogo. Nos *sprints* e exercícios de alta intensidade, a energia é fornecida principalmente pelo sistema ATP-CP (ATP + fosfocreatina: CP). O restante da energia é fornecida pela glicogenólise, com produção de lactato (BANGSBO; MOHR; KRUSTRUP, 2006).

O glicogênio muscular desempenha papel-chave na produção de energia durante o exercício e a queda de desempenho está frequentemente associada à depleção de seus estoques, sendo a exaustão evitada na presença de concentrações adequadas do mesmo (BANGSBO, 1994b; RICO-SANZ et al., 1998; SCHOKMAN; RUTISHAUSER; WALLACE, 1999; GUERRA; SOARES; BURINI, 2001; ALI et al., 2007). Em jogadores de elite o consumo das reservas de glicogênio muscular, durante o jogo, varia de 20% a 90%, dependendo de fatores como: condicionamento físico, intensidade do esforço, temperatura ambiente e composição dietética pré-competição (ALI et al., 2007). A desidratação e hipertermia são aceleradores do consumo de glicogênio e, assim, da fadiga muscular, perceptível, particularmente, no segundo tempo, quando o atleta evita *sprints*, caminha mais do que corre e reduz a distância percorrida. Durante o jogo de futebol, existe relação direta entre as concentrações iniciais do glicogênio muscular, as distâncias percorridas e os níveis de esforços dos jogadores durante a segunda metade da partida (TUMILTY, 1993), podendo influenciar o desempenho no campo, pois, na sua ausência, o trabalho muscular é mantido pela energia fornecida pela gordura, em processo

totalmente aeróbio e, portanto, em eficiência (rapidez) geralmente 50% abaixo da normal (KIRKENDALL, 1993).

2.2 Fatores que influenciam o desempenho

2.2.1 Genéticos

O desempenho esportivo pode ser influenciado por diversos fatores, como: o programa de treinamento, a dieta, os fatores psicológicos e o uso de substâncias ergogênicas. Porém, mesmo quando os atletas adotam condutas semelhantes durante a preparação para a competição, somente alguns se destacam em suas modalidades esportivas, colecionando títulos e estabelecendo uma hegemonia sólida. Mas, como explicar o fato de que atletas que têm o mesmo regime de treinamento, o mesmo tipo de dieta, e que muitas vezes moram nos mesmos clubes, apresentam desempenhos tão diversificados? Neste contexto, o avanço científico e tecnológico está permitindo a realização de análises mais aprofundadas, como a composição genética dos seres humanos (Genotipagem) (MACARTHUR; NORTH, 2005; LIPPI; LONGO; MAFFULLI, 2010; PUTHUCHEARY et al., 2011). Esse tipo de análise poderá auxiliar na detecção de indivíduos mais responsivos ao treinamento esportivo. Além disso, o perfil genético facilitará o entendimento da variabilidade de respostas aos estímulos específicos relacionados ao treinamento. Até o ano de 2005, o mapa genético para a *performance* física e fenótipos relacionados à saúde já incluía 165 genes candidatos (MACARTHUR; NORTH, 2005).

Os primeiros estudos (por exemplo, com KLISSOURAS, 1971) ignorou o conceito de interação, que no desporto indica “treinabilidade”. Bouchard e Lortie (1984) afirmaram que esta interação é importante para determinar o potencial de esportes, enquanto Klissouras (1997) sustentou que ele pode ser ignorado e que funções como potência aeróbia ($VO_{2máx}$) são determinadas principalmente pela hereditariedade, mas as respostas biológicas ao treinamento não são. Bouchard, Malina e Perusse (1997) relataram grandes diferenças individuais nas respostas ao programa de mesmo exercício, concluindo que a capacidade de treinamento foi, em parte devido a fatores genéticos.

As estimativas de herdabilidade foram obtidas nas últimas décadas para um número de variáveis antropométricas, musculares, fisiológicas e variáveis de desempenho relevantes para desportos como o futebol (REILLY; BANGSBO; FRANKS, 2000). Eles incluem os valores elevados para altura e comprimento dos segmentos, alto (KLISSOURAS, 1971) a moderado (SUNDET; MAGNUS; TAMBS, 1994) valores para $VO_{2máx}$ e altos valores para o tipo de fibra

muscular e flexibilidade. Mais recentemente, Seeman et al. (1996) relataram que 80% da variação individual na densidade mineral óssea e da massa muscular magra é determinada geneticamente, de acordo com Thomis et al. (1998), o valor correspondente para área transversal do braço foi de 85%.

Os avanços científicos e tecnológicos têm possibilitado o desenvolvimento de novas estratégias para a detecção e preparação de atletas de elite, o que leva o esporte competitivo a um patamar jamais alcançado. Com o uso de técnicas de biologia molecular (ex. genotipagem) é possível detectar, por exemplo, genes que exercem algum tipo de influência sobre o desempenho, favorecendo atletas em determinadas modalidades esportivas. Dessa forma, o conhecimento do genótipo poderá auxiliar na detecção de talentos e no direcionamento dos indivíduos com maior potencial de resposta para determinadas atividades, maximizando os efeitos dos programas de treinamento esportivo.

2.2.2 Nutrição

O futebol é uma modalidade de esporte com exercícios intermitentes de intensidade variável. Aproximadamente, 88% de uma partida de futebol envolvem atividades aeróbias e, os 12% restantes, atividades anaeróbias de alta intensidade (STOLEN et al., 2005). Devido à sua duração, pode ser considerado um esporte de *endurance*, promovendo assim um gasto calórico alto de seus praticantes, tanto em dias de jogos, quanto em treinamentos. Uma vez que a função específica de cada atleta interfere nas necessidades energéticas diárias (GUERRA; SOARES; BURINI, 2001; PRADO et al., 2006), a ingestão alimentar adequada, visando fornecer aos jogadores as quantidades corretas de carboidratos, gorduras, proteínas, favorece o balanço energético ideal, bem como proporciona ao atleta começar os jogos com níveis ótimos de glicogênio muscular, o que é fundamental para melhorar o desempenho atlético e retardar a fadiga, comumente apresentada pelos atletas profissionais, principalmente nos últimos 45 minutos do jogo (REILLY; DRUST; CLARKE, 2008).

Os jogadores de futebol são atletas que treinam em intensidade moderada a alta, tendo necessidades energéticas diárias em torno de 3.150 a 4.300kcal. O gasto energético de um jogador de futebol é estimado em 1.360kcal/jogo (CLARK, 1994).

A nutrição e o treinamento são alguns aspectos fundamentais para que o jogador de futebol tenha bom desempenho. A demanda energética dos treinamentos e competições requer que os jogadores consumam uma dieta balanceada, particularmente rica em carboidratos (RICO-

SANZ et al., 1998). A educação nutricional é de fundamental importância, principalmente para jogadores de futebol, especialmente quando em períodos de treinamento intenso, que consomem quantidades elevadas de gordura e pequenas de carboidrato (RICO-SANZ et al., 1998).

Portanto, a dieta de um jogador de futebol deve atender aos gastos energéticos, fornecer um balanço adequado de proteínas, lipídios e carboidratos e atingir as recomendações de micronutrientes (SHEPARD, 1999).

2.2.3 Suplementação esportiva

Uma alimentação adequada visa atender as necessidades de energia e aporte de nutrientes que auxiliem o atleta a suportar as demandas de treino e jogos assim como promover sua saúde. Além disto, cabe à alimentação propiciar o estado metabólico adequado para que ocorram as adaptações desencadeadas pelo processo de treinamento culminando no aumento do desempenho (HAWLEY; TIPTON; MILLARD-STAFFORD, 2006).

Devido à falta de informação a respeito de escolhas alimentares adequadas e a quantidade excessiva de treinos e competições a maioria dos jogadores de futebol apresenta uma dieta inadequada para as necessidades nutricionais desta modalidade. Stancanelli (2006) analisou a ingestão alimentar de jogadores profissionais brasileiros e verificou que a maioria dos atletas apresentava uma ingestão calórica inferior ao que deveria ser consumido diariamente, 1.500-3.000 Kcal/dia vs 3.000-4.000 Kcal/dia, respectivamente. Com relação aos macronutrientes a autora mostrou que a maior deficiência encontrava-se no consumo de carboidratos que variava entre 40-55% do total de calorias da dieta enquanto que o preconizado para atletas futebol é entre 60 e 70% (GONZÁLEZ-GROSS; GUTIÉRREZ; MESA, 2001). Já para lipídeos e proteínas o consumo apresentou-se acima do recomendado para esta modalidade, entre 20-40% e 15-25% respectivamente.

Infelizmente esta não é uma realidade isolada, mas sim a de muitas equipes. Corroborando com estes dados diversos autores já demonstraram que jogadores de futebol apresentam uma dieta inadequada tanto no valor energético quanto na distribuição de macro e micronutrientes (GUERRA; SOARES; BURINI, 2001; PRADO et al., 2006).

Assim, antes de pensar em outras estratégias nutricionais, é de extrema importância que o nutricionista faça uma educação nutricional com os jogadores afim de que as escolhas alimentares dos mesmos levem a ingestão adequada de energia e nutrientes atendendo às necessidades específicas deste desporto.

Uma dieta adequada é a base para criar o ambiente metabólico necessário para que o atleta se adapte ao treino e com isto aumente sua *performance*. Contudo, desde que o esporte competitivo existe, os atletas, bem como os profissionais envolvidos com o esporte, tem buscado estratégias diversas para melhorar o rendimento. Neste contexto, a utilização de recursos ergogênicos ou os chamados suplementos esportivos tem crescido a cada ano.

No caso do futebol, Tscholl et al. (2008) relataram o aumento do uso de medicamentos e suplementos esportivos ocorridos nas copas do mundo de 2002 e 2006. Foram levantados através de questionários as substâncias ingeridas 72 horas antes dos jogos por jogadores de 56 seleções. Um total de 10.384 substâncias foram reportadas sendo 42,9% medicamentos e 57,1% de suplementos esportivos. Dentre os suplementos, os mais ingeridos foram as vitaminas que representaram 41,1%, seguido por minerais (21,2%) e aminoácidos (11,1%). No percentual restante encontravam-se cafeína, carnitina, antioxidantes, ácidos graxos essenciais, ginseng, entre outros. Os autores relataram que alguns atletas ingeriram cerca de 10 suplementos antes de uma única partida e a média de ingestão dos times era de 0,73 suplementos/jogo/jogador em 2002 e passou para 1,28 suplementos/jogo/jogador em 2006.

Em geral muitos dos suplementos esportivos não são necessários uma vez que o atleta tenha uma boa educação alimentar e apresente uma dieta adequada às necessidades da modalidade que pratica. E pode-se dizer que a suplementação de vitaminas e minerais, em altas doses, em indivíduos com valores bioquímicos normais desses nutrientes e que consomem dieta adequada e balanceada, não melhora o desempenho físico (SINGH; MOSES; DEUSTER, 1992).

Contudo, os suplementos podem servir como uma estratégia nutricional dentro de um plano alimentar muito bem elaborado para o jogador. Por exemplo, podem ser utilizados para suprir deficiências agudas de vitaminas e minerais e auxiliar no aporte energético e proteico. Também representam uma medida prática para atletas com falta de apetite e para lanches em viagens e pós-treino.

Além disto, há estudos apontando resultados positivos de alguns suplementos como, creatina, cafeína, proteína e carboidrato, em capacidades físicas importante para o futebol, podendo assim, atuar efetivamente como um recurso ergogênico potencializando o aumento da *performance* (MUJICA et al., 2000; HESPEL; MAUGHAN; GREENHAFF, 2006; MACHADO et al., 2009; GILSON et al., 2010). Vale lembrar que a resposta fisiológica da utilização do

suplemento pode variar de indivíduo para indivíduo, sendo assim, de extrema importância que a utilização dos suplementos seja “testada” em períodos de treino antes da competição.

Todavia, é importante ressaltar que no caso de suplementos, os cuidados com a sua utilização devem ser redobrados uma vez que muitos deles podem estar contaminados com outras substâncias (na maioria das vezes ilícitas) podendo trazer algum prejuízo à saúde ou mesmo o atleta ser pego em testes de doping.

2.2.4 Hidratação

No que concerne à hidratação, vale lembrar que devido à vasta extensão territorial do Brasil os jogadores são constantemente expostos a situações de jogos sob alta temperatura e umidade. Esses fatores podem acelerar o desencadeamento de problemas de termorregulação e desidratação, que resultam em fadiga mais rapidamente do que a causada pela depleção dos estoques de energia, conseqüentemente causando queda de desempenho. Neste caso, a oferta de líquidos é mais importante que a disponibilidade de carboidrato no desempenho físico em exercícios de resistência no calor. Já em condições ambientais frias, a ingestão de uma solução de carboidrato a 7% é mais eficiente em melhorar o desempenho, porque mantém a concentração de glicose sanguínea constante, conservando também o volume plasmático adequado (FEBRAIO et al., 1996).

Além do incentivo constante para que os jogadores adquiram o hábito de se hidratar a todo o momento, é conveniente adotar estratégias individuais, como por exemplo, aquela em que cada jogador é pesado antes e após o término dos treinamentos ou jogos. Essa estratégia, realizada sobre diferentes condições ambientais, pode fornecer informações que permitam traçar um perfil de desidratação de cada atleta e planejar o melhor protocolo de hidratação que seja específico para cada jogador.

Jogadores apresentam perdas hídricas diferenciadas em função de variáveis ambientais e individuais como o estado de aclimatação, condicionamento físico e taxa de transpiração, portanto devem ser avaliados individualmente. De toda forma, vale lembrar que um jogador de futebol chega a perder 5% do peso corporal durante uma partida, uma desidratação moderada, e que pode reduzir em até 30% seu desempenho físico (BURKE; HAWLEY, 1997). Uma hidratação adequada só será alcançada se o consumo de líquidos for suficiente durante todo o dia, e não somente imediatamente antes, durante e após os exercícios. Estratégias como a hiperhidratação têm sido descritas na literatura, mostrando resultados positivos (RICO-SANZ et

al., 1996). Esse protocolo consiste em promover uma ingestão de 300-600 mL de líquidos na refeição pré-jogo, com um adicional de 150-300 mL de líquidos a cada 15-20 minutos até 45 minutos antes do jogo, tempo este para o atleta eliminar o excesso de líquidos através da urina.

Além disso, durante a partida os jogadores devem consumir líquidos constantemente, em pequenas quantidades e em intervalos regulares, para não interferir no esvaziamento gástrico e, também, repor toda a água perdida através do suor. Os líquidos a serem oferecidos devem estar entre uma temperatura de 15 e 22° e ter sabor agradável, para assim promover sua ingestão voluntária (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1996).

A bebida hidroeletrólítica adequada deve ter as seguintes características: permitir que os fluidos cheguem rapidamente aos tecidos, fornecer carboidratos durante o exercício, fornecer baixos níveis de eletrólitos, ser palatável e refrescante e não causar distúrbios gastrointestinais. Essas bebidas após o término do jogo ou treinamento ajudam não só na hidratação, mas também na recuperação do glicogênio muscular (GUERRA et al., 2004).

O jogador de futebol apresenta uma grande dificuldade em ingerir líquidos durante uma partida. Isso ocorre em função da alta intensidade característica do esporte, como também da própria dinâmica do jogo, comprometendo assim uma adequada hidratação. A ingestão de líquidos deve ser, portanto, constantemente encorajada, disponibilizando garrafas individuais em todas as interrupções casuais de uma partida. A adição de carboidratos e eletrólitos nas bebidas de hidratação é fundamental, pois favorece não só a hidratação como também o prolongamento do esforço e manutenção de um bom desempenho atlético.

2.2.5 Meio-ambientais

Por causa das localizações geográficas, as equipes visitantes são confrontadas com o jogo, não só em altitude diferente, mas também sob diferentes condições ambientais, como calor, frio e umidade relativa diferente em comparação com seu país ou região de origem. O desafio é garantir o princípio básico do fair play, oferecendo chances iguais para o mandante e o time visitante nestas circunstâncias variadas (BARTSCH; SALTIN; DVORAK, 2008).

O número de desportistas que estão submetidos às exigências fisiológicas em condições de variações ambientais está aumentando cada ano, porém, o efeito dessas alterações ambientais tem influenciado sobre o desempenho físico, dificultando os mecanismos de adaptação às quais o corpo está exposto.

2.2.5.1 Calor e frio

As elevadas cargas de treinamento e de competição do desporto atual que é realizada pelos atletas, em condições de variação de temperaturas do meio tornam-se um problema adicional de adaptação do organismo ao trabalho. Essa circunstância apresenta-se nos desportos como no futebol, onde são necessários conhecimentos detalhados sobre a influência que exerce o calor e ou frio no organismo do atleta, sobretudo durante a execução de cargas de treinamento e de competição de elevada magnitude, assim como conhecer os mecanismos e vias de treinamentos utilizáveis para atingir uma boa adaptação individual a temperaturas altas e baixas.

Por outro lado, a atividade física intensiva está relacionada com a diminuição da temperatura ótima do ar. Em consequência o trabalho com uma frequência cardíaca de 140-150 batimentos por minuto se eleva com maior rapidez se a temperatura do ar é de 16-17°C, mas o incremento da frequência cardíaca até os 170-180 batimentos por minuto se vincula com um deslocamento da zona de confortabilidade até os 13-14°C. Nesse sentido, as mudanças na temperatura exterior, considerados como ótimas, geram um desequilíbrio entre a temperatura exterior e a interior do corpo, obrigando ao organismo a reagir com o objetivo de manter o equilíbrio térmico.

Em consequência, a aclimação do organismo do desportista às mudanças de temperatura do meio ambiente reduz-se a dissipação do calor, quando as temperaturas são altas e mantém o calor se as temperaturas são baixas. Destaca-se, que a energia gerada pelo organismo de uma pessoa, entre 60% e 80% se transforma em calor que vai pro meio ambiente, e apenas de 20% a 40% se transforma em energia útil para o trabalho.

Em condições atmosféricas habituais, a conservação do equilíbrio térmico não representa nenhum problema para o organismo da pessoa, mas no caso do calor que sobra que aparece como consequência do metabolismo, se elimina através da condução e da convecção (20-30%), da radiação (50-60%) e da evaporação (20-30%), como se observa na figura 1.



FIGURA 1 - Dissipação do calor.

Durante a condução, o calor transmite-se mediante o contato molecular dos tecidos mais quentes aos menos quentes, e durante a convecção como resultado do contato da pele com os elementos circundantes ao corpo, com ar ou com água, e na radiação mediante transmissão do calor que sobra em forma de raios infravermelhos, e quando há evaporação o calor se elimina mediante a sudoração. No caso de realizar-se um exercício intenso, sobretudo no caso que o dia é muito quente, a evaporação se converte no mecanismo principal de eliminação do calor. Dessa forma, o calor é eliminado pela evaporação do suor desde a pele, irradiando o calor do corpo para zonas mais frescas como as extremidades (BULATOVA; PLATONOV, 1998), notando-se nelas aumentos intensos de irrigação sanguínea cutânea e uma maior atividade das glândulas sudoríparas.

Por outro lado, é amplamente conhecido que a temperatura ótima do ar para uma vitalidade completa da pessoa em condições normais sem realizar exercícios oscila entre 18 e 22°C. De fato, a maiores temperaturas o organismo necessita de aclimação para poder suportar

os efeitos do calor e a umidade. Por exemplo, durante o exercício submáximo prolongado em ambientes quentes ou úmidos, a taxa de transpiração de uma pessoa pode aumentar para valores entre 2 a 3L/h (ROBERGS; ROBERTS, 2002). Dessa forma, à medida que o corpo se desidrata, as taxas de transpiração diminuem e a temperatura interna do corpo aumenta. Portanto, a transpiração excessiva acarreta uma perda líquida mais pronunciada e uma subsequente redução no volume plasmático (MCARDLE; KATCH; KATCH, 1998).

As complicações pelo calor associadas ao esforço podem afetar aos atletas durante o exercício de alta intensidade e longa duração, e ocasionar que se retirem da atividade e colapsem durante esse intervalo ou pouco depois (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007). É por isso que a manutenção de exercício físico intenso em ambientes quentes pode sobrecarregar a capacidade do corpo para responder adequadamente à pressão imposta, dando lugar à hipertermia, desidratação, deterioro físico, rendimento mental e potencialmente grave doença pelo esforço no calor (CASA, 1999). De fato, vários estudos abordaram os efeitos da desidratação sobre a resistência muscular, revelando que 3 a 4% da desidratação provocam a diminuição do rendimento. Nesse sentido Sawka, Montain e Latzka (1996) consideram em relação à potência aeróbia máxima que uma redução de 2 a 3% do peso corporal em condições de calor, as quedas podem ser grandes. Portanto, a ingestão de líquidos mantém a hidratação e ajuda à termorregulação, evitando a desidratação e mantendo o volume plasmático adequado, sobretudo, em futebolistas que realizam treinamentos duas vezes por dia durante a pré-temporada (MAUGHAN et al., 2004).

A informação sobre as mudanças na diminuição da temperatura exterior chegam ao organismo através dos termorreceptores da pele, que estão situados a 0,17mm de profundidade, porém, quando se produz mudanças consideráveis na temperatura exterior, os receptores transmitem informação ao centro de termorregulação que ativa os mecanismos de regulação da temperatura. Assim, à medida que tem lugar uma diminuição da temperatura do meio exterior, começa a atuar os mecanismos de ação que favorecem a produção de calor metabólico e manutenção do calor formado no organismo. Os mecanismos gerados são efetivos e permitem garantir a manutenção da temperatura interna apesar das mudanças na temperatura do meio ambiente.

A temperatura corporal se mantém dentro de certos limites com flutuações diárias de $\pm 1^{\circ}\text{C}$, onde uma redução na temperatura da pele ou do sangue estimula o hipotálamo a ativar os

mecanismos conservadores da temperatura corporal, aumentando a produção e diminuindo a dissipação do calor. Porém, os mecanismos que habitualmente se encarregam de eliminar calor, como a condução, radiação, convecção e evaporação, funcionam de forma ineficaz num ambiente frio, dissipando o calor mais rápido do que o corpo pode gera-lo. Portanto, a hipotermia aparece quando a temperatura interna descende abaixo dos 35°C (MILLS, 1987), temperatura em que os músculos perdem a tensão, ficando paralisados porque a taxa de produção química de calor por cada célula se reduz quase a metade por cada descenso de 5°C.

Embora, quando expostos a ambientes frios sugere-se agasalhar com o propósito de isolar o frio durante o exercício físico e diminuir a perda de calor através de esfriamentos por evaporação, irradiação e convecção (ROBERGS; ROBERTS, 2002), sendo que para manter o equilíbrio térmico será necessária certa quantidade de roupas. Nesse sentido, Pate (1988) destaca que uma vez aquecidos deve-se retirar algumas roupas, causando uma diminuição da barreira isolante formada pelos agasalhos, para ser compatível com as necessidades isolantes exigidas pelo exercício físico.

A exposição ao frio de desportistas e especificamente de futebolistas é pouco estudada por parte dos pesquisadores. Dado que a maioria dos estudos que investigam os efeitos do treinamento sobre a tolerância ao frio foi desenvolvida em ratos (SHEFER; TALAN, 1997) e sua capacidade de extrapolação ao modelo humano é muito discutida. No entanto, alguns estudos sugerem que as taxas de sudorese tendem a ser menores em ambientes frios (GALLOWAY; MAUGHAN, 1997) e o efeito da hipoidratação no rendimento do exercício é menos marcada (COYLE, 2004).

A partir dessa perspectiva, Bulatova e Platonov (1998) consideram que uma diminuição significativa da temperatura muscular provoca uma alteração na incorporação racional ao trabalho de fibras musculares de diverso tipo e na coordenação intramuscular e intermuscular; assim como a diminuição na velocidade de contração muscular, no nível de força muscular, no rendimento econômico do trabalho e na capacidade para conseguir uma eficaz coordenação de movimentos.

Em consequência, o esportista que exercitar-se na mesma velocidade e com a mesma produção de força em ambientes de baixas temperaturas se fadiga antes, apesar de que o exercício físico intenso serve como um meio eficaz para diminuir o influxo das baixas temperaturas. Portanto, no caso dos futebolistas será necessário manter um equilíbrio térmico durante os

treinamentos e competições a baixas temperaturas, sobretudo quando se controla a carga física para não esgotar-se rapidamente e, usar roupa adequada para garantir a manutenção da temperatura interna.

Uma diminuição da temperatura interna e dos músculos, inferior ao nível ótimo conduz a uma diminuição substancial do consumo máximo de oxigênio, do gasto cardíaco, da frequência cardíaca, do rendimento eficiente do trabalho e, naturalmente da capacidade para o exercício físico (BULATOVA; PLATONOV, 1998). Por exemplo, destaca-se que quando a temperatura retal cai para 33,5°C se produz hipotermia, afetando o coração, provocando desta forma parada cardíaca, e conseqüentemente a morte. Nesse sentido, os sintomas de desenvolvimento da hipotermia são fraqueza, fadiga, diminuição dos tremores, incoerência e perda das faculdades para se comunicar (ROBERGS; ROBERTS, 2002). Isto provoca esfriamento muscular, alterando os modelos de mobilização das fibras musculares. Portanto, se produz uma diminuição na velocidade de contração muscular, na força muscular e na capacidade para executar com eficácia a coordenação motora, assim também o resfriado comum é provavelmente a doença mais frequente dos esportistas que permanecem em ambientes de frio, porém, é recomendável manter o sistema imunológico em boas condições e vestir roupas adequadas para proteger as zonas mais propensas.

Em suma, o processo de treinamento e competição dos times de futebol depende muito das condições atmosféricas e das regiões geográficas, em que o planejamento e a organização das atividades com antecipação convertem-se num fator primordial para obter um maior rendimento e evitar riscos de saúde nos atletas.

2.2.5.2 Altitude

Aproximadamente 140 milhões de pessoas vivem acima de 2500msnm., sobretudo no norte, centro e sul da América, Ásia e o norte de África (MOORE; NIERMEYER; ZAMUDIO, 1998), considerando os biólogos humanos que estas populações experimentam mudanças respiratórias, cardiovasculares e hematológicas (BEALL, 2001), produto das condições de hipóxia, ou seja, da redução progressiva na pressão parcial de oxigênio devido ao aumento da altitude (WEST, 2004). Em consequência, muitos médicos encontram-se surpresos por conhecer o meio em que as pessoas vivem, trabalham e jogam em grandes altitudes (WEST, 2004) e os fatores físicos que influenciam sobre o organismo do homem como a diminuição da pressão

barométrica, densidade do ar atmosférico, força da gravidade, temperatura e elevada radiação solar (BULATOVA; PLATONOV, 1998).

No caso dos jogos internacionais de futebol que se desenvolvem na América do Sul, geralmente são realizados em cidades de moderada altitude, como Bogotá (2600msnm), Quito (2800msnm), La Paz (3600msnm) e Cusco (3300msnm), entre outros estádios. Essas regiões geográficas se caracterizam principalmente pela presença do fenômeno da hipóxia, obstaculizando muitas vezes o desempenho coletivo e individual das equipes que competem, levando na maioria das oportunidades aos clubes a treinar em condições similares com o intuito de diminuir os efeitos da altitude. Embora, esses processos de aclimação e adaptação sejam considerados como desafios para os atletas, que pelo geral, não todos os jogadores conseguem desenvolver e manter níveis aceitáveis de rendimento. Por sua vez, nem todos os clubes apresentam as mesmas condições de trabalho, recursos e infraestrutura para programar dentro de seus planejamentos. De fato, as equipes deveriam treinar em localidades de altitude e/ou no nível do mar em condições de hipobaria, objetivando a execução de um melhor desempenho à moderadas e elevadas altitudes. No entanto, o tempo de intervalo entre cada competição oscilam entre 3 e 6 dias, impossibilitando aclimações e pior ainda, adaptações. Portanto, as regiões geográficas que apresentam elevadas altitudes se caracterizam pela baixa pressão de oxigênio, onde os atletas que logo ao descer do avião e permanecem mais de seis horas podem sofrer alguns sintomas como dor de cabeça, náuseas, vômitos, entre outros, produto dos efeitos da altitude, chegando inclusive a elevadas altitudes a sofrer muitas vezes edema pulmonar e cerebral (BARTSCH; SALTIN; DVORAK, 2008).

Em consequência, a Comissão de Medicina do Esporte da FIFA, recomenda que as competições de futebol acima dos 3000msnm., deveriam ser jogados só após um período de aclimação de 10 dias, em razão de que as regiões de altitude podem gerar alterações perceptivas e cognitivas potenciais e presença de fadiga a expensas da exposição aguda em moderadas e elevadas altitudes.

A exposição a elevadas altitudes implica para o ser humano um stress fisiológico marcante, que requer de uma série de respostas agudas e crônicas que permitem uma adaptação a este meio tão adverso. Tais adaptações a nível do sistema respiratório e circulatório, regulação hormonal e hídrica, nos componentes hematológicos e na morfologia e metabolismo muscular, parecem contrariar os efeitos fisiológicos da rarefação de moléculas de oxigênio para os tecidos

(BARTSCH; SALTIN; DVORAK, 2008). Dado que os mecanismos de adaptação são importantes para permanecer e sustentar o trabalho em regiões de elevada altitude, sendo um exemplo da capacidade adaptativa do organismo humano as alterações homeostáticas, orgânicas, e teciduais em ambientes extremamente hostis.

Com o objetivo de avaliar a influência da altitude sobre o rendimento de 1400 jogos internacionais desenvolvidos na América do Sul durante os anos de 1900 a 2004, Sharry (2007) verificou que as equipes que são de elevada altitude tem menor probabilidade de fazer gols quando jogam em baixas altitudes, e por cada 1000m, adicionais essa probabilidade aumenta a média de gol. Tal é o exemplo da seleção de Bolívia, quando joga com um oponente do nível do mar como no caso da seleção do Brasil, a probabilidade de ganhar em casa aumenta de 54% para 83% devido aos efeitos da altitude. A figura 2 mostra a porcentagem de jogos vencidos na condição de mandante e de visitante em 17 Copas América de futebol por cada país.

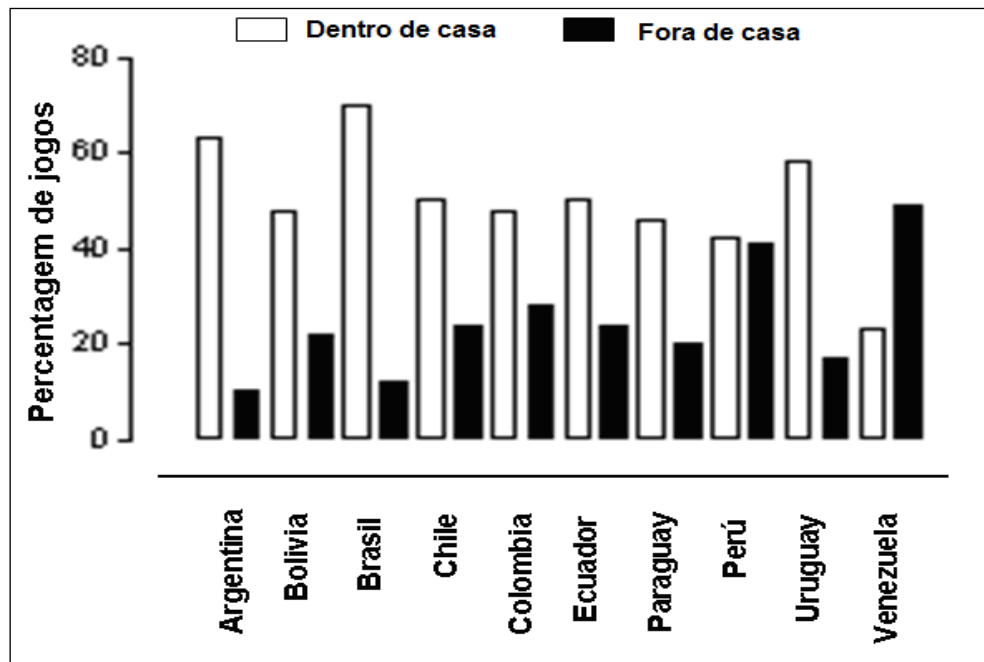


FIGURA 2 - Porcentagem de jogos vencidos dentro e fora de casa das seleções de América do Sul.

2.2.6 Psicológicos

O entendimento do treino e do jogo de futebol, enquanto processos decorrentes da confluência de múltiplos componentes (físico, técnico, tático e psíquico), implica a configuração de um enquadramento complexo que pondere a interação de diversas variáveis (BARREIROS et al., 2011). Todavia, ao analisar-se a evolução do processo de treino desportivo, constata-se uma

clara assimetria quanto ao valor atribuído aos distintos componentes do rendimento. Por exemplo, no que concerne mais especificamente ao componente psicológico, a Psicologia do Desporto ainda não é suficientemente valorizada, fato que assume óbvias implicações ao nível do treino das equipas profissionais (FONSECA, 2004).

Em toda ação, presente em um jogo de futebol, existe um envolvimento psíquico, sendo esse consciente ou não, mas a qualidade desse envolvimento terá fundamental importância no resultado da ação. Dividir uma bola com um adversário desperta no atleta sentimentos de posse, de levar vantagem, de triunfo, de competição. A partir da conscientização desses aspectos, a preparação atlética passou a envolver também objetivos afetivos (CORRÊA et al., 2002).

Nos esportes de alto rendimento os atletas são confrontados à situações de grande pressão e instabilidade. Esta sobrecarga frequentemente afeta o estado psicológico dos atletas. Na literatura já é sabido que atletas possuem comportamentos diferentes frente a determinadas situações que influenciam no desempenho. Esta capacidade foi denominada de *"mental toughness"*, que em português significa capacidade de sustentar consistentemente um estado ideal de desempenho diante das adversidades.

Vários fatores afetam esta capacidade psicológica, como, autoconfiança, foco de atenção e concentração, motivação, negativismo, estresse, ansiedade, atitude competitiva, determinação e persistência entre outros.

Alguns desses fatores interferem de maneira negativa ou positiva no desempenho dos atletas de alto nível. Um bom exemplo é a ansiedade, que pode ser entendida como um fenômeno psicológico relacionado à adaptação e regulação do ser humano na vida cotidiana. Trata-se de uma reação subjetiva de apreensão e incerteza acompanhada por uma ativação do sistema nervoso autônomo e um aumento da atividade endócrina (BRANDÃO, 1995). Essa reação de apreensão e incerteza, que gera reações fisiológicas como taquicardia, dor de estômago, medo, entre outras, é denominada Ansiedade-Estado. Weinberg e Gould (2001) complementam essa definição, afirmando que esse estado ansioso está relacionado ao componente de humor em constante variação, caracterizado por sentimentos de apreensão e tensão, associados à estimulação do Sistema Nervoso Autônomo.

Weinberg e Gould (2001) apontam que para a interpretação de um indivíduo de seus sintomas de ansiedade é importante a compreensão da relação ansiedade-desempenho. As pessoas podem considerar os sintomas de ansiedade como facilitadores, positivos e úteis para o

desempenho ou, por outro lado como negativos e prejudiciais. Assim sendo o autor demonstra que para entender a relação ansiedade-desempenho é preciso examinar tanto a intensidade quanto a direção (da interpretação da ansiedade como facilitadora ou debilitante) da ansiedade apresentada.

Pesquisas demonstram que ativação e ansiedade aumentada causam aumento da tensão muscular e podem interferir na coordenação, além disso, estreitam o campo de visão, tornando o foco diminuído, o que pode ser favorável para exercícios que exijam concentração num foco estreito e a eliminação de distrações ambientais (WEINBERG; GOULD, 2001).

Outro fator, que pode levar o jogador de futebol a ter uma queda de desempenho, é o estresse, que acontece quando há um desequilíbrio substancial entre as demandas físicas e psicológicas impostas a um ser humano, sob condições em que a falha em satisfazê-las tem consequências importantes, e sua capacidade em responder satisfatoriamente. Muitos são os fatores oriundos do meio externo que levam ao estresse no esporte como, por exemplo, estímulos de dor, perturbações sensoriais (muitos estímulos como barulho, luz ou vibração), ou situações de perigo (acidentes, lesões). Há também o estresse gerado por situações de privação das necessidades básicas, como sono e alimentação.

Os estressores de *performance*, como demanda excessiva ou diminuída de jogos, insatisfação no trabalho (clube) e o fracasso em situações de *performance*, e os estressores sociais como conflitos com o técnico ou membros da equipe, viagens muito longas, distância dos parentes e isolamento social são outros fatores que prejudicam a *performance* esportiva. Outros fatores como a pressão da torcida, a imprensa e a relação com patrocinadores também podem prejudicar o desempenho dos atletas (BRANDÃO, 1995).

Por outro lado, é de conhecimento que times que têm maior capacidade de manter um alto nível de concentração, motivação e empenho tendem a ter uma boa *performance*. Os jogadores dessas equipes são autoconfiantes, direcionam sua energia à conquista de seu objetivo na competição e se esforçam ao máximo para conseguir o melhor desempenho possível (GOULD et al., 1999).

Por fim, observa-se a existência de vários fatores psicológicos influenciando a *performance* dos atletas, os quais tanto podem prejudicar ou contribuir para sua satisfação e seu desempenho profissional, nos resultados de suas carreiras e até mesmo em sua saúde mental. Por essa razão, torna-se de fundamental importância que as pessoas envolvidas no trabalho com o

jogador de futebol estejam atentas a essas questões, provendo as condições necessárias para que o mesmo desempenhe adequadamente o seu exercício profissional. Além disso, é fundamental construirmos conhecimentos relacionados à *performance* no esporte condizentes com as especificidades culturais e regionais do contexto no qual os atletas estão inseridos.

2.3 Avaliação do desempenho

O desempenho esportivo é caracterizado pela execução ótima de uma tarefa de movimento. Kiss (2000) explica ainda que o desempenho esportivo é um componente integral do esporte, em todos os seus níveis. Ele é analisado de acordo com uma visão sistêmica de processo e produto em diferentes grupos etários. O desempenho esportivo é um fenômeno complexo, devido os seus vários aspectos condicionantes.

Os componentes do desempenho esportivo são: o físico, o técnico, o tático e o psíquico. No futebol o desempenho é determinado por várias habilidades e capacidades que se completam de modo interdependente, onde as capacidades físicas (força, velocidade, resistência, agilidade, etc.) possuem um caráter condicional. Elas representam um pré-requisito para o desempenho técnico (chute, drible, cabeceio, fintas, etc.), tático (marcação, posicionamentos, etc.) e psíquico (motivação, confiança, etc.) estáveis na competição.

Uma temporada competitiva no futebol é dividida praticamente em dois momentos: pré-temporada e competição. Onde o objetivo principal da pré-temporada é de otimizar ao máximo possível a capacidade dos sistemas que serão utilizados durante toda a competição. A ênfase do treino, durante a pré-temporada, é dada ao aumento dos níveis de rendimento do componente físico, para na competição, enfatizar o aumento das capacidades técnicas e táticas. Na pré-temporada os treinamentos físicos, devem objetivar que o “pico de rendimento” ocorra no início do período de competição (SILVA NETO, 2006).

Logo, a maior preocupação dos pesquisadores do futebol, está relacionada aos ajustes biológicos do organismo dos atletas ao treino específico durante uma temporada competitiva. Pela demanda física do esporte, onde os treinamentos objetivam a otimização de rendimento dos componentes do desempenho esportivo, durante a temporada competitiva da modalidade, o jogador de futebol sofre continuamente mudanças quanto ao stress físico e psicológico, podendo variar de acordo com a posição tática, com o estilo de jogo da equipe e outros fatores.

Toda essa exigência dificulta e muito no processo de elaboração da programação do treinamento, porém, quando se tem conhecimento da especificidade das exigências físicas da

modalidade correlacionada a um estudo do condicionamento físico de cada jogador, torna-se mais simples e fácil esse processo. Devido a um calendário ao qual são realizadas inúmeras competições, conseqüentemente maiores números de jogos são realizados durante uma temporada competitiva pelas equipes de futebol, ocasionando em uma diminuição no período de preparação e no espaço entre os jogos, obrigando o responsável pela programação de treinamento, seja ele o fisiologista ou o preparador físico, a trabalhar nesse curto período com a maior especificidade possível. E para a identificação dos principais aspectos relevantes para a preparação física do futebol, tornando assim, mais específico o treinamento e conseqüentemente otimizando o curto período de treinamento, é necessária a identificação das principais características fisiológicas de cada jogador.

E a avaliação física, através de testes físicos específicos para o gesto esportivo do jogador de futebol, é extremamente importante e necessária para ajudar os preparadores físicos, fisiologistas e técnicos a prescreverem, mudarem ou intervirem em determinados treinamentos, sendo ferramentas que possibilitam medir o desempenho de uma característica física específica ou até mesmo formar um perfil fisiológico de um grupo de atletas ou um jogador isoladamente. E cabe ao profissional responsável, total aplicação de todos os dados apresentados na avaliação física. Os testes para jogadores de futebol podem abranger componentes técnicos, táticos, psicológicos e, sobretudo, físicos. No que concerne à avaliação dos componentes físicos Bangsbo (2008) indica razões para se realizar os testes: a) estudar o efeito de um programa de treinamento; b) motivar os jogadores a treinar com maior empenho; c) dar aos jogadores resultados objetivos do seu estado de treinamento; d) conscientizar os jogadores dos objetivos do treinamento; e) avaliar se um jogador está preparado para jogar uma partida de competição, e; f) planificar programas de treinamento de curto, médio e longo prazo.

Esses testes físicos podem ser laboratoriais, que envolve equipamento caro e sofisticado, com protocolos precisos, e em muitas vezes esses testes assumem, em perspectivas de medida, critério de referência e necessitam de mão de obra especializada. Podem ser também, testes de campo, realizados no local de treinos e jogos e podem fornecer medições menos precisas do que exames de laboratório, mas eles têm maior especificidade (BALSOM, 1994; SVENSSON; DRUST, 2005) e podem, portanto, usar os vários testes de campo para avaliar aspectos específicos do desempenho no futebol, que pode fornecer uma indicação mais precisa da capacidade de atuar em uma partida de futebol do que as avaliações em laboratório. Os testes que

têm sido descritos, no entanto, exigem um mínimo de equipamento e podem ser realizados em qualquer local. Recomenda-se que os testes devem ser realizados em condições padronizadas para garantir a reprodutibilidade dos dados. Estas considerações incluem a normalização da superfície e as possíveis condições ambientais (velocidade do vento ou temperatura). Durante os testes que envolvem o registro do tempo para concluir uma determinada distância, pode haver questões específicas relativas aos equipamentos (BALSOM, 1994). Por exemplo, se cronômetros são utilizados na gravação de *sprints* repetidos, pode haver um elemento de erros humanos que possam afetar a precisão dos dados. Tais problemas podem ser evitados com o uso de fotocélulas. A avaliação do desempenho com os testes de campo pode ser mais eficaz quando os testes são realizados em intervalos regulares durante toda a temporada para monitorar mudanças no rendimento dos jogadores de futebol.

Portanto, é necessário ser bem criterioso ao escolher os testes físicos a serem aplicados nos jogadores de futebol, onde os resultados encontrados deverão ter uma relação direta com as ações do jogo, sendo as mais próximas do gesto desportivo específico da modalidade. Deve-se observar as exigências físicas utilizadas durante a partida e as características para cada função tática desempenhada. E os jogadores devem ser esclarecidos com relação à execução de cada teste físico proposto e para que o seu rendimento seja o máximo, o atleta deve ser constantemente motivado, seja pelo avaliador ou por seus companheiros de equipe.

2.3.1 Indicadores de avaliação

O futebol exige força, agilidade, velocidade e uma ótima capacidade de executar ações de alta intensidade sem queda de rendimento e com pouco tempo de recuperação entre uma ação de elevada intensidade e outra. Logo, um equilíbrio entre as capacidades físicas citadas e uma composição corporal que auxiliem na otimização do rendimento do jogador, deverá compor a bateria de avaliação do jogador de futebol, bem como, uma análise das variáveis sanguíneas e psicológicas, que poderão auxiliar na prevenção de possíveis lesões e no processo de adaptação ao treino, além disso, de posse dessas informações, é possível realizar o planejamento de intervenções recuperativas específicas para serem aplicadas após os treinos e jogos, com o objetivo de atuar de maneira eficaz na recuperação e no melhor rendimento físico dos atletas. Na figura 3 observa-se os diferentes indicadores de avaliação do desempenho dos futebolistas.



FIGURA 3 - Indicadores de avaliação dos futebolistas.

2.3.1.1 Cineantropométricos

Cineantropometria não é um termo novo com fins de rotular uma área de estudo que, por tradição, cabia à antropometria e/ou biometria, mas sim, trata-se de uma nova concepção de estudo de pensamento em direção ao ser humano e aos movimentos que ele realiza (BOHME, 2000). Segundo Beunen e Borms (1990), a cineantropometria está envolvida com mensuração e avaliação de diversos aspectos do homem em movimento e com as suas características físicas, tendo como propósito estudar variações inter-humanas. Desta forma, não está apenas interessada em características e qualidades de um indivíduo, mas também, de um grupo.

É definida como o uso da medida no estudo do tamanho, forma, proporcionalidade, composição e maturação do corpo humano, com o objetivo de ampliar a compreensão do comportamento humano em relação ao crescimento, à atividade física e ao estado nutricional (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000).

A cineantropometria provém das palavras gregas KINEIN, que significa movimento, ANTHROPO, significa homem e METRY, medida. Deste modo, considera-se que a

cineantropometria serve para a determinação objetiva dos aspectos referentes ao desenvolvimento do corpo humano, assim como para determinar as relações existentes entre o físico e o desempenho. Além disso, por outro lado, podemos destacar que para avaliar o tamanho e as proporções dos segmentos corporais (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000), se utilizam circunferências, dobras cutâneas, comprimentos e diâmetros dos ossos.

Para Martins e Waltortt (1999) a cineantropometria apresenta fundamental importância nos estudos dos seres humanos, desde as formas mais arcaicas de atribuir medidas aos segmentos corporais. Além disso, há a necessidade de caracterizar as populações nos seus respectivos âmbitos socioculturais. Nesse sentido, as variáveis cineantropométricas mais significativas para estudar nos esportes, são a altura, massa corporal e percentual de gordura corporal (SILVA et al., 1998).

No âmbito esportivo a cineantropometria vem ganhando destaque, pois é uma importante área do conhecimento que tem o objetivo de analisar o perfil morfofuncional de atletas de alto rendimento, tanto profissional como também nas categorias de base, descrevendo toda sua composição corporal, através de cálculos de percentual de gordura, estatura, massa gorda, massa magra, massa óssea, massa residual, medição de diâmetros ósseos e circunferências de membros (BOHME, 2000; MATKOVIC et al., 2003), proporções e formas do corpo.

2.3.1.1.1 Composição corporal

A composição corporal é um componente chave, da saúde e do perfil de aptidão de um indivíduo, referindo-se o estudo da quantidade e da proporção dos principais componentes estruturais do corpo através do fracionamento do peso corporal (PETROSKI, 1999), considerando-se como os seus componentes: massa de gordura, massa muscular, massa óssea e massa residual.

Os métodos de determinação da composição corporal, como observa-se na figura 4, são classificados de acordo com Brodie (1988) em métodos diretos e indiretos, onde o primeiro deles requer que sejam analisados diferentes tecidos do corpo a partir de cortes no mesmo, sendo possível apenas em cadáveres e dentro dos métodos indiretos destacam-se os métodos químicos e físicos que podem ser aplicados "*in vivo*". Nesse sentido, podemos dizer que existem muitas técnicas indiretas para medir a composição corporal, considerando desde as mais simples ao mais complexo, onde os pesquisadores estão desenvolvendo novas equações para Somatória de dobras cutâneas, Bioimpedância e Densidade óptica, usando modelos de multicomponentes para obter

medidas referenciais de composição corporal (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000), observando-se, portanto, na literatura maior número de investigações em adultos, que em crianças e adolescentes, porque os protocolos podem ser melhores assimilados por adultos em relação às crianças que necessitam de maior dedicação e paciência.

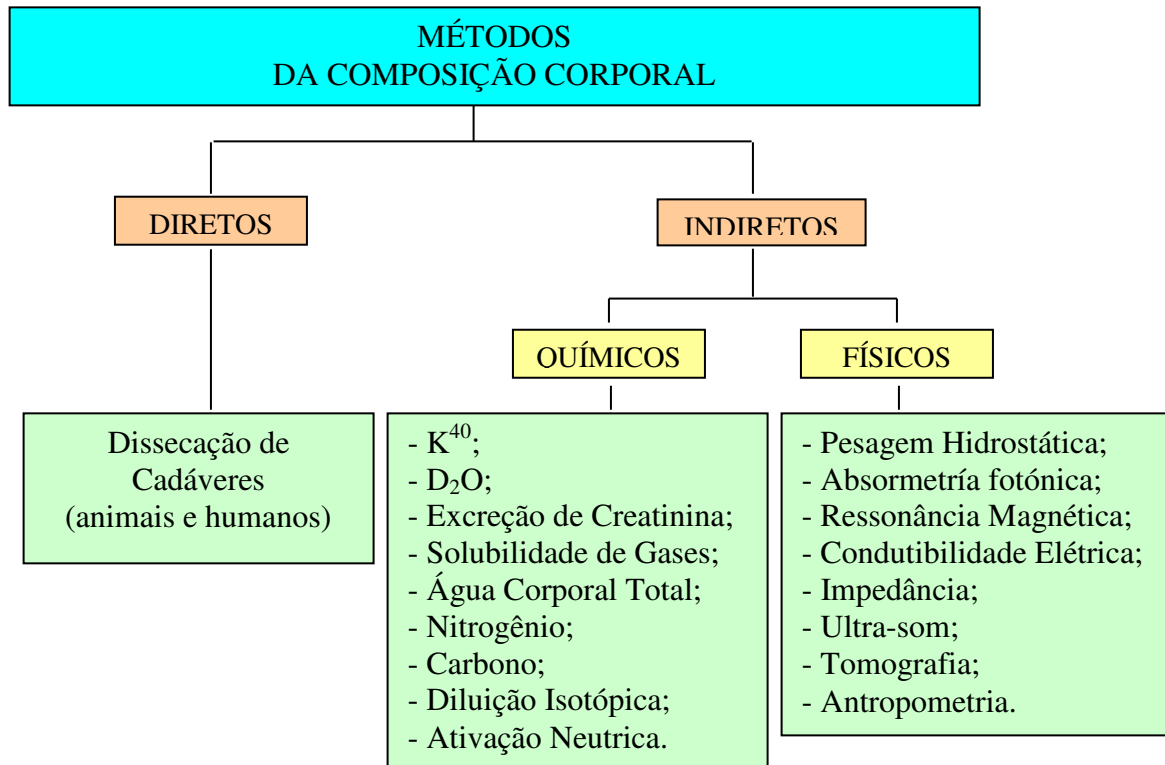


FIGURA 4 - Métodos de determinação da composição corporal (adaptado de BRODIE, 1988).

Quanto ao método físico, não há dúvida de que a pesagem hidrostática é o mais comumente utilizado (GUEDES; GUEDES, 1997), através do qual, se consegue medir a densidade corporal e o percentual de gordura, e costuma-se utilizar este método como uma referência (padrão) para validação de outras técnicas (impedância, infravermelho, equações antropométricas).

Dentro dos procedimentos antropométricos geralmente se utilizam equações de regressão, considerado assim, como método duplamente indireto, permitindo obter de maneira direta o percentual de gordura, onde a maioria das vezes estas equações levam em consideração o sexo e a idade, porém, normalmente não consideram fatores importantes como a raça, descendência e o nível de atividade física, fazendo com que a validade das equações de predição da composição

corporal diminua quando são utilizadas em populações diferentes daquelas onde foram determinadas (LOHMAN, 1981).

Como o futebol é um esporte com temporadas de competições, é importante que os jogadores iniciem a temporada com um nível ótimo de condicionamento. A composição corporal é um aspecto extremamente importante relacionado ao desempenho físico para o futebol, uma vez que a gordura corporal atua como “peso morto” em atividades de alta intensidade. Vários estudos demonstram elevados índices de correlação entre a porcentagem de gordura e o rendimento desportivo (SANTOS, 1999; SILVA NETO, 2006), onde evidencia a incompatibilidade entre a melhoria da *performance* competitiva e os altos índices de adiposidade subcutânea. Valores ótimos de adiposidade são impossíveis de definir, apresentando em cada modalidade desportiva características próprias. O estudo de antropometria tenta obter o nível ideal de massa magra e gordura, que poderia melhorar a *performance* nas várias modalidades, uma vez que o peso em excesso, prejudica a maior parte das atividades físicas.

Com relação aos indicadores antropométricos, podem ser indicados pela heterogeneidade expressada dentro da equipe, entre diferentes níveis e categorias competitivas e diferentes nacionalidades e continentes, onde sugere-se que o jogador de futebol possui tamanho comum, porém tende a ser alto, forte e magro. O percentual de gordura corporal normalmente varia entre 7,3 e 14,8 % (CHIN et al., 1992; METAXAS et al., 2005; SILVA et al., 2011). Em um levantamento da literatura nacional e internacional observa-se (tabela 3) que os valores médios de estatura, massa corporal e percentual de gordura de jogadores de futebol variam bastante.

Dados de estatura e massa corporal de futebolistas de diversas nacionalidades registrados em vários estudos e apresentados na tabela 3 reforçam tese evidenciada pela literatura especializada que existe uma grande variabilidade no tamanho corporal e que esse não é necessariamente um determinante para o sucesso. Apesar disso, atualmente tem sido reportado por vários técnicos e preparadores físicos que atuam na modalidade futebol, uma tendência para o recrutamento de jogadores mais altos e mais pesados. Evidencia-se também que, os jogadores asiáticos tendem a serem menores que os jogadores dos outros continentes.

As diferenciações percebidas no tamanho corporal, massa corporal e percentual de gordura nas posições específicas em campo merecem destaque também. Em relação a isso, recentemente Sutton et al. (2009), baseados em coleta realizada em 64 jogadores internacionais do futebol inglês de elite, comentou que os goleiros e defensores foram mais altos e mais pesados

que o restante das posições e que os meio-campistas e atacantes apresentaram os valores médios semelhantes de estatura e massa corporal. Porém, quando ele dividiu os jogadores em relação às nacionalidades e etnia, ficou evidente que os jogadores ingleses apresentaram estatura e massa corporal parecidos com os jogadores internacionais do futebol inglês, o mesmo aconteceu na comparação dos jogadores de etnia branca e das etnias dos não brancos. Observações similares ocorreram em outros estudos. Em relação ao percentual de gordura, os goleiros deste mesmo estudo, apresentaram valores superiores (12,9%) e comparação com os defensores (10,6%), meio-campistas (10,2%) e atacantes (9,9%). Arnason et al. (2004), também relataram diferenças significativas na composição corporal de jogadores de futebol de diferentes posições de jogo, com a maioria das diferenças sendo observadas entre os goleiros e os jogadores de campo. Os goleiros apresentaram maior estatura e maior massa corporal, da qual uma proporção mais elevada foi composta de massa de gordura, do que os jogadores de linha. Esses autores relataram apenas menores e não significativas diferenças nas variáveis antropométricas entre os jogadores de campo. Raven et al. (1976), em estudo com futebolistas americanos, verificaram que os goleiros foram 10kg mais pesados que os meio-campistas, enquanto que entre os futebolistas profissionais dinamarqueses pesquisados por Bangsbo (1994b) essa diferença foi de 13kg a mais para os goleiros em relação aos meio-campistas, já com jogadores brasileiros Prado et al. (2006), encontraram diferenças de 14,2kg entre os goleiros e laterais, 13,1kg entre goleiros e meio-campistas e 11,85kg entre goleiros e atacantes, e recentemente Sporis et al. (2009), confirmaram essa tendência, já que em seus estudos com os futebolistas croatas, a diferença entre os goleiros e os meio-campistas foi de 16,6kg. Presume-se que essa maior massa corporal pode estar relacionada a maior estatura dos goleiros em relação aos outros jogadores.

Ocasionalmente, um treinador hábil pode fazer uma mudança tática para acomodar um atleta com tamanho corporal incomum e particular. Por exemplo, um atacante muito alto na equipe pode levar ao treinador a utilizar jogada com bolas altas na grande área, e um jogador mais baixo, velocista e ágil, pode levar o treinador a explorar mais as jogadas pelas beiradas do campo, ou pelas infiltrações, buscando mais jogadas pelo centro do campo. O mesmo acontece quando se tem o conhecimento sobre as características antropométricas dos jogadores adversários, onde o treinador pode explorar as jogadas de seus jogadores mais leves e ágeis, em cima de um jogador adversário maior e mais pesado.

Shephard (1999) afirmou que o percentual de gordura corporal de futebolista de elite é aproximadamente de 10% durante a temporada competitiva, mas pode elevar para 19-20% no período de transição (férias do jogador). Recentemente, em seus estudos Silva et al. (2011), mostrou que os jogadores pouco variam em relação ao percentual de gordura, durante 12 semanas de treinamento, uma vez que iniciaram com uma média de 8,59% e terminaram o período de treinos com uma média de 8,18%. Dados de vários estudos sobre percentual de gordura corporal, anotados na tabela 3, evidenciaram que, apesar de algumas variações possivelmente explicadas pelos diferentes métodos de avaliação e equações preditivas na estimativa dessa variável, valores médios de 10%, independente do continente a que os futebolistas pertencem.

TABELA 3 - Composição corporal de futebolistas segundo origem e nível competitivo

Estudo	País	Nível	n	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa Corporal (kg)	Percentual Gordura (%)
Origem: Nacional							
Silva et al. (1997)	Brasil	P 1D	18	24,0 ± 4,0	176,5 ± 7,0	72,5 ± 5,9	11,0
Osiecki et al. (2002)	Brasil	P 1D	17	23,6 ± 3,5	-	76,2 ± 7,9	12,9 ± 2,7
Costa, Liparotti (2003)	Brasil	P	21	25,3 ± 5,3	176,0 ± 0,1	74,5 ± 8,4	13,6 ± 3,4
Nunes (2004)	Brasil	P		23,9	176,8 ± 4,8	72,8 ± 6,2	11,5 ± 1,8
Campeiz e Oliveira (2006)	Brasil	S17		15,9 ± 0,8	175,5 ± 4,7	67,9 ± 6,6	10,1
Campeiz e Oliveira (2006)	Brasil	S20		17,8 ± 0,8	177,5 ± 5,8	70,8 ± 5,9	10,3
Campeiz e Oliveira (2006)	Brasil	P		23,8 ± 3,2	178,7 ± 6,3	76,6 ± 6,5	10,7
Silva et al. (2008a)	Brasil	P	15	23,43 ± 2,5	179,2 ± 7,4	70,4 ± 7,9	7,5 ± 2,5
Silva et al. (2008b)	Brasil	P	20	22,75(19-28)	181,0 ± 0,1	74,7 ± 8,6	8,3 ± 2,5
Coelho et al. (2011a)	Brasil	P	17	22,2 ± 3,1	179,0 ± 6,0	-	9,5 ± 1,1
Silva et al. (2011)	Brasil	P	18	22,75	181,0 ± 0,1	72,3 ± 7,5	8,3 ± 2,9
Origem: Internacional							
Raven et al. (1976)	EUA	P	18	25,6 ± 1,0	176,3 ± 1,2	75,7 ± 1,9	9,6 ± 0,7
Rhodes et al. (1986)	Canadá	SO	16	20,1 ± 1,1	177,3 ± 6,5	72,6 ± 6,2	9,8 ± 2,1
Chin et al. (1992)	Hong Kong	P	24	26,3 ± 4,2	173,4 ± 4,6	67,7 ± 5,0	7,3 ± 3,0
Green (1992)	Austrália	P	10	24,4 ± 4,9	179,1 ± 5,3	73,0 ± 7,1	10,1 ± 1,2
Silva et al. (1999)	Jamaica	SN	24	23,9 ± 3,7	178,0 ± 4,2	76,4 ± 7,2	-
Rienzi et al. (2000)	Sul-americanos	P	70	29,0 ± 4,0	177,0 ± 0,4	74,5 ± 4,4	10,6 ± 2,6
Al-Hazzaa et al. (2001)	Arábia S.	SN	23	25,2 ± 3,3	177,2 ± 5,9	73,1 ± 6,8	12,3 ± 2,7
Casajús (2001)	Espanha	P	15	25,8 ± 3,2	180,0 ± 0,1	78,6 ± 6,6	8,6 ± 0,9
Bunc, Psotta (2001)	Rep. Techa	P	15	24,9 ± 3,4	182,7 ± 5,5	78,7 ± 5,5	10,6 ± 2,1
Strudwick et al. (2002)	Irlanda	P	19	22,0 ± 2,0	177,0 ± 0,1	77,9 ± 8,9	11,2 ± 1,8
Dowaon et al. (2002)	N. Zelândia	P	21	-	178,8 ± 6,8	78,9 ± 6,0	-
Arnason et al. (2004)	Islândia	P 1D	297	24,0 ± 4,2	180,6 ± 5,4	76,5 ± 6,6	10,5 ± 4,3
Chamari et al. (2004)	Tunísia	S20	34	17,5 ± 1,1	177,8 ± 6,7	70,5 ± 6,4	11,8 ± 2,0
Chamari et al. (2005)	Tunísia	P	24	24,0 ± 2,0	178,0 ± 7,1	75,7 ± 7,2	11,6 ± 1,8
Metaxas et al. (2005)	Grécia	SN-S20	35	18,1 ± 1,0	177,0 ± 0,1	70,3 ± 5,6	14,8 ± 2,6
Ferrari Bravo et al. (2008)	Itália	S20	22	17,3 ± 0,6	179,3 ± 4,8	71,0 ± 5,6	9,3 ± 2,7
Ferrari Bravo et al. (2008)	Itália	A	20	24,3 ± 5,4	179,4 ± 4,8	76,5 ± 5,4	11,0 ± 3,8
Sporis et al. (2009)	Croácia	P	270	28,3 ± 5,9	181,4 ± 2,5	78,4 ± 3,1	11,9 ± 3,1
Reilly et al. (2009)	Inglaterra	P	45	24,2 ± 5,0	182,0 ± 0,1	82,0 ± 8,5	11,2 ± 1,8
Sutton et al. (2009)	Inglaterra	P	64	26,2 ± 4,0	182,0 ± 0,1	83,2 ± 7,5	10,6 ± 2,1
Mujika et al. (2009)	Espanha	P	17	23,8 ± 3,4	182,0 ± 0,1	77,0 ± 5,7	-

Abt e Lovell (2009)	Inglaterra	P	10	27,0 ± 5,0	180,0 ± 0,1	79,1 ± 4,7	-
Dupont et al. (2010)	Escócia	P	32	25,6 ± 3,8	182,4 ± 6,9	81,3 ± 8,5	-
Wong et al. (2010)	Hong Kong	P	20	24,6 ± 1,5	176,0 ± 0,1	71,4 ± 1,9	-
Mendez-Villanueva et al. (2011)	Qatar	S18	25	17,0 ± 0,6	173,0 ± 0,1	61,9 ± 6,6	10,0 ± 2,4
Nédélec et al. (2012)	França	A	11	30,3 ± 6,0	178,0 ± 6,5	78,6 ± 10,5	-

P – Profissional; **A** – Amador; **SN** – Seleção Nacional; **SO** – Seleção Olímpica; **S17** – Sub-17; **S18** – Sub-18; **S20** – Sub-20; **1D** – 1ª Divisão Nacional.

2.3.1.1.2 Somatotipo

Somático diz respeito ao corpo e somatotipo ao tipo corporal ou classificação física de cada pessoa. O somatotipo, proposto por Sheldon (1940), divide as características corporais das pessoas, de acordo com os componentes endomorfia, onde o percentual de gordura é elevado, com um considerável desenvolvimento do sistema digestório, caracterizando uma cintura mais larga, mesomorfia onde há predominância dos músculos esqueléticos e ossos fortes, caracterizando um corpo com contornos musculares definidos, e ectomorfia que representa a predominância do conteúdo magro do corpo com sistema muscular e esquelético pouco desenvolvido. A linearidade e fragilidade são características neste biótipo (FOX et al., 1988).

A classificação do somatotipo ocorre de acordo com a predominância dos tecidos embrionários, sendo respectivamente endoderma, mesoderma e ectoderma. Sendo assim, o somatotipo é determinado geneticamente, podendo ser modificado pelo fenótipo, ou seja, pela interação do genótipo com o meio no qual a pessoa se desenvolve (FOX et al., 1988).

O somatotipo é capaz de permitir um estudo apurado sobre o tipo físico ideal em relação a cada modalidade esportiva e analisa as formas do corpo humano. E através da aplicação de processos estatísticos podem ser estudadas, somatotipo de atletas em comparação com o ideal ou somatotipo de referência para o esporte. Por exemplo:

- Para os atletas que desejam atingir um nível elevado em uma especialidade num esporte em particular: ele tem a descrição morfológica de atletas de elite para o seu esporte, isso serve como um modelo no qual se avalia a semelhança morfológica ou de aptidão para o esporte, aceitando que um jogador mostra um melhor desempenho a mais semelhante é a sua configuração física do modelo de seu esporte;
- Estudo do somatotipo de atletas e comparação com uma população: isso vai nos ajudar a entender as diferenças morfológicas que existem e que são devidos a considerar se a prática de um esporte específico ou essas diferenças é devida a outros fatores. Comparando com o

somatotipo ideal nos permitem refinar a detecção de talentos de um esporte baseado nas características do somatótipo;

- Comparação de somatotipo de populações diferentes: podemos saber se há diferenças morfológicas e se eles aparecem, seja para analisar movimentos específicos para cada esporte, o tipo de treinamento, o ambiental, nutricional, ou etnia de cada população;
- Comparação de somatotipo do atleta mesmo em tempos diferentes: o estudo do somatotipo do atleta nos informa sobre a constituição momentânea e estudos posteriores, pode controlar as mudanças que ocorrem, querem devido ao seu treinamento desportivo, as mudanças do tipo de alimentação, porque encontram-se em uma fase de crescimento, ou por qualquer outra razão, o que pode ser analisado.

Dado que um somatótipo apropriado não é garantia de resultados esportivos, suas deficiências devem ser identificadas e corrigidas. Por exemplo, um maior componente mesomorfo está associado com melhor desempenho atlético, enquanto que o componente endomórfico mostra uma correlação negativa (REILLY, 2001; CASTANHEDE; DANTAS; FERNANDES FILHO, 2003; GIL et al., 2010).

Atividades esportivas estabelecem uma relação estreita entre a estrutura física do atleta e requisitos mecânicos da especialidade, na obtenção de sucesso competitivo. Os membros de um esporte têm menos variabilidade em somatotipo no maior nível competitivo. Com estas análises da ciência do esporte, os fisiologistas, treinadores e preparadores físicos podem verificar periodicamente a variação morfológica e o efeito do crescimento, desenvolvimento, mudanças na dieta ou treinamento físico.

De acordo com Castanhede, Dantas e Fernandes Filho (2003), a avaliação do somatotipo no futebol, tem alcançado resultados comprovados no desenvolvimento da *performance* no esporte. E finalmente, a metodologia do somatotipo possibilita uma determinação do tipo físico que é significativamente associada com parâmetros cineantropométricos, desse modo, ajuda na interpretação e explicação do crescimento humano, exercício, *performance* e nutrição.

Os jogadores internacionais sul-americanos de futebol tenderam a se reunir dentro de uma pequena área da somatocarta (RIENZI et al., 2000). Embora a massa muscular proporcional determinada usando a equação de Martin et al. (1990) pode representar uma superestimativa de acordo com Cattrysse et al. (1999), o somatotipo enfatiza o padrão físico muscular de jogadores de elite, com destaque para a mesomorfia superior a média normal.

Segundo Reilly (2001), os valores típicos do somatótipo para os futebolistas eram 3 – 5 – 3, refletindo uma tendência para o mesomorfismo. Num outro estudo, realizado por Rienzi et al. (2000) foram registados os somatótipos dos jogadores de elite participantes na Copa América: 2,2 – 5,4 – 2,2 ($\pm 0,7$; $\pm 1,0$; $\pm 0,73$). Casajús (2001) observou também atletas de elite da Liga Espanhola que revelaram uma tendência para o mesomorfismo, 2,4 – 4,8 – 2,3 ($\pm 0,52$; $\pm 0,88$; $\pm 0,73$). Logo, existe uma tendência, no futebol, aos somatótipos, em serem homogêneos. Sendo assim, pela média geral do somatotipo dos jogadores de futebol, observado na tabela 4, independente da posição de jogo, pode-se dizer que esses atletas pertencem à categoria mesomórfica-balanceada/ equilibrada.

TABELA 4 - Somatotipo de jogadores de futebol segundo origem e nível competitivo

Estudo	País	Nível	n	Endomorfia	Mesomorfia	Ectomorfia
Origem: Nacional						
Castanhede et al. (2003)	Brasil	P	48	2,7	4,8	2,3
Ribeiro et al. (2007)	Brasil	S20	12	2,4	4,4	3,0
Origem: Internacional						
White et al. (1988)	Inglaterra	P	17	2,6	4,2	2,7
Rienzi et al. (1998)	Sul-americanos	P	70	2,0	5,3	2,2
Rienzi et al. (2000)	Sul-americanos	P	17	2,2	5,4	2,2
Reilly (2001)	Inglaterra	P	-	3	5	3
Casajús (2001)	Espanha	P	15	2,6	4,9	2,3
Matkovic et al. (2003)	Croácia	P	-	2,1	5,1	2,6
Leal (2005)	Portugal	S20	17	2,3	4,2	3,0
Silva (2005)	Portugal	S20	16	2,3	4,4	2,5
Bandyopadhyay (2007)	Índia	P	-	2,0	5,5	2,0
Salgado et al. (2009)	Portugal	S20	187	3	4,8	2,5
Gil et al. (2010)	Espanha	S20	15	2,4	4,3	2,4
Polat et al. (2011)	Turquia	S17	68	2,1	4,3	2,6
Nikolaidis e Karydis (2011)	Grécia	P	28	3,0	4,9	2,3

P – Profissional; **S20** – Sub-20; **S17** – Sub-17.

Porém, ao analisar os jogadores de futebol de acordo com suas posições de jogo, Ramadan e Byrd (1987) verificaram que os goleiros apresentaram valores significativamente mais elevados para endomorfia (3,0) e mesomorfia (5,5) em relação aos jogadores de linha (endomorfia: zagueiro = 2; meia = 1,63; atacante = 2,1; mesomorfia: zagueiro = 4,19; médio = 4,63; atacante = 4,45). Isso pode ser explicado pela especificidade da função do goleiro no jogo e pela diferença da metodologia de treinamento, onde a quantidade de corrida em treinamentos e jogos pode contribuir para o valor mais alto para endomorfia. Já o componente de maior mesomórfico é consistente com o movimento explosivo por parte dos goleiros. O estudo de Rogan et al. (2011) revelou heterogeneidade na mesomorfia entre goleiros (6,1) e os jogadores de campo (defensores = 5,0; meio-campistas = 4,7; atacantes = 5,3). E Salgado et al. (2009) com

futebolistas portugueses da categoria sub-20, relataram que os Goleiros, zagueiros e meio-campistas foram classificados como mesomorfo balanceado. Os laterais e atacantes foram classificados com um perfil de endo-mesomorfo. Com exceção do componente endomorfo, não foram encontradas diferenças significativas entre as posições de jogo. Porém, os goleiros apresentaram valores maiores de endomorfia em comparação com os meio-campistas ($p = 0,038$) e atacantes ($p = 0,031$). Além disso, os zagueiros tenderam a apresentar valores elevados de ectomorfia.

O estudo do perfil somatótipo em jogadores de futebol também pode ser importante no sentido de prevenção de lesões, uma vez que, Salokun (1994) investigou a influência do somatotipo sobre a taxa de lesões entre 180 jogadores de futebol de seis equipes da elite da Nigéria, e observou que a incidência de lesões variou consideravelmente de um tipo de corpo para outro, com os ectomorfos registrando o mais elevado em 85%. Entre os meso-ectomorfos, 50% foram lesionados, enquanto 45% e 44%, respectivamente, dos ecto-mesomorfos e mesomorfos sofreram lesões.

2.3.1.1.3 Proporcionalidade

Vários são os estudos que consideram que o uso da estratégia de *Phantom* permite verificar semelhanças e diferenças entre atletas (RIENZI et al., 1998; RIVERA SOSA, 2006; PADILLA ALVARADO, 2010), destacando desta forma Ross e Marfell-Jones (2000) que é útil para diferenciar grupos específicos, assim como também Shepard et al. (1985) consideraram relevante para a predição imediata do sucesso em vários desportos e na determinação da maturidade, respectivamente.

Em relação à estudos anteriores que incluem variáveis antropométricas em jogadores de futebol profissionais brasileiros é surpreendente constatar a ausência de estudos sobre a proporcionalidade das variáveis antropométricas em geral e por posições táticas, como na maioria dos estudos internacionais que relatam resultados como fazer do ponto de vista da antropometria, somatotipo e composição corporal, respectivamente. Portanto, este ramo do cineantropometria é importante para a realização de estudos comparativos, sendo possíveis as seguintes comparações:

- Estudo da proporcionalidade entre as médias de duas amostras;
- Estudo da proporcionalidade entre a média de uma amostra e um sujeito de estudo;
- Estudo da proporcionalidade entre os indivíduos;
- Estudo da proporcionalidade do mesmo indivíduo em momentos distintos.

2.3.1.1.4 Estrutura óssea

O osso é um tecido calcificado, sensível a vários estímulos mecânicos, principalmente resultantes da gravidade e contrações musculares (ANDREOLI et al., 2001). Este tecido tem 4 funções básicas, tais como o fornecimento de suporte mecânico, permitir o movimento, oferecer proteção e agir como um reservatório metabólico de sais e minerais (STEVENS; LOWE, 1998).

Todo indivíduo apresenta um nível de massa óssea estabelecido desde o nascimento, que ocorre durante o desenvolvimento intra-uterino, resultante da carga genética dos pais e pelas condições metabólicas de desenvolvimento da gestação. Grande parte do conteúdo mineral ósseo, presente na vida adulta, é incorporado desde a vida fetal, estendendo-se pela infância e apresentando maior aceleração de incremento durante a adolescência, junto com o estirão de crescimento, sendo que a partir deste momento, o aumento deste conteúdo torna-se gradativo (CAMPOS et al., 2003; VARGAS et al., 2003).

A quantidade máxima de massa óssea, que é compreendida como sendo o pico de massa óssea, que é extremamente importante para o equilíbrio do esqueleto ao longo da vida é atingida pelo adulto jovem. Sendo o produto final da interação de fatores endógenos (genéticos e endócrinos) e de fatores exógenos (nutricionais e a atividade física), e grande parte do risco de se desenvolver osteoporose na idade avançada pode ser explicado pela quantidade de massa óssea quando o pico é atingido (MATKOVIC et al., 1990; OTT, 1990).

Muitos estudiosos consideram que as alterações na densidade mineral óssea podem ser consideradas um problema de adultos em fase de envelhecimento, porém, há um conhecimento recente da importância da aquisição adequada de massa óssea durante a infância e adolescência para prevenir doenças crônicas como a osteoporose. A osteoporose é uma doença osteometabólica caracterizada pelo comprometimento da força óssea, predispondo ao risco aumentado de fraturas (NIH, 2001).

Na fase da infância e da adolescência é que o organismo acumula a maior quantidade de massa óssea, o que lhe garantirá na fase da velhice uma constituição mais resistente ou mais frágil, sendo assim, deve-se enfatizar a importância do estudo do estado mineral ósseo nos jovens adultos e adultos, pois chegam a esse momento da vida com 80% da massa óssea já adquirida.

Em geral, a integridade mecânica do osso, convencionalmente descrita em termos de quantidade (massa ou densidade) e qualidade (geometria da micro-arquitetura e as propriedades do osso) (GRYNPAS, 2003). A quantidade e qualidade da massa óssea é determinada pelo

exercício, fatores genéticos, hormonais e alimentícios e raciais. A sua avaliação é geralmente realizada a partir de raios-X (DXA) chamado de padrão ouro (PLUSKIEWICZ et al., 2004), através do qual é alcançada valor da massa óssea de uma perspectiva quantitativa. No entanto, há alguns anos, o ultra-som QUS permite a avaliação quantitativa e qualitativa do tecido ósseo. Esta técnica demonstra um grande potencial para avaliar a estrutura óssea (HALABA et al., 2007) de populações atletas e não atletas, independentemente de raça e etnia.

2.3.1.2 Desempenho Físico

O futebol, do ponto de vista físico, é considerado uma modalidade esportiva intermitente que intercala períodos de alta e baixa intensidade (SVENSSON; DRUST, 2005), estruturado por movimentos cíclicos e acíclicos, com predominância do metabolismo aeróbio e, em suas ações decisivas, pelo anaeróbio (STOLEN et al., 2005). O contexto da modalidade deve ser considerado em relação aos diversos componentes do jogo, como os aspectos físico, técnico, tático e psicológico. Particularmente quanto ao físico, um futebolista percorre, aproximadamente de 10 a 12 km em diferentes intensidades (STOLEN et al., 2005; DI SALVO et al., 2007), realiza aproximadamente 727 giros durante o jogo (BLOOMFIELD et al., 2007) e desempenha 1.000 a 1.400 ações de curta distância com mudanças a cada quatro a seis segundos (REILLY et al., 2000), com frequência cardíaca média de 170 bpm variando entre 80 a 90% da máxima (BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2007).

Esta variabilidade de movimentos exigida durante o momento competitivo da modalidade exige do futebolista o desenvolvimento ótimo de capacidades motoras como capacidade e potência aeróbia, resistência específica, velocidade, agilidade e força explosiva. A aptidão aeróbia tem sido referida como fator importante na recuperação dos futebolistas durante as ações competitivas dos jogos, sendo o sistema energético predominante na modalidade (CASTAGNA et al., 2006; BLOOMFIELD et al., 2007; DI SALVO et al., 2007). A força explosiva, a velocidade e a agilidade são caracterizadas por movimentos dos futebolistas como *sprints*, mudanças rápidas de direção, saltos, chutes, giros e gestos técnicos executados nas partidas, por isto são consideradas determinantes, já que representam ações decisivas dos jogos (COMETTI et al., 2001; HOFF, 2005; STOLEN et al., 2005).

2.3.1.2.1 Capacidade e potência aeróbia

A importância de ótimo nível de desempenho aeróbio em jogadores de futebol e de outros esportes coletivos está na sua contribuição no desempenho de atividade intermitente de alta

intensidade e na possibilidade de assegurar um maior desempenho durante o segundo tempo do jogo, não apresentando grande queda no que diz respeito a volume e a intensidade. A melhora no sistema aeróbio proporciona: um retardo da fadiga física e mental, uma respiração mais profunda e ampla, a eficiência na recuperação a curto e longo prazo, um coração mais forte e elástico, e permite queimar mais gordura e a eliminar toxinas.

A capacidade aeróbia é a taxa máxima de energia do sistema (KISS, 2000) e identificada pelo limiar anaeróbio, que é um indicador fisiológico que representa uma intensidade de esforço em que ocorre o estado estável do exercício, possibilitando a manutenção do esforço por um maior período de tempo e tem os ácidos graxos como um dos principais substratos energéticos. Trata-se não apenas de índice de desempenho aeróbio, mas também um importante indicador da intensidade do treinamento aeróbio, sendo o percentual do $VO_{2máx}$ utilizável durante um período prolongado, sendo superado quando se trabalha a uma intensidade superior que resulta em rápido acúmulo de lactato sanguíneo, podendo ser superado também quando o tempo de trabalho é muito longo, esgotando as reservas energéticas, enquanto que a potência aeróbia é taxa máxima de oxigênio consumível na unidade de tempo durante exercício (KISS, 2000) e medida diretamente pelo consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$).

Durante um jogo de futebol, os atletas de elite costumam percorrer uma distância de cerca de 10.000 a 12.000 metros (STOLEN et al., 2005), em intensidade média e próximo ao limiar anaeróbio (MCMILLAN et al., 2005). A capacidade para sustentar exercícios prolongados é dependente de uma alta potência aeróbia máxima ($VO_{2máx}$), mas o limite superior no qual o exercício contínuo pode ser mantido é influenciado pelo limiar anaeróbio e uma alta fração de utilização do $VO_{2máx}$ (SILVA NETO, 2006). A frequência cardíaca máxima ($FCmáx$) fica em torno de 80 a 90% e o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) em torno de 70 a 80% durante o jogo (HELGERUD et al., 2001; STROYER et al., 2004; BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2007). Estima-se que o metabolismo aeróbio represente 90% do gasto energético de uma partida. Dessa forma é consenso que futebolistas de elite necessitem de alta capacidade e potência aeróbia.

Segundo Wisloff et al. (2004), um aumento no $VO_{2máx}$ em até 5 ml/kg/min corresponde a um ganho bastante significativo no aumento da distância percorrida, intensidade do jogo, número de *sprints* realizados, e a participação com bola. Para Chamari et al. (2004), um dos mais importantes fatores que influenciam a intensidade dos gestos exercidos pelos jogadores é o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), mostrando que uma melhora de 11% no $VO_{2máx}$

significa um aumento de 5% na intensidade do jogo e uma distância percorrida aumentada em até 1800 metros.

O padrão ouro para medidas da capacidade e potência aeróbia são os testes laboratoriais de análise dos gases expirados pelos desportistas em ergômetros (CURREL; JEUKENDRUP, 2008), comumente tratados por indicadores de controle como a ventilação pulmonar, o consumo de oxigênio, a produção de dióxido de carbono, o equivalente ventilatório, o quociente respiratório, a razão de trocas gasosas, a economia de corrida, entre outros (HOFF, 2005).

A partir disto, tem-se discutido sobre a perspectiva de protocolos com características contínuas e intermitentes para análise direta destas capacidades (CURREL; JEUKENDRUP, 2008). De acordo com Svensson e Drust (2005), os protocolos intermitentes são considerados pela sua objetividade, já que se assemelham às ações competitivas do futebol, considerando-se a especificidade da própria modalidade; porém é preciso considerar particularidades quanto à viabilidade de execução destes meios de controle com medidas diretas da *performance* aeróbia em futebolistas. O teste proposto por Drust, Reilly e Cable (2000) considerou o modelo competitivo físico do jogo para medida da *performance* aeróbia, mostrando similaridade entre variáveis do jogo com o controle realizado.

Apesar dos resultados do teste terem apresentado alta validade, objetividade, fidedignidade e sensibilidade para identificar a *performance* aeróbia de futebolistas, foram mencionadas dificuldades quanto ao tempo de execução (46 minutos e 11 segundos).

Estas peculiaridades implicam diretamente na viabilidade de execução destes meios de controle, dificultando sua utilização no âmbito do futebol e aumentando a consideração acerca de testes capazes de minimizar tais dificuldades.

Uma opção seria os testes de campo serem validados a partir de medidas diretas do desempenho aeróbio (LEGER; LAMBERT, 1982; BANGSBO, 1996). Acerca destes testes, amplo destaque na literatura tem sido dado aos testes de corrida “ida e volta” para o controle do desempenho aeróbio de maneira indireta, partindo de equações preditivas (STOLEN et al., 2005; BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008).

Leger e Lambert (1982) foram os precursores deste tipo de controle, propondo um protocolo contínuo de intensidade progressiva com corridas de ida e volta em 20 metros determinados por sinais de áudio. Utilizando o mesmo conceito e levando em consideração as peculiaridades competitivas do futebol, principalmente a intermitência das ações, Bangsbo (1996)

propôs o *Yo-Yo intermitente endurance test* e o *Yo-Yo intermitente recovery test*, este último, largamente utilizado para o controle da *performance* aeróbia dos futebolistas (HOFF, 2005; SVENSSON; DRUST, 2005; CASTAGNA et al., 2006; KRUSTRUP et al., 2006b).

Recentemente, Castagna et al. (2006) encontraram maior associação do *Yo-Yo intermitente recovery test* com testes de controle anaeróbio do que *Yo-Yo endurance test* executado de maneira contínua. Tal premissa remete à maior sensibilidade do *Yo-Yo intermitente recovery test* em controlar a resistência específica dos futebolistas, considerada pelos autores como resistência aeróbio-anaeróbia. Acerca disto, se for comparada a velocidade imposta pelo protocolo do *Yo-Yo intermitente recovery test* nível 2 (YIRT2), 11 a 26 Km/h, com as zonas de velocidade de deslocamentos realizados pelos futebolistas durante os jogos que propõem Di Salvo et al. (2007), como corridas de alta intensidade (19,1-23 km/h) e *sprints* (> 23 km/h), fica clara a participação do metabolismo anaeróbio, reforçando a ideia de controle de resistência aeróbio-anaeróbia no teste.

Desta maneira, o *Yo-Yo intermitente recovery test* parece ser uma opção válida, objetiva, fidedigna e viável para o controle da capacidade e potência aeróbio-anaeróbia dos futebolistas (HOFF, 2005; SVENSSON; DRUST, 2005; CASTAGNA et al., 2006; KRUSTRUP et al., 2006b).

Nos estudos sobre a capacidade aeróbia, listados na tabela 5, observou-se que o limiar anaeróbio em futebolistas pode variar entre 11,1km/h a 15,3km/h, correspondendo de 76% a 89% do $VO_{2máx}$.

Bangsbo (1994a), mensurando o limiar anaeróbio de 60 futebolistas dinamarqueses de elite, utilizando uma concentração fixa de lactato de 4,0mmol/l (intensidade ótima de transição entre os metabolismos aeróbio e anaeróbio), verificou que o limiar anaeróbio destes futebolistas encontrava-se a 80,7% do $VO_{2máx}$, com variação entre 66,4 e 92,4%. Esse autor ainda constatou que os laterais e os meio-campistas apresentaram valores semelhantes de resistência de velocidade no limiar anaeróbio (15,9 e 15,0 km/h), porém significativamente mais elevado do que os atletas de outras posições, onde os goleiros apresentaram valores médios de 13,8km/h, os zagueiros 13,4 km/h e os atacantes 13,6 km/h.

Também verificando as diferenças de velocidade de corrida correspondente ao limiar anaeróbio fixo de 4mmol/l entre as diferente posições de campo, Balikian et al. (2002), com futebolistas profissionais brasileiros apresentaram que os goleiros possuem valores médios (12,66

km/h) inferiores aos jogadores das demais posições (zagueiros – 13,15km/h; laterais – 14,33 km/h; meio-campistas – 14,11 km/h; e atacantes – 13,23 km/h) e no mesmo estudo ficou evidente que os meio-campistas e os laterais possuem limiares anaeróbios estatisticamente superiores aos dos zagueiros e atacantes.

Em outro estudo com futebolistas brasileiros, Silva et al. (2009), em teste laboratorial não encontraram diferenças significativas entre as diferentes posições táticas de linha, onde os zagueiros apresentaram valores médios do limiar anaeróbio de $13,5 \pm 1,30$ km/h, os laterais $13,7 \pm 1,4$ km/h, os volantes $13,7 \pm 0,6$ km/h, os meias $13,6 \pm 1,0$ km/h e os atacantes $13,4 \pm 1,9$ km/h.

Já para a potência aeróbia dos futebolistas, Tumilty (1993) sugeriu que o $VO_{2máx}$ de 60 ml/kg/min é adequado em alto nível de jogo, porém, como observa-se na tabela 5, o $VO_{2máx}$ em jogadores de futebol apresenta muita variação, devido aos diferentes métodos e meios de avaliação, aos diferentes tipos de treinamentos em que os atletas são submetidos nos diferentes continentes do planeta e até mesmo no mesmo dentro de um mesmo país ou região, apresentando médias entre 49,6 e 67,8 ml/kg/min. Ainda em relação aos estudos apresentados na tabela abaixo, evidencia-se que não existe diferenças entre os valores médios de $VO_{2máx}$ entre futebolistas de diferentes localidades (Brasil – 50,2 a 66,0; Resto do Mundo – 49,6 a 67,8ml/kg/min) e ainda, a potência aeróbia parece não sofrer influência do nível competitivo, como demonstrado pelo estudo de Santos (1999), em estudos com futebolistas profissionais de várias divisões de Portugal, que verifica que não existe diferença no $VO_{2máx}$ entre os atletas da 1ª e 4ª divisão. Porém, quando a análise é feita com jogadores de diferentes idades, Coelho et al. (2009), encontraram diferenças significantes, sendo que os atletas profissionais apresentaram valores superiores em relação aos atletas das categorias de formação sub-20 e sub-17.

Quando a análise da potência aeróbia procurou verificar diferença entre as diferentes posições táticas de jogo, Arnason et al. (2004), afirmaram que entre os jogadores da Islândia da elite e da primeira divisão que os goleiros (57,3 ml/kg/min) possuíram significativamente ($p < 0,05$) um menor $VO_{2máx}$ estimado que os defensores (62,8 ml/kg/min), meio-campistas (63,0 ml/kg/min) e atacantes (62,9 ml/kg/min). O mesmo resultado apresentaram Balikian et al. (2002), com futebolistas brasileiros, que também verificaram que os goleiros (52,68 ml/kg/min) apresentam valores médios estatisticamente inferiores aos dos zagueiros (60,28 ml/kg/min), dos laterais (61,12 ml/kg/min), dos meio-campistas (61,01 ml/kg/min) e dos atacantes (59,94 ml/kg/min). Sporis et al. (2009), recentemente com futebolistas profissionais da Croácia, também

apontou que os goleiros apresentam valores médios inferiores de $VO_{2máx}$, em comparação com os jogadores de linha.

Porém, essas informações não corroboram com os dados apresentados em outros estudos que tentaram verificar a influência da posição em campo na potência aeróbia de futebolistas. Barros, Lotufo e Mine (1996) com futebolistas brasileiros, Ramadan e Byrd (1987) com futebolistas da Seleção Nacional do Kuwait, Al-Hazzaa et al. (2001) com jogadores Seleção Nacional da Arábia Saudita e Bangsbo, Norregaard e Thorso (1991) com futebolistas dinamarqueses da 1ª e 2ª divisão, concluíram que não há diferença no $VO_{2máx}$ dos jogadores de diferentes funções táticas.

TABELA 5 - Indicadores fisiológicos de capacidade aeróbia (limiar anaeróbio) e potência aeróbia ($VO_{2máx}$) de futebolistas segundo origem e nível competitivo

Estudo	País	Nível	n	CAPACIDADE AERÓBIA				POTÊNCIA AERÓBIA			
				VLAN (km/h)	FC LAN (bpm)	VO ₂ do LAN (ml/kg/min)	% VO _{2máx} (%)	v VO _{2máx} (km/h)	FC VO _{2máx} (bpm)	VO _{2máx} (ml/kg/min)	VO _{2máx} (l/min)
Origem: Nacional											
Barros et al. (1996)	Brasil	P	77	-	-	-	-	-	-	56,2 ± 6,2	-
Silva et al. (1999)	Brasil	P	18	-	-	-	-	-	-	63,7 ± 4,9	-
Silva et al. (2000)	Brasil	P	26	-	-	-	-	-	-	60,5 ± 4,7	-
Osiecki et al. (2002)	Brasil	P	17	-	-	-	-	-	190,8 ± 6,6	59,0 ± 4,5	-
Osiecki et al. (2002)	Brasil	S20	12	-	-	-	-	-	189,0 ± 6,4	59,9 ± 2,2	-
Balikian et al. (2002)	Brasil	P	25	13,5 ± 0,9	-	-	-	-	-	59,0 ± 5,6	-
Coelho et al. (2009)	Brasil	S17	19	12,1 ± 1,3	176,0 ± 12,0	-	-	-	202,0 ± 7,0	56,1 ± 2,0	-
Coelho et al. (2009)	Brasil	S20	12	12,1 ± 1,1	171,0 ± 11,0	-	-	-	197,0 ± 9,0	50,2 ± 2,9	-
Coelho et al. (2009)	Brasil	P 1D	14	12,9 ± 1,2	176,0 ± 8,0	-	-	-	193,0 ± 10,0	66,0 ± 4,5	-
Silva et al. (2010)	Brasil	S20	29	13,5 ± 1,2	174,0 ± 7,0	-	-	16,8 ± 1,0	-	63,2 ± 4,9	-
Origem: Internacional											
Rhodes et al. (1986)	Canadá	SO	16	13,8 ± 0,5	-	-	80,5 ± 3,9	-	191,5 ± 6,7	58,7 ± 4,1	4,2 ± 0,4
White et al. (1988)	Inglaterra	P	17	-	155,5 ± 3,3	37,5 ± 1,2	77,1 ± 3,3	-	179,2 ± 2,4	49,6 ± 1,2	-
Chin et al. (1992)	Hong Kong	P	24	-	159,0 ± 5,0	47,2 ± 5,4	80,0 ± 7,2	-	179,0 ± 7,0	59,1 ± 4,9	3,9 ± 0,3
Green (1992)	Austrália	P	10	14,5 ± 0,7	-	45,5 ± 3,1	-	-	-	57,6 ± 3,5	-
Santos (1999)	Portugal	P 1D	44	14,2 ± 1,4	-	-	80,3 ± 6,1	18,8 ± 1,2	185,5 ± 8,4	58,0 ± 6,2	-
Santos (1999)	Portugal	P 2D	18	13,6 ± 1,3	-	-	81,1 ± 5,6	18,3 ± 1,3	187,9 ± 7,7	53,8 ± 3,0	-
Santos (1999)	Portugal	P 3D	12	13,1 ± 1,8	-	-	78,9 ± 4,7	18,2 ± 1,0	180,5 ± 9,6	56,2 ± 5,7	-
Santos (1999)	Portugal	P 4D	15	14,8 ± 1,0	-	-	85,3 ± 4,9	18,9 ± 1,3	184,3 ± 9,8	58,1 ± 4,7	-
Al-Hazzaa et al. (2001)	Arábia S.	SN	29	-	-	-	-	-	185,0 ± 5,0	56,8 ± 4,8	4,2 ± 0,3
Casajús (2001)	Espanha	P	15	12,4 ± 1,5	164,0 ± 6,0	50,2 ± 8,0	-	16,1 ± 1,4	185,0 ± 4,0	65,5 ± 8,0	5,1 ± 0,4
Al-Hazzaa et al. (2001)	Arábia S.	SN	29	-	160,0 ± 8,0	43,6 ± 4,4	76,1 ± 4,1	-	-	-	-
Helgerud et al. (2001)	Noruega	S20	19	11,1 ± 0,7	-	47,8 ± 5,3	82,4 ± 3,1	-	-	-	-
Bunc e Psotta (2001)	Rep. Techa	P	15	13,3 ± 0,8	173,0 ± 9,0	49,2 ± 2,2	80,5 ± 2,5	16,7 ± 1,1	186,0 ± 9,0	61,0 ± 5,2	4,8 ± 0,4
Hoff et al. (2002)	Noruega	P	6	-	174,0 ± 20,7	50,9 ± 4,0	-	-	198,0 ± 7,9	67,8 ± 7,6	5,2 ± 0,7
Chamari et al. (2004)	Tunísia	S20	34	-	-	-	-	18,4 ± 1,0	191,0 ± 7,0	61,1 ± 4,6	4,3 ± 0,4
Arnason et al. (2004)	Islândia	E	8	-	-	63,2 ± 0,4	-	-	-	-	-
Arnason et al. (2004)	Islândia	P 1D	7	-	-	61,9 ± 0,7	-	-	-	-	-
Chamari et al. (2005)	Tunísia	SN	24	15,3 ± 1,1	-	-	89,3 ± 4,7	16,5 ± 1,0	190,0 ± 10,0	66,6 ± 5,2	4,45 ± 0,5
Ferrari Bravo et al. (2008)	Itália	S20	13	-	-	-	-	-	-	58,5 ± 4,1	4,2 ± 0,6
Urzua et al. (2009)	Chile	P	40	-	-	-	-	-	-	56,2 ± 5,7	-
Urzua et al. (2009)	Chile	U	19	-	-	-	-	-	-	50,4 ± 4,1	-
Sporis et al. (2009)	Croácia	P	270	-	-	-	-	16,9 ± 3,2	189,1 ± 1,9	60,1 ± 2,3	-
Abt e Lovell (2009)	Inglaterra	P	10	-	-	-	-	18,8 ± 0,9	185,0 ± 8,0	59,0 ± 4,0	-
Ziogas et al. (2010)	Grécia	P	53	13,2 ± 0,7	170,0 ± 10,0	-	-	-	-	58,8 ± 3,3	-

E – Elite; P – Profissional; SO – Seleção Olímpica; SN – Seleção Nacional; U – Universitário; S17 – Sub-17; S20 – Sub-20; 1-2-3-4D – 1ª, 2ª, 3ª e 4ª Divisão Nacional; VLAN – Velocidade no Limiar anaeróbio; FC LAN – Frequência cardíaca no Limiar anaeróbio; vVO_{2máx} – velocidade no VO_{2máx}; FC VO_{2máx} – Frequência cardíaca no VO_{2máx}.

2.3.1.2.2 Força explosiva

No estudo das manifestações da força alguns autores (BADILLO; AYESTARÁN, 2001; BARBANTI, 2002), consideram que a manifestação da força motora é expressa por dois grupos: força ativa e a força reativa. A força ativa é o efeito de força produzida por um ciclo simples de trabalho muscular, e a força reativa é o efeito da força produzida por um ciclo duplo de trabalho muscular (ciclo alongamento e encurtamento - CAE).

A força ativa é constituída pela força máxima dinâmica e pela força explosiva (BOSCO, 2007). Onde entende-se por força máxima dinâmica aquela força que se expressa com apenas um movimento sobrepondo sem limite de tempo a uma sobrecarga mais elevada possível. O fator que caracteriza esse tipo de força é a capacidade contrátil da musculatura (BARBANTI, 2002), retratando o sistema tendão/músculo. Já a força explosiva, ao fator contrátil acrescenta-se um segundo fator relativo à capacidade de sincronização da contração das fibras musculares, para que possa preceder um maior recrutamento (BARBANTI, 2002), a inervação padrão do sistema neuromuscular.

Quanto à força reativa duas manifestações se fazem presente, a força explosiva elástica e a força explosiva elástica reflexa. A força explosiva elástica ocorre quando é realizado na musculatura um alongamento antes do encurtamento, neste caso, além das capacidades contrateis e de sincronização têm-se o efeito do componente elástico (BADILLO; AYESTARÁN, 2001; BARBANTI, 2002; KOMI, 2006). Já a expressão de força explosiva elástica reflexa é mais abrangente na manifestação da força como consequência de um contramovimento (ação excêntrica) do membro impulsivo; nesse caso, o ciclo duplo é realizado o mais rápido possível e com um tamanho de movimento pequeno ou com amplitude bem reduzida (BADILLO; AYESTARÁN, 2001; BARBANTI, 2002; KOMI, 2006).

Normalmente tem sido controlada a força explosiva (ativa e reativa) dos membros inferiores dos futebolistas, já que, prioritariamente, são utilizados em maior escala nas ações da modalidade. Determinados estudos têm medido a força explosiva por meios isocinéticos em cadeiras extensoras (STOLEN et al., 2005). Cometti et al. (2001) buscaram diferenciar futebolistas de diferentes categorias em protocolos de análise da força explosiva de membros inferiores por meios isocinéticos, encontrando sensibilidade do controle realizado no que tange à diferenciação do nível competitivo dos futebolistas.

Apesar disto, a utilização do controle da força explosiva de membros inferiores dos jogadores por meios isocinéticos apresenta pouca viabilidade, já que exige aparelhos sofisticados e de alto custo financeiro (HOFF, 2005). Uma alternativa seria a utilização de testes de campo

fidedignos, válidos, objetivos e viáveis, como os saltos verticais, horizontais ou unilaterais. A maioria dos estudos contempla o controle da força explosiva de membros inferiores por meio de saltos verticais (REILLY et al., 2000; POLMAN et al., 2004; CASTAGNA et al., 2006; BOSCO, 2007; WONG et al., 2010). Em particular, duas técnicas têm sido largamente utilizadas em estudos (COMETTI et al., 2001; POLMAN et al., 2004; CASTAGNA et al., 2006) com futebolistas, das quais a primeira consiste em o atleta realizar salto vertical partindo da posição de meio agachamento, caracterizada por *Squat Jump* - SJ, e a segunda caracteriza-se pela realização do salto vertical com contramovimento, com ou sem auxílio dos braços, conhecido como *Counter Movement Jump* – CMJ.

Tem-se discutido o CMJ sem e com auxílio dos braços, já que este último aproxima-se da especificidade dos saltos na modalidade, subentendo-se que dificilmente um futebolista realizará tal ação com as mãos presas à cintura, como é o caso do primeiro protocolo. Importante destacar que as técnicas SJ e CMJ representam o componente contrátil e elástico em série dos músculos, sendo interessante considerá-los para a prescrição do treinamento da modalidade (BOSCO, 2007). Na tabela 6, observa-se o desempenho de salto vertical, utilizando as técnicas SJ e CMJ, bem como o Índice de Elasticidade (IE-%) que corresponde ao percentual de contribuição do componente elástico no desempenho do salto vertical realizado. Nesta mesma tabela, pode-se verificar as semelhanças de desempenho no SJ e CMJ, principalmente entre os futebolistas brasileiros e o europeus.

TABELA 6 - Desempenho da força explosiva em futebolistas segundo local e nível competitivo

Estudo	País	Nível	SJ (cm)	CMJ (cm)	IE (%)
Origem: Nacional					
Nunes (2004)	Brasil	P 1D	36,22	41,05	13,34
Hespanhol et al. (2006)	Brasil	S20	35,81	39,35	9,89
Silva Neto (2006)	Brasil	P 1D	36,94	41,88	13,48
Santi Maria et al. (2008)	Brasil	S20	37,52	41,19	9,78
Coelho et al. (2011a)	Brasil	P	-	39,72	-
Coelho et al. (2011a)	Brasil	S20	-	38,89	-
Origem: Internacional					
Faina et al. (1988)	Itália	P	40,4	43,5	7,6
Santos (1999)	Portugal	P	35,3	36,6	3,0
Casajus (2001)	Espanha	P 1D	39,0	41,4	6,15
Hoff e Helgerud (2002)	Noruega	P 2D	38,6	44,1	-
Arnason et al. (2004)	Islândia	E	37,8	39,4	-
Arnason et al. (2004)	Islândia	P 1D	37,0	38,8	-
McMillan et al. (2005)	Escócia	S17	40,3	53,4	-
Ferrari Bravo et al. (2008)	Itália	S20	41,9	48,5	15,75
Impellizzeri et al. (2008)	Itália	A	34,0	37,8	1,1
Urzua et al. (2009)	Chile	P	36,2	41,4	14,1
Urzua et al. (2009)	Chile	U	30,6	35,8	17,4
Sporis et al. (2009)	Croácia	P	44,1	45,1	-
Mujika et al. (2009)	Espanha	P	-	43,7	-
Mujika et al. (2009)	Espanha	S20	-	43,9	-
Buchheit et al. (2010)	Qatar	S18	-	44,5	-

E – Elite; P – Profissional; A – Amador; U – Universitário; 1-2D – 1ª, 2ª Divisão Nacional; S17 – Sub-17; S18 – Sub-18; S20 – Sub-20.

2.3.1.2.3 Velocidade

Apesar de a velocidade no futebol manifestar-se de diferentes formas (Stolen et al., 2005), tem sido enfatizado o controle da velocidade de deslocamento cíclico. Atentando para os deslocamentos comumente realizados por futebolistas durante as partidas em regime de *sprints*, Svensson e Drust (2005) relatam protocolos que se direcionam por distâncias de 10m, 20m, 25m, 30m e 40m realizadas de maneira cíclica.

Stolen et al. (2005) ressaltam que a maioria dos estudos refere-se às distâncias de 10m e 30m. Nesta direção, a primeira distância representa a capacidade de aceleração do futebolista e a segunda sua velocidade máxima, porém ambas são relativamente independentes (LITTLE; WILLIAMS, 2005).

Determinados futebolistas podem apresentar níveis ótimos de velocidade submáxima e baixos para a capacidade de aceleração, implicando em menor *performance* para ações em curtas distâncias, o que é considerado fator importante para a modalidade (DI SALVO et al., 2007). De fato, Little e Williams (2005) ao estudarem 106 futebolistas profissionais ingleses, encontraram

coeficientes de determinação (r^2) de 39% entre capacidade de aceleração e velocidade máxima; ou seja, para serem variáveis dependentes em futebolistas necessitariam valores acima de 50%. Por isto é necessário observá-las separadamente.

Por outro lado, alguns estudos (HOFF, 2005; STOLEN et al., 2005; SVENSSON; DRUST, 2005) têm questionado a utilização de testes de controle que apenas consideram a saída parada dos futebolistas para o controle da velocidade. O fato é que futebolistas realizam *sprints* durante os jogos partindo da posição estática, andando, trotando ou em corridas de maior intensidade. Tal premissa aponta que o controle da velocidade deve envolver testes que respeitem estas particularidades, já que a especificidade da modalidade é fator importante para a condição dos indicadores de controle do treinamento (CURREL; JEUKENDRUP, 2008). Uma opção seria o teste proposto por Little e Williams (2005) na distância de 20m com saída lançada de 30m (20m Lan).

Na tabela 7, podemos observar o desempenho da velocidade de 5 a 40m dos futebolistas nacionais e internacionais, de diferentes níveis competitivos e categorias. Observa-se também que as distâncias mais avaliadas são de 10, 20 e 30m, as quais compreendem as ações de *sprint* dos futebolistas mais frequentes durante os jogos.

TABELA 7 - Desempenho da velocidade em futebolistas segundo origem e nível competitivo

Estudo	País	Nível	V5m (s)	V10m (s)	V15m (s)	V20m (s)	V30m (s)	V35m (s)	V40m (s)
Origem: Nacional									
Nunes (2004)	Brasil	P 1D	-	-	-	2,925	-	-	-
Silva Neto (2006)	Brasil	P 1D	0,985	-	-	2,939	-	-	-
Pasquarelli et al. (2010)	Brasil	S20	-	1,677	-	2,934	4,128	-	5,308
Coelho et al. (2011a)	Brasil	P	-	1,74	-	2,34	4,08	-	-
Coelho et al. (2011a)	Brasil	S20	-	1,69	-	2,40	4,08	-	-
Origem: Internacional									
Kollath e Quade (1991)	Alemanha	P	1,03	1,79	-	3,03	4,19	-	-
Brewer e Davis (1992)	Inglaterra	P 1D	-	-	2,35	-	-	-	5,51
Cometti et al. (2001)	França	P 1D	-	1,80	-	-	4,22	-	-
Hoff e Helgerud (2002)	Noruega	P 2D	-	1,81	-	-	-	-	5,55
Chamari et al. (2004)	Tunísia e Senegal	S20	-	1,87	-	-	4,38	-	-
Wisloff et al. (2004)	Noruega	P 1D	-	1,82	-	3,00	4,00	-	-
Little e Williams (2005)	Inglaterra	P	-	1,83	-	-	-	-	-
Rebelo e Oliveira (2006)	Portugal	P	-	-	2,41	-	-	4,90	-
Impellizzeri et al. (2008)	Itália	A	-	1,89	-	3,23	-	-	-
Ferrari Bravo et al. (2008)	Itália	P	-	1,77	-	-	-	-	-
Mujika et al. (2009)	Espanha	P	-	-	2,09	-	-	-	-
Mujika et al. (2009)	Espanha	S20	-	-	2,09	-	-	-	-
Sporis et al. (2009)	Croácia	P	1,44	2,27	-	3,38	-	-	-
Marques et al. (2010)	Portugal	S20	-	-	-	-	4,50	-	-
Mendez-Villanueva et al. (2011)	Qatar	S18	-	1,73	-	-	-	-	-

P – Profissional; A – Amador; 1-2D – 1ª, 2ª Divisão Nacional; S17 – Sub-17; S18 – Sub-18; S20 – Sub-20.

2.3.1.2.4 Agilidade

Shepard e Young (2006) entendem que os testes que envolvam o controle da agilidade devem conter elementos de giro e mudança de direção. No teste proposto por Balsom (1994), os futebolistas executam uma combinação de quatro giros com mudanças de direção em distâncias de sete metros e 30 centímetros e 15 metros. Young et al. (2001) propuseram metodologias de testes com percurso de 30 metros com diferentes angulações (100 a 160 graus) de giros e mudanças de direção. Estes dois elementos têm sido amplamente considerados para o controle da agilidade nos desportistas (SHEPARD; YOUNG, 2006).

No futebol, tal premissa pode ser relacionada com o modelo competitivo físico do jogo, de maneira que a predominância de giros do futebolista ocorre na angulação de 0 a 90 graus, aproximadamente 305 giros para direita e 303 para a esquerda (BLOOMFIELD et al., 2007). Pensando-se na especificidade do controle (CURREL; JEUKENDRUP, 2008), tal informação remeteria à escolha de protocolos contendo elementos próximos à realidade do jogo. Uma opção seria o *Zig-Zag Test* proposto por Little e Williams (2005), em que os futebolistas realizam três giros com 100 graus de angulação em quatro *sprints* de cinco metros.

Importante destacar que não existe um teste padrão ouro para controle da agilidade em futebolistas, no entanto o controle desta capacidade motora tem apresentado relevância para diferenciação do nível competitivo entre jogadores de elite, subelite e amadores (SVENSSON; DRUST, 2005), demonstrando sensibilidade para com a *performance* física da modalidade, situação nem sempre evidenciada por testes de campo envolvendo outras capacidades motoras (REILLY et al., 2000). Ademais, existem outras metodologias de controle da agilidade para futebolistas, entre elas o teste em L, apontado por Polman et al. (2004), com giros de 90 e 180 graus numa distância de 18 metros, e o teste de Illinois, mencionado nos estudos de Roozen (2004) e Shepard e Young (2006). E na tabela 8, nota-se o desempenho dos futebolistas em diferentes testes de agilidade.

TABELA 8 - Desempenho da agilidade em futebolistas segundo origem, nível competitivo e teste realizado

Estudo	País	Nível	Tempo (s)	Velocidade (m/s)	Teste
Origem: Nacional					
Caicedo et al. (1993)	Brasil	P	9,85 ± 0,5	-	Shuttle Run Test
Daniel e Cavaglieri (2005)	Brasil	S17	9,56	-	Shuttle Run Test
Silva et al. (2006)	Brasil	S17	10,5 ± 0,4	-	Shuttle Run Test
Coledam et al. (2009)	Brasil	S17	8,94 ± 0,30	-	Shuttle Run Test
Gutierrez et al. (2009)	Brasil	S17	15,3 ± 0,4	-	Illinois Agility Test
Rezende et al. (2011)	Brasil	S17	9,5 ± 0,3	-	Shuttle Run Test
Origem: Internacional					
Little e Williams (2005)	Inglaterra	P	5,34 ± 0,2	-	Zigzag Test – 20m, com mudança de direção a cada 5m
Rebello e Oliveira (2006)	Portugal	P	6,14 ± 0,28	-	Zigzag Test – 20m, com mudança de direção a cada 4m
Correia (2008)	Portugal	S20	8,95 ± 0,3	-	Teste T 40m
Kirkendall et al. (2008)	Tunísia	S20	15,4 ± 0,54	-	4-line Agility Test
Mujika et al. (2009)	Espanha	P	-	5,14 ± 0,25	15-m Agility Run
Mujika et al. (2009)	Espanha	S20	-	4,89 ± 0,14	15-m Agility Run
Marques et al. (2010)	Portugal	S20	4,01 ± 0,1	-	Deslocamento com mudança de direção – 15m
Milanovic et al. (2011)	Croácia	P	3,74 ± 0,73	-	Slalom Test
Milanovic et al. (2011)	Croácia	P	7,45 ± 0,69	-	Sprint com giros de 90°
Milanovic et al. (2011)	Croácia	P	7,48 ± 0,37	-	Sprint 9-3-6-3-9m com giros de 180°

P – Profissional; S17 – Sub-17; S20 – Sub-20.

2.3.1.3 Sanguíneos

O treinamento desportivo é um processo orientado para a melhoria do desempenho do atleta que tem por objetivo romper o equilíbrio interno do organismo humano por meio de um aumento progressivo das cargas de treinamento. Este processo constitui-se em uma fonte causadora de estresse em consequência de fatores psicofisiológicos que são fundamentais para o rendimento esportivo.

Uma das condições primordiais para um treinamento de qualidade é o contínuo e adequado desequilíbrio da homeostase, caracterizado como estresse positivo. Em sequência, é fundamental que haja um período suficiente de recuperação para a ocorrência da supercompensação. No entanto, o estresse provocado pelos treinamentos pode acarretar reações negativas quando as cargas impostas são incompatíveis com a capacidade de resposta do atleta, que resultará em uma inadaptação psicofísica com possíveis repercussões negativas no rendimento atlético. Essa inadaptação está associada às alterações fisiológicas, hematológicas, bioquímicas, hormonais e psicológicas, que por sua vez provocará prejuízos para a saúde do

atleta, tal como a síndrome do overtraining. O overreaching e o overtraining são processos nos quais o atleta apresenta uma queda no rendimento esportivo, sendo que no primeiro o indivíduo se recupera totalmente em no máximo duas semanas, mas no segundo o período de recuperação pode levar de algumas semanas a meses.

A ciência do treinamento desportivo moderno utiliza-se de diversos meios para avaliação, prescrição e controle do treinamento e do desempenho. Os testes não invasivos mensuram as variáveis antropométricas e as capacidades físicas, tais como força, resistência e flexibilidade, entre outras. Entretanto, a investigação invasiva fornece importantes dados acerca das respostas orgânicas, subsidiando a tomada de decisão (SCHUMACHER et al., 2002; SILVA et al., 2011). Sendo assim, para se alcançar resultados mais fidedignos a respeito dos efeitos do treinamento, é necessário utilizar-se de técnicas invasivas, como exames de sangue, buscando mensurar, interpretar e associar dados hematológicos, bioquímicos e hormonais.

A mensuração de dados hematológicos, bioquímicos e hormonais fornece muitas respostas a respeito de como o treinamento ou os jogos estão sendo interpretados pelos diversos sistemas, além de identificar possíveis quedas de desempenho ou lesões nos atletas.

2.3.1.3.1 Parâmetros hematológicos

Sobre os parâmetros hematológicos, há um consenso na literatura sobre a diminuição do hematócrito, concentração de hemoglobina e glóbulos vermelhos (eritrócitos) induzidos pelo treinamento de resistência (SCHUMACHER et al., 2002). Esta condição especial é denominado esporte anemia e pode ser explicado pela expansão do volume do plasma que ocorre durante e após o exercício físico (SAWKA et al., 2000). De qualquer forma, é importante saber que a concentração de hemoglobina absoluta é aumentada principalmente devido à estimulação eritrocitose induzida por exercício, no entanto, este mecanismo é suprimido pelo aumento muito maior no volume do plasma (SCHUMACHER et al., 2002). A maioria dos estudos relacionados com a estimulação dos parâmetros hematológicos por atividades desportivas baseiam-se nas características de modalidades específicas, tais como a resistência ou o treinamento de força (SCHUMACHER et al., 2002). No entanto, existe uma gama de esportes (futebol, voleibol, basquetebol, handebol, hockey e rugby) envolvendo diferentes categorias de treinamento que não podem ser classificados apenas como resistência ou treinamento de força.

Embora as principais características fisiológicas de um jogo de futebol sejam sustentadas pelo metabolismo aeróbio, as habilidades mais decisivas, como saltar, chutar, marcar, girar,

correr e mudar o ritmo são anaeróbias (STOLEN et al., 2005). Alguns estudos (SCHUMACHER et al., 2002; FILAIRE; LAC; PEQUIGNOT, 2003; FALLON, 2004; SILVA et al., 2008b) foram conduzidos para determinar os índices hematológicos de jogadores de futebol, no entanto, apenas Filaire, Lac e Pequignot (2003) e Silva et al. (2008b) verificaram o comportamento dos parâmetros hematológicos de um programa específico de treinamento de futebol.

Silva et al. (2008b), verificaram com futebolistas profissionais brasileiros que após 6 semanas de treinamentos ocorreram aumentos significantes nos eritrócitos, concentração de hemoglobina e hematócitos, pressupostamente devido a redução no volume de plasma e segundo os pesquisadores essas alterações podem ser explicadas pelas características do programa de treinamento de futebol. Porém, no mesmo estudo não observou-se correlação entre o limiar anaeróbio e esses parâmetros hematológicos, isso porque, diferentemente do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) que está relacionado à concentração de hemoglobina (KANSTRUP; EKBLUM, 1984, GORE et al., 1997), o limiar anaeróbio é dependente principalmente das adaptações musculares (BILLAT et al., 2003).

2.3.1.3.2 Marcadores bioquímicos

A demanda de 2 a 3 jogos por semana eleva os riscos de lesões com declínio do desempenho dos jogadores, devido à fadiga e prejuízo muscular devido ao enrijecimento e inflamação. Os jogadores devem se recuperar totalmente durante o período que vai de 3 a 6 dias até o jogo seguinte, para poder competir com qualidade os próximos 90 minutos do jogo. O futebol tem sofrido muitas mudanças nos últimos anos, principalmente, em função das exigências físicas cada vez maiores, o que obriga os atletas a trabalharem perto de seus limites máximos de exaustão, com maior predisposição às lesões musculares.

O futebol consiste de corridas intermitentes de alta intensidade e saltos, bem como aceleração e desaceleração rápida dos movimentos. Durante a fase de aterrissagem das corridas, os músculos isquiotibiais são ativados excêntricamente produzindo elevada tensão na área da seção cruzada muscular, podendo resultar num significativo prejuízo à estrutura muscular, proteínas estruturais, linha Z, troponina e tropomiosina (SAYERS; CLARKSON, 2003). Consequentemente, danos musculares registrados no jogo de futebol provavelmente são atribuídos às repetições intermitentes de intensa ativação excêntrica. Repetidas sobrecargas musculares podem causar tensão ou fissuras acompanhadas por uma redução de desempenho muscular durante o treinamento e no jogo, aumentando o risco de lesões do ligamento de joelho

pela sobrecarga articular. Uma combinação de cargas repetidas e recuperação limitada devido ao aumento das sessões de treinamento e jogos podem conduzir à inflamação crônica e overtraining.

Devido ao esforço físico atenuante ocorrem distúrbio da homeostase do cálcio e o estresse mecânico, proporcionando aos jogadores uma sensação de desconforto e lesões musculares. A intensidade de desconforto no músculo aumenta nas primeiras 24 horas após o exercício, com pico entre 24 e 72 horas, minimizando-se até 5 a 7 dias após a execução. A lesão muscular provocada pelo exercício está associada a uma fase aguda inflamatória caracterizada pela infiltração de fagócitos junto ao músculo, produção de radicais livres e elevação de citocinas e outras moléculas inflamatórias (ISPIRLIDIS et al., 2008; COELHO et al., 2011b).

Os marcadores bioquímicos podem ser considerados importantes parâmetros na avaliação da ocorrência do overtraining, lesões musculares e quedas de desempenho. Estes problemas são acompanhados por uma resposta significativa de biomarcadores do estresse oxidativo, os quais são alterados durante períodos de treinamento intenso e competições, e retornam aos níveis normais quando a carga diminui, indicando uma relação dose-resposta (MARGONIS et al., 2007; ASCENSÃO et al., 2008; ISPIRLIDIS et al., 2008; COELHO et al., 2011b).

Muitos métodos diretos e indiretos têm sido utilizados na análise do dano muscular decorrente do exercício físico (FOSCHINI; PRESTES; CHARRO, 2007; FREITAS; MIRANDA; BARA FILHO, 2009). Os métodos indiretos como mioglobina, lactato desidrogenase (LDH), fragmentos da cadeia pesada da miosina, ureia e creatina kinase (CK), são mais frequentemente usados (ASCENSÃO et al., 2008; SILVA et al., 2008a; ISPIRLIDIS et al., 2008; LAZARIM et al., 2009; COELHO et al., 2011b). Estas moléculas podem ser utilizadas como marcadores do dano no tecido muscular esquelético devido ao fato de serem citoplasmáticas e assim, impermeáveis na membrana plasmática (FOSCHINI; PRESTES; CHARRO, 2007). Dessa forma, o aumento nos níveis dessas moléculas no líquido extracelular pode indicar uma alteração da permeabilidade da membrana ou o rompimento da mesma.

Ispirlidis et al. (2008), mensuraram as alterações fisiológicas e respostas de desempenho, após uma partida de futebol, que podem auxiliar na compreensão e determinação das formas de recuperação dos jogadores para o jogo seguinte e para as prescrições de treinamentos do microciclo. O estudo mostrou que após um jogo ocorrem alterações significativas, interferindo no desempenho dos jogadores. Foram analisados alguns marcadores fisiológicos indiretos de traumas musculares, indicando informações importantes para a preparação e recuperação desses

jogadores no microciclo de treinamento existente entre os jogos. Assim, o salto vertical diminuiu, retornando a condições de pré-jogo 72 horas após a partida; a condição de 1 RM (repetição máxima) decaiu após o jogo, atingindo seu menor valor em 48 horas pós-jogo, retornando para valores pré-jogo somente 96 horas após a partida; a habilidade de *sprint* (20 m) declinou após o jogo, atingindo seu valor mais baixo 48 horas depois e retornou a níveis pré-jogo após 120 horas.

A figura 5 ilustra os resultados deste mesmo estudo, em relação a alguns marcadores bioquímicos e hormonais, como a concentração de leucócitos que aumentou imediatamente após o jogo, persistindo por apenas 24 horas, normalizando-se posteriormente; a CK (creatina kinase) e o LDH (lactato desidrogenase) aumentaram imediatamente após a partida (600 U/L e 350 U/L, respectivamente), atingindo o pico 48 horas depois (próximos a 1000 U/L e 400 U/L, respectivamente), retornando a valores fisiológicos 96 horas pós-jogo (500 U/L e 175 U/L, respectivamente); a concentração de ácido úrico aumentou 24 horas após o jogo, com pico 72 horas pós-partida (56 mg/L), normalizando-se 120 horas após o jogo (42 mg/L); a concentração de cortisol aumentou imediatamente após a partida (aproximadamente 420 mmol/L) e normalizou-se daí em diante (240 mmol/L); os níveis de testosterona livre que estavam próximos a 7,0 mmol/L no momento pré-jogo declinaram imediatamente após o jogo (valor próximo a 5,75 mmol/L), retornando a níveis de 6,50 mmol/L somente 144 horas após o jogo; a interleucina 6 (IL-6) aumentou imediatamente após o jogo (próximo a 4,5 pg/ml) e normalizou 24 horas depois (1,0 pg/ml), provavelmente pela reposição imediata de carboidratos. Foi observado ainda neste estudo, que os jogadores atingiram uma média e um pico cardíaco correspondentes a 80% e 94%, respectivamente, da frequência cardíaca máxima, indicando um ambiente intenso de competição.

Desta forma, um jogo de futebol induz a resposta inflamatória transitória, bem como declínio do desempenho anaeróbio nas 72 horas pós-jogo, podendo chegar até 96 horas ou mais para alguns casos. Estes resultados indicam claramente a necessidade de uma recuperação completa dos jogadores após um jogo e entre as sessões de treinamento. Os dados apresentados por Ispirlidis et al. (2008), indicam que os jogadores de futebol não são capazes de realizar nível máximo intenso de exercícios, como os verificados numa partida, pelo menos, 3 dias após sua competição mais recente.

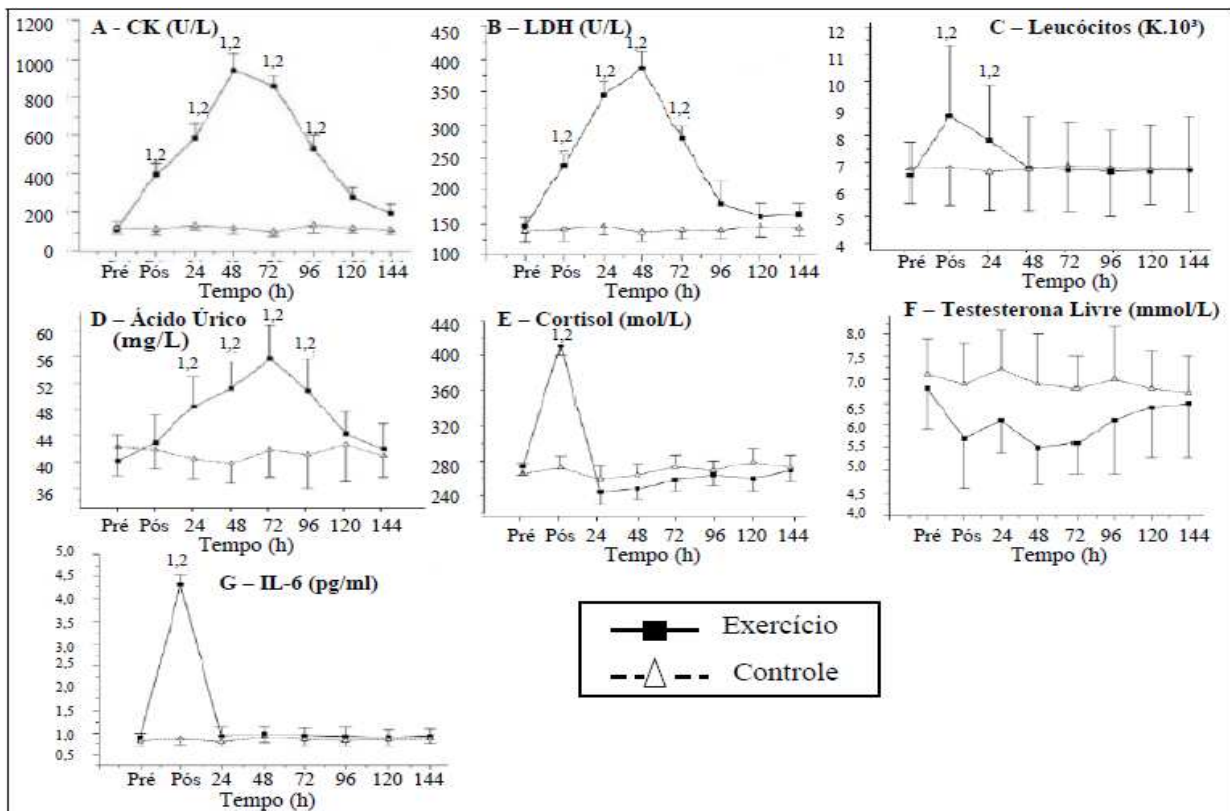


FIGURA 5 - Ilustrações de respostas bioquímicas após uma partida de futebol, no exercício e grupo controle: **A.** Creatina Kinase (CK); **B.** Lactato-Desidrogenase (LDH); **C.** Leucócitos; **D.** Ácido Úrico; **E.** Cortisol; **F.** Testosterona livre; **G.** Interleucina 6 (IL-6) (adaptado de Ispiridis et al., 2008).

2.3.1.3.3 Hormonais

Estresses físicos e psicológicos estão presentes em sessões diárias de treinamento, bem como durante as competições (FILAIRE et al., 2001; KRAEMER et al., 2004). As medições dos principais hormônios secretados pelos eixos simpático-adrenal medular (SAM), hipotálamo-pituitário-adrenal (HPA) e hipotálamo-pituitário-gonadal (HPG) têm sido utilizados para avaliar os níveis de estresse agudo e crônico de diferentes modalidades esportivas (KRAEMER et al., 2004; FILAIRE et al., 2004; MASO et al., 2004). Algumas investigações têm relatado as respostas hormonais de jogadores de futebol durante um jogo único (ISPIRLIDIS et al., 2008; FORNAZIERO, 2009), treinamento de longo prazo (BOSCO; TIHANYI; VIRU, 1996; FILAIRE et al., 2001; KRAEMER et al., 2004; SILVA et al., 2011) e intensificação do treinamento (MINETO et al., 2008), no entanto, os hormônios medidos nesses estudos com futebolistas estão relacionados com os eixos HPA e HPG. A testosterona e o cortisol são os principais hormônios relacionados com esses eixos e a sua relação é utilizada para indicar o equilíbrio entre as atividades anabólicas e catabólicas.

A testosterona é um esteroide anabólico por excelência, que participa de vários processos metabólicos, aumentando a síntese de proteínas (e da massa muscular) e a deposição de glicogênio nos músculos, e possuindo ainda um efeito antagônico à ação proteolítica dos glicocorticoides. O cortisol, ao contrário, tem atividade predominantemente catabólica, induzindo proteólise e lipólise, com aumento da gliconeogênese hepática e elevação da glicemia. Por ser tipicamente um “hormônio do *stress*”, os níveis de cortisol costumam estar elevados durante exercícios de qualquer intensidade (SILVA et al., 2011).

O equilíbrio entre a atividade anabólica e catabólica é representado pela razão entre a testosterona e o cortisol, que é conhecida como testosterona/cortisol ou testosterona-livre/cortisol. Baseado na premissa de que a testosterona tem efeitos anabólicos e o cortisol catabólicos, a razão testosterona/cortisol tem sido proposta como um grande marcador de overtraining ou de quedas de desempenho do atleta. Na lógica desse argumento, Adlercreutz et al. (1986) sugeriram que se uma diminuição dessa razão fosse maior que 30%, o atleta estaria em overtraining. Entretanto, deve ser levado em conta o desempenho do atleta, pois não necessariamente quando a razão for superior a 30% o atleta terá uma diminuição em seu desempenho físico e ainda deve ser levado em conta o princípio da individualidade do atleta, que poderá reagir de forma diferente a um estado anabólico ou catabólico.

Baseadas nessas evidências, muitas pesquisas foram realizadas com a razão testosterona/cortisol para verificar o estado anabólico/catabólico do treinamento desportivo, mas os resultados são contraditórios e variam muito entre estes estudos.

Filaire et al. (2001) examinaram a razão testosterona/cortisol salivar em 17 jogadores de futebol antes da temporada (T1), antes (T2) e depois (T3) de programa de treinamento de alta intensidade e 16 semanas após durante o período competitivo (T4). Foi verificada uma redução superior a 30% na razão testosterona/cortisol no período T3 comparado com o período T2; entretanto o desempenho da equipe não diminuiu (71,4% de vitórias no campeonato) nesse período.

Gorostiaga et al. (2004) verificaram essa mesma razão no treinamento de jogadores de futebol simultaneamente com um treinamento de força explosiva durante 11 semanas. Foi verificada uma correlação inversa entre a razão testosterona/cortisol com o desempenho do grupo experimental, porém os autores sugerem que uma diminuição transitória de 45% dessa razão nem sempre pode ser interpretada como um sinal de overtraining.

2.3.1.4 Psicológicos

O desporto de alto rendimento exige do atleta uma dedicação intensa, para obter os melhores níveis de desempenho, que o possibilitará alcançar os resultados esperados: as vitórias pessoais ou coletivas (MAHL; RAPOSO, 2007).

Para poder planejar programas de treino psicológico é necessário saber se existe um estado psicológico característico que permita aos atletas alcançarem o seu melhor rendimento. Para averiguar isso, realizaram-se distintas investigações nas quais se tem procurado informações sobre os pensamentos e sentimentos que os atletas possuem nos momentos de execução máxima (JOHNSON; IVARSSON, 2011). Ademais, diversos autores têm enumerado uma série de atribuições e variáveis que caracterizam o estado psicológico ótimo de um atleta (CUMMING; HALL, 2002; DURAND-BUSH; SALMELA, 2002; JOHNSON; IVARSSON, 2011).

Os marcadores psicológicos têm sido largamente utilizados na tentativa de avaliar os efeitos das cargas de treino, a fim de manter elevados níveis de desempenho dos jogadores de futebol. Métodos como a Escala de Percepção do esforço de Borg (RPE), Perfil de Estado de Humor (POMS) e Questionário de Estresse-Recuperação (REST-Q) tem sido utilizados para o acompanhamento e controle dos treinamentos, com os objetivos de prevenção de lesão e manutenção do desempenho. As relações entre as dimensões do humor, o desempenho esportivo e a monitorização do treinamento tem sido motivo de preocupações e, conseqüentemente, de investigações na área da psicologia do esporte e das atividades físicas (SILVA et al., 2007; BRINK et al., 2010; CORTIS et al., 2010).

Muitos estudos tem avaliado o estado de humor através do POMS que mede o estresse psicológico através de suas seis escalas – tensão/ansiedade, depressão, raiva, vigor, fadiga e confusão mental. Desta maneira, este método constitui-se em uma das medidas mais completas para avaliar os efeitos do estresse da carga de treinamentos em variáveis psicológicas (FREITAS; MIRANDA; BARA FILHO, 2009).

O estresse provocado pelo treinamento influencia positiva ou negativamente o estado mental do atleta. Algumas variáveis psicológicas são mais responsivas a esse estresse e podem ser avaliadas através de questionários. Esse procedimento, apesar de algumas limitações como a subjetividade das respostas, pode ajudar no controle dos efeitos da carga de treino, otimizando o aprimoramento da condição física e auxiliando na prevenção de efeitos negativos como a síndrome do overtraining, possibilitando a manutenção de ótimos níveis de desempenho atlético.

3 METODOLOGIA

3.1 Natureza do estudo

Este estudo é uma pesquisa de natureza descritiva e comparativa, que apresenta um delineamento metodológico transversal. Descritiva, porque somente observou, registrou, descreveu e analisou os fatos ou fenômenos sem manipulá-los, realizando um estudo em determinado espaço-tempo. Comparativa (GIL, 2002), porque verificou as diferenças entre as raças e entre as posições de jogo dos futebolistas e transversal, porque as variáveis foram analisadas em apenas um momento, sendo este o início do período competitivo.

3.2 Caracterização dos sujeitos do estudo

A seleção da amostra foi do tipo não probabilístico (acidental), sendo que os sujeitos que participaram do estudo são 38 futebolistas profissionais do sexo masculino, na faixa etária de 19 a 33 anos, saudáveis clinicamente, que fazem treinamentos diários e pertencentes a um clube profissional de futebol da elite nacional, localizado na região de Campinas no Estado de São Paulo. Este clube participa de três competições por ano, sendo: Campeonato Paulista A1, Copa do Brasil e Campeonato Brasileiro da 1ª Divisão, totalizando aproximadamente 64 jogos oficiais anuais, onde a temporada competitiva tem duração de 11 meses, iniciando na segunda quinzena de janeiro e tem seu término no final de novembro.

Em geral, o número de sessões de treino por semana para estes jogadores foi 8-10 sessões/semana, com pelo menos 2 horas de tempo de treinamento por sessão. O modelo de treinamento adotado pela comissão técnica do clube foi ATR (acumulação, transformação e realização).

O período de coleta de dados corresponde ao início do Campeonato Brasileiro (maio de 2011), onde os atletas já haviam participado de aproximadamente 25 jogos, sendo esses da competição estadual e da Copa do Brasil. As avaliações foram feitas como parte de rotina de exames médicos, bioquímicos, físicos, técnicos, táticos e psicológicos que o clube cotidianamente programa durante todas as temporadas.

Todavia, é importante destacar que somente foram incluídos no estudo os sujeitos que apresentaram: a) o termo de consentimento para realização dos testes assinado (Anexo 1), b) o termo liberatório da comissão técnica e da diretoria do clube (Anexo 2).

3.2.1 Agrupamento por raças

Para o estudo 1, foram formados dois grupos de trabalho, para a qual foi considerada a classificação racial de negros e brancos. Os indivíduos que apresentam mescla foram classificados como raça única. Neste sentido, Wagner e Heyward (2000) consideram que muitas vezes aqueles com uma pequena fração de herança africana são classificados como negros. A tabela 9 mostra a distribuição das classificações raciais e as médias das idades decimais, tempo de experiência profissional, massa corporal e estatura dos futebolistas negros e brancos, e de forma geral.

TABELA 9 - Distribuição da amostra segundo o agrupamento da raça

	Negros (n=18)		Brancos (n=18)		Todos (n=36)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Idade (anos)	24,30	3,80	24,90	3,90	24,60	3,90
Experiência profissional (anos)	6,79	3,47	7,22	4,33	7,01	3,87
Massa Corporal (kg)	78,90	6,90	78,60	5,30	78,80	6,10
Estatura (cm)	179,90	8,17	179,00	5,80	179,50	6,90

3.2.2 Agrupamento por posições de jogo

Para o estudo 2, foram formados seis grupos, onde foi considerada as posições táticas específicas dos jogadores do estudo: goleiros, laterais, zagueiros, volantes, meias e atacantes. A tabela 10 mostra a distribuição das posições de jogo e as médias das idades decimais, tempo de experiência profissional, massa corporal e estatura dos futebolistas dos seis grupos e de forma geral.

TABELA 10 - Distribuição da amostra segundo o agrupamento de posição específica de jogo

	N	Idade (anos)	Experiência (anos)	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)
Goleiros	5	23,7±5,6	5,7±4,6	86,4±5,7	190,4±3,4
Laterais	6	22,6±2,6	5,0±3,2	74,4±4,4	176,0±3,7
Zagueiros	6	26,0±4,5	8,5±4,2	83,8±3,0	185,9±2,2
Volantes	8	25,6±2,9	7,8±2,3	76,9±4,4	176,0±4,5
Meias	6	25,0±3,3	7,2±3,9	75,7±4,1	172,2±3,9
Atacantes	7	24,3±4,7	7,3±4,9	77,6±6,2	179,4±4,4
Total	38	24,6±3,9	7,0±3,9	78,8±6,1	179,5±7,0

3.3 Questões éticas do estudo

Quanto às questões éticas, o projeto foi aprovado pelo comitê ético de pesquisa da universidade vinculado à pesquisa (Anexo 3), o qual preencheu os requisitos mínimos de

protocolo de pesquisa (visão ética), fundamentado na resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, contendo detalhes suficientes em todos os itens que correspondam ao tipo de pesquisa a ser desenvolvida.

Todos os futebolistas envolvidos com o projeto assinaram o termo de consentimento sobre a pesquisa. Este termo de consentimento trouxe informações sobre: os riscos e benefícios da pesquisa, a justificativa e os objetivos da pesquisa, descrição dos procedimentos a que o sujeito seria submetido, a garantia de receber resposta a qualquer pergunta e esclarecimento a qualquer dúvida acerca de assuntos relacionados com a pesquisa, o sigilo e o caráter confidencial das informações, zelando pela privacidade do sujeito e garantindo que sua identificação não seria exposta nas conclusões ou publicações.

3.4 Local da coleta das medidas

As coletas de dados das medidas antropométricas, de estrutura óssea, de marcadores sanguíneos e de testes físicos foram realizadas nas dependências (laboratório de fisiologia, departamento médico e campo de futebol) do clube participante desse estudo.

As avaliações foram desenvolvidas seguindo essa ordenação no primeiro dia de treino, após 48h de repouso: no período da manhã foi feita a aplicação das coletas de sangue e da estrutura óssea; e no período da tarde foram feitas as medições da antropometria e do teste físico, conforme o quadro 1.

QUADRO 1

Ordem de realização das medidas de sangue, estrutura óssea, antropometria e dos testes físicos durante o dia de avaliação e local de realização

2ª feira	
Manhã 7:00 as 11:00	Exame de Sangue e Estrutura Óssea (Departamento Médico)
Tarde 15:00 as 18:00	Antropometria (Laboratório Fisiologia) Yo-Yo Intermittent Recovery Test nível 2 (Campo de Futebol)

A equipe de avaliação foi distribuída da seguinte forma:

- a) Estrutura óssea e antropometria: participaram dois avaliadores na realização das medidas, sendo que um anotou e o outro realizou as medições.
- b) Testes físicos: participaram três avaliadores: um responsável pelo aquecimento, outro no computador/ anotações e outro para verificar as incorreções dos testes.

c) Exames de sangue: foram efetuados por 2 enfermeiras.

3.5 Técnicas e procedimentos

A idade decimal foi obtida a partir dos procedimentos sugeridos por Blanco e Landaeta (1988). Utilizou-se a data da avaliação do sujeito (dia, mês e ano) e a data de nascimento (dia, mês e ano). Esses valores foram levados para uma tabela onde se identificou os valores para cada data, e se encontrou os mencionados valores para finalmente obter a idade decimal.

Para a avaliação das medidas antropométricas de composição corporal utilizou as sugestões da “*international working group of kineanthropometry*” descrita por Ross e Marfell-Jones (2000) e por Lohman, Roche e Martorell (1988). As variáveis mensuradas foram as seguintes:

- Massa corporal (kg): utilizou-se uma balança digital da marca Tanita com uma precisão de (0,1kg) e com uma escala de (0 a 150 kg);
- Estatura (cm): foi medida através de um estadiômetro de alumínio da marca Holtain com uma precisão de 0,1cm e com uma escala de (0 a 2,50m);
- Dobras cutâneas (mm): foram mensuradas as dobras tricípital, subescapular, supra-iliaca, e panturrilha média, através de um compasso Lange que exerce uma pressão constante de (10gr/mm²).

Todas as medidas antropométricas foram realizadas por um único avaliador. O Erro Técnico de Medidas (intra-avaliador) foi inferior a 2%.

Para as análises da composição corporal utilizou-se o fracionamento de 2 componentes: massa de gordura (MG) e massa corporal magra (MCM). A tabela 11 mostra as equações utilizadas para predizer o percentual de gordura e os componentes corporais, respectivamente.

TABELA 11 - Equações utilizadas para as análises da composição corporal

Equações

$$DC = 1,10726863 - 0,00081201 (SB+TR+SIO+PM) + 0,00000212 (SB+TR+SIO+PM)^2 - 0,00041761 (ID);$$

$$\%G = (495/DC) - 450;$$

$$MG = (MT \times \%G) / 100$$

$$MCM = (MT - MG)$$

DC= densidade corporal, SB= subescapular, TR= tricípital, SIO= supra-iliaca oblíqua, PM= panturrilha medial, ID= idade (anos), MG= massa de gordura, MT= massa total; MCM= massa corporal magra, %G= percentual de gordura.

- Densidade corporal (DC): Foi utilizada a equação proposta por Petroski (1999);
- % de gordura (%G): Foi utilizada a equação proposta por Siri (1961);
- Massa de gordura (kg): Este componente foi determinado por uma dedução matemática (ver tabela 11);
- Massa corporal magra (kg): Este componente foi determinado por uma dedução matemática (ver tabela 11).

As variáveis de estrutura óssea foram avaliadas pelo ultra-som de falanges *Sonic Bone Profiler BP-01* (IGEA® CARPI, Itália). Este sistema de medida está provido de um compasso que acopla dois transdutores (emissor e receptor) de 12 mm de diâmetro cada. Sendo estes de alta precisão ($\pm 0,02\text{mm}$). O compasso é posicionado na superfície lateral de cada dedo, onde o transdutor emissor emite uma onda sonora de 1,25Mhz, e o receptor recebe o sinal e avalia a velocidade da propagação do som através da falange. As medidas realizadas são: Quantidade e qualidade óssea. As medidas foram realizadas segundo protocolo padrão do fabricante, na metáfise distal das falanges proximais da mão não dominante, nos dedos II a V.

- Quantidade óssea (***AD-SoS- amplitude dependent speed sound***): Este procedimento denomina-se também de ósteo-sonometria, onde o aparelho mostra valores entre 1650 a 2250m/s. Portanto, quanto mais alto o valor, maior é a quantidade óssea.
- Qualidade óssea (***UBPI- ultrasound boné profile index***): O software do aparelho gera valores que compreendem entre 0 a 1, ou seja, quanto mais próximos de 1, maior é a qualidade óssea.

A avaliação da estrutura óssea foi realizada por duas vezes para um total de 12 atletas, que verificaram o Erro Técnico de Medidas (ETM), obtendo-se valores inferiores a 3%.

Com relação ao desempenho físico, foi realizado o teste de campo Yo-Yo Intermittent Recovery Test nível II (Yo-yo IR2) desenvolvido por Bangsbo (1996), onde os resultados foram expressos pela distância total percorrida em metros, e a partir disso foi calculado o $\text{VO}_{2\text{máx}}$ através da seguinte equação (BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008): $\text{VO}_{2\text{máx}} (\text{ml/min/kg}) = \text{IR2 distância (m)} \times 0,0136 + 45,3$.

Com relação às coletas de sangue propriamente dita, foram efetuadas por enfermeiras com experiência de no mínimo 2 anos em coletas sanguíneas, que estavam equipadas com luvas descartáveis e respeitaram todos os princípios de higiene e limpeza. Foram retirados 10 ml de

sangue intravenoso em jejum, sendo posteriormente armazenados em tubos específicos com anticoagulante (EDTA K3).

Após isso, as amostras foram conservadas em um compartimento térmico com gelo, e levadas a um freezer com temperatura de -10°C à -15°C até o momento das análises, que foram realizadas em um laboratório específico.

A partir das amostras sanguíneas, foram analisados os seguintes parâmetros hematológicos: Contagem de glóbulos vermelhos ($\times 10^6/\mu\text{l}$) (RGR), Hematócritos (%) (Hct) e Concentração de Hemoglobina (g/dl) (Hb). As análises foram feitas através do Sysmex analisador hematológico automatizado XT-2000 (Sysmex Corporation, Kobe, Japão). O Erro Técnico de medida intra-avaliador mostrou valores inferiores a 1%.

3.6 Tratamento estatístico

Inicialmente foram empregadas as técnicas estatísticas descritivas da média e desvio padrão para todas as variáveis.

Para o estudo 1, foi feita a normalização da distribuição dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk. Após isso, utilizou-se o teste “t” Student ($p < 0,05$) para comparar as diferenças entre os jogadores em função da sua raça.

Já no estudo 2, foi feita uma análise de variância (ANOVA), para verificar a diferença nos valores médios para cada posição específica de jogo dos jogadores, e seguido da análise *post-hoc* de Bonferroni para as comparações múltiplas das médias, dos diferentes grupos. Todos os dados foram normalizados através do teste de Shapiro-Wilk.

Os dados foram armazenados e avaliados, utilizando-se o programa Microsoft Excel e o software estatístico SSPS 19 (Chicago, IL, EE.UU.).

4 RESULTADOS

Estudo 1 – Artigo submetido à Revista *Apunts Medicina de l'Esport* no mês de abril de 2012.

Título: Estructura ósea de jugadores profesionales de fútbol de raza blanca y negra.

Thiago Santi Maria^{a,b}, Miguel de Arruda^{a,*} y Yuri Muniz^a

^a *Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, Brasil*

^b *Associação Atlética Ponte Preta, Campinas-SP, Brasil*

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: miguela@fef.unicamp.br (M. Arruda).

Resumen

Objetivo: Comparar la estructura ósea de jugadores profesionales de raza blanca y negra durante el periodo competitivo.

Muestra: Se estudiaron 36 futbolistas profesionales (19-33 años) pertenecientes a un club de la Liga nacional de Primera división del Fútbol Brasileiro.

Métodos: Se valoró las medidas antropométricas de peso, estatura y cuatro pliegues cutáneos. El estructura ósea fue medido en las falanges proximales de los dedos II-V de la mano no-dominante a partir de la tecnología QUS de ultrasonido. Los jugadores fueron separados en dos grupos en función de la raza: blancos y negros.

Resultados: No se verificó diferencias en las medidas antropométricas entre ambas razas ($p > 0,05$). Sin embargo, en el estructura ósea, los jugadores de raza negra presentaron valores superiores de cantidad ósea AD-SoS ($2211 \pm 51,3$) y calidad ósea UBPI ($0,84 \pm 0,12$) en relación a sus similares de raza blanca ($2151 \pm 99,4$) y ($0,74 \pm 0,17$) ($p < 0,05$).

Conclusión: Los jugadores de raza negra presentan un mejor estructura ósea en las falanges de la mano no-dominante en relación a los de raza blanca.

PALABRAS CLAVE: Fútbol; Estructura ósea; Raza.

Bone structure of professional soccer's players of black and white race

Abstract

Objective: To compare the bone structure of professional's soccer players of white and black race during the competitive period.

Sample: Were studied 36 professional's soccer players (19-33 ages) that pertain to a team of the Brazilian Championship of the first division of the Brazilian soccer.

Method: Were measured the anthropometrics value of weight, stature and four cutaneous folds. The bone structure were measured in the proximal phalanxes of II-V fingers of no dominants hands from the QUS ultrasound technology. The players were separated in two groups in function of the race: white and black.

Results: Did not verify differences in the anthropometrics measures between the races. ($p > 0,05$). However, in the bone structure, the black race players presented superior values of bony quantity

AD-SoS ($2211\pm 51,3$) and bone quality UBPI ($0,84\pm 0,12$) than his white race couples ($2151\pm 99,4$) and ($0,74\pm 0,17$) ($p<0,05$).

Conclusion: The black race players presented a better bone structure in they phalanxes of no dominant hand than the white race.

KEYWORD: Soccer; Bone structure; Race.

Introducción

El hueso es un tejido calcificado, sensible a diversos estímulos mecánicos, principalmente a los resultantes de la gravedad y las contracciones musculares¹. Este tejido cumple 4 funciones básicas, como proporcionar sostén mecánico, permitir la locomoción, proporcionar protección y actuar como reservatorio metabólico de sales y minerales². Básicamente el desarrollo del esqueleto comienza en el útero y continua al menos hasta las dos primeras décadas de la vida³. De hecho, cerca del 95% de la máxima densidad mineral ósea se consigue hacia el final del desarrollo de la estatura máxima del esqueleto, es decir, a los 18-20 años en los hombres^{4,5}. El pico de masa ósea (100%) se produce normalmente alrededor de la tercera década de vida, para luego, a los 40 años, la reabsorción comience a superar a la tasa de formación, para posteriormente producir disminución de la masa ósea. Por lo tanto, durante el periodo del crecimiento se presenta la mejor oportunidad para ganar densidad ósea, así como también para modificar el tamaño del esqueleto y su arquitectura en respuesta a las cargas mecánicas⁴.

En general, la integridad mecánica del hueso, convencionalmente se describe en términos de cantidad (masa o densidad) y calidad (geometría de la micro-arquitectura y propiedades del hueso)⁶. La cantidad y calidad de masa ósea viene determinada por el ejercicio, factores genéticos, hormonales y alimenticios^{7,8} y raciales⁹. Su valoración es realizada generalmente a partir de rayos X (DXA) llamado patrón de oro¹⁰, a través del cual se consigue valorar la masa ósea desde una perspectiva cuantitativa. Sin embargo, hace algunos años el ultrasonido QUS permite la valoración cuantitativa y cualitativa del tejido óseo. Esta técnica muestra un gran potencial para la valoración de la estructura ósea³ tanto en poblaciones de deportistas y no deportistas, independientemente de la raza y etnia.

Desde esa perspectiva, algunos autores como Petterson et al.¹¹ enfatizan en estudiar los efectos sobre la masa ósea en deportistas, y la posibilidad de prevención de osteoporosis en el futuro. De hecho, el ejercicio se ha asociado con una mayor densidad mineral ósea en una variedad de poblaciones deportivas¹²⁻¹⁴, con lo que varios estudios transversales muestran que los atletas que están entrenados presentan mayor densidad mineral ósea que los no atletas, y que la fuerza, masa muscular y el máximo consumo de oxígeno se correlacionan con la densidad ósea^{12,15,16}, aunque en la forma adulta, la estructura y la forma de cada hueso es afectado por las circunstancias mecánicas a las que se somete¹⁷. De hecho, clásicamente ha sido demostrado que los huesos sometidos a diferentes cargas modifican su arquitectura y la calidad de su tejido¹⁸. Por lo tanto, los ejercicios de alto impacto son los que repercuten en un mayor beneficio para la masa ósea y la geometría del hueso^{11,19}, pues de hecho, el fútbol refleja tales actividades de alto impacto, el cual según algunos estudios permiten evidenciar mayor densidad mineral ósea en relación a los grupos de control^{20,21}. A su vez, es ampliamente conocido que los individuos negros tienen una mayor densidad mineral ósea y contenido de proteína en el cuerpo que los blancos⁹, sin embargo, en los últimos años, gran parte de las investigaciones en futbolistas de elite se han centralizado en el estudio de variables antropométricas, físicas y fisiológicas²²⁻²⁴ de forma general, por lo que muy poca atención se le ha dado a la valoración y monitorización de la estructura ósea, sobre todo en Brasil, donde este deporte es practicado por atletas de diversas

razas, por lo que es necesario conocer el estructura ósea de estos grupos, ya que dicha información podría ser relevante para identificar grupos de riesgo durante el periodo competitivo.

Objetivo

El objetivo del estudio radica en comparar estructura ósea de jugadores profesionales de raza blanca y negra durante el periodo competitivo.

Material y Métodos

El estudio es de tipo descriptivo-comparativo. El marco muestral estuvo conformado por 35 futbolistas profesionales. El procedimiento para la selección de los atletas fue no-probabilística de tipo accidental, dado que se consideró a la totalidad de los jugadores del Club Asociación Deportiva Ponte Preta inscritos como jugadores profesionales dentro de la Federación Brasileira de Fútbol profesional del año 2011.

Los futbolistas seleccionados presentaron un promedio de edad de $24,6 \pm 3,9$ años, cuyo rango de edad oscila entre los 19 hasta los 33 años. La experiencia profesional muestra un promedio de $7,01 \pm 3,9$ años. En general, el número de sesiones de entrenamiento por semana para estos futbolistas fue de 8-10 sesiones/semana, con al menos 2 horas cronológicas de entrenamiento por cada sesión. El modelo de entrenamiento adoptado por la comisión técnica del Club fue de ATR (Acumulación, Transformación y Realización).

La recolección de los datos corresponde al inicio del periodo competitivo del campeonato Brasileiro de Fútbol (Mayo 2011). Las evaluaciones fueron realizadas como parte de la rutina de los exámenes médicos, bioquímicos, físicos, técnicos, tácticos y psicológicos que el club cotidianamente programa durante todas las temporadas. Para el estudio se conformó dos grupos de trabajo, para lo cual, se consideró la clasificación racial de negros y blancos. Los individuos que presentaron mezcla fueron clasificados como raza única. En este sentido, Wagner y Heyward⁹ consideran que a menudo que los que tienen una pequeña fracción de la herencia Africana se clasifican como negros.

Se incluyeron en el estudio a todos los futbolistas que se encontraban en buenas condiciones físicas y de salud de acuerdo con el informe médico del Club. Se excluyeron a los que presentaban síntomas de resfrío y lesiones deportivas que imposibilitaban la realización de los entrenamientos de forma regular, así como de las evaluaciones antropométricas y del estructura ósea.

Técnicas de medición

Todas las variables antropométricas y de estructura ósea fueron evaluadas en el periodo de la mañana (8,00–9,00h) en un laboratorio de ambiente cerrado manteniendo una temperatura entre 20°C a 24°C.

En el laboratorio, la estatura se midió con un estadiómetro (Holtain) con precisión de 0,1 cm, mientras que la masa corporal se evaluó con una balanza calibrada de Marca Tanita con una precisión de 0,1 kg. Los sujetos fueron medidos desnudos, en el mismo estado de hidratación y de nutrición después de la micción. Todas las medidas antropométricas fueron desarrolladas por un único evaluador. El Error Técnico de Medida ETM (intra-observador) fue inferior al 2%.

Los Pliegues cutáneos fueron medidos por medio de un calibrador de Marca Lange, con una presión de alto nivel, el cual se comprobó de acuerdo a las especificaciones del fabricante y se mantuvo constante en 10 g/cm^2 . Las medidas fueron tomadas en la región tricípital, sub-escapular, supra-ilíaco anterior y de la pantorrilla media (mm) de acuerdo con las sugerencias descritas por Wilmore²⁵.

El estructura ósea se evaluó mediante mediciones de las falanges proximales utilizando el dispositivo DBM Sonic 1200 (IGEA, Carpi, Italy) al igual que algunos estudios^{26,27}. Este dispositivo está equipado con dos sondas de montaje en una pinza electrónica. El emisor se coloca sobre una superficie medial de la falange en un solo periodo de al menos 1,25MHZ cada 128 ms. El receptor se coloca en el lado lateral de la falange y evalúa la velocidad de propagación del sonido a través de la falange. El sistema de medida por medio del ultrasonido de falanges se realizó en las falanges proximales de los dedos II a V de la mano no-dominante. El acoplamiento acústico se consigue utilizando un gel estándar de contacto para ultrasonidos.

El dispositivo DBM Sonic 1200 según el fabricante permite obtener de forma automática la cantidad y cualidad ósea de las falanges proximales de la mano. En el primer caso, depende de la amplitud de velocidad del sonido (ADSoS m/s) a través del cual se rastrea las trabéculas del tejido óseo en las cuatro falanges. Los resultados comprenden valores entre 1650 a 2250m/s, por lo que su interpretación sugiere que cuanto más alto el valor, mayor es la cantidad ósea. En el segundo caso, el índice del perfil óseo UBPI (ultrasound bone profile index) genera a partir del equipo valores comprendidos entre 0 a 1. Los valores más próximos de uno (1) indican mejor calidad ósea de esa región.

Para garantizar la confiabilidad de las medidas, la calibración se efectuó cada vez que se encendía el ultrasonido según las recomendaciones del fabricante. Todo el procedimiento de la valoración de la estructura ósea fue efectuado por un mismo operador a lo largo del estudio. La valoración de la estructura ósea se efectuó en dos oportunidades a un total de 12 atletas, con lo que se verificó el Error Técnico de Medida (ETM), obteniéndose valores inferiores al 3%.

Comité de ética

Todos los atletas antes de ser evaluados fueron informados sobre los procedimientos de evaluación y firmaron la carta de consentimiento como lo sugiere el comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Estadual de Campinas, Sao Paulo (Brasil).

Análisis estadístico

La normalidad de la distribución de los datos se estableció mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Todos los resultados se presentan como medias y desviaciones estándar (media \pm DE) calculados por procedimientos convencionales. Todos los cálculos se realizaron utilizando Microsoft Excel y el software estadístico SSPS 19 (Chicago, IL, EE.UU). Se aplicó la prueba de "t" de Student ($P < 0,05$) para comparar las diferencias entre jugadores en función de la raza.

Resultados

La tabla 1 muestra los valores medios (Promedio) y desviación estándar (DE) de las variables de edad, experiencia profesional, peso corporal, estatura y sumatoria de 4 pliegues cutáneos de jugadores profesionales de raza negra y blanca. Tales variables caracterizan a la muestra estudiada donde no se verificó diferencias significativas entre ambos grupos de jugadores ($p > 0,05$).

Tabla 1 Características Antropométricas de jugadores profesionales

Variables	Negros (n=18)		Blancos (n=18)		Todos (n=36)		p
	Promedio	DE	Promedio	DE	Promedio	DE	
Edad (anos)	24,30	3,80	24,90	3,90	24,60	3,90	0,318
Experiencia profesional (anos)	6,79	3,47	7,22	4,33	7,01	3,87	0,371
Peso Corporal (kg)	78,90	6,90	78,60	5,30	78,80	6,10	0,427
Estatura (cm)	179,90	8,17	179,00	5,80	179,50	6,90	0,341
Sumatoria de pliegues (Tr+Se+Si+Pa)	35,80	9,50	36,20	9,100	36,00	8,70	0,460

Leyenda: (ns) no significativo ($p > 0,05$), Tr Tricipital, Se Subescapular, Si suprailiaco, Pa Pantorrilla.

Los valores de la estructura ósea se observan en la tabla 2. Los resultados indican que tanto en cantidad ADSoS (m/s), como en calidad UBPI (ultrasound bone profile index), los jugadores de raza negra muestran valores promedios superiores en relación a los jugadores de raza blanca. Los resultados expresan diferencias significativas entre ambos grupos de jugadores ($p < 0,05$). En general, los rangos que se observan para ambas condiciones de la estructura ósea (cantidad y calidad) son mayores en el grupo de jugadores de raza negra, lo cual evidencian amplia superioridad respecto a sus similares de raza blanca.

Tabla 2 Estructura ósea de jugadores profesionales de raza negra y blanca

Variables		Negros	Blancos	Todos	P
ADSoS (m/s)	Promedio	2211,0*	2151,0	2184,7	0,0166
	DE	51,3	99,4	90,02	
	Mínimo	2134,5	1902,0	1902,0	
	Máximo	2250,0	2250,0	2250,0	
UBPI (ultrasound bone profile index)	Promedio	0,84*	0,74	0,79	0,0189
	DE	0,12	0,17	0,15	
	Mínimo	0,57	0,26	0,26	
	Máximo	1,00	0,87	1,00	

Leyenda: * Diferencias con relación a los jugadores de raza blanca.

Discusión

Los resultados muestran que los jugadores de raza negra y blanca muestran similares valores en el peso corporal, estatura y sumatoria de pliegues cutáneos. Estos resultados obtenidos de forma independiente y grupal (todos) muestran similares valores a estudios nacionales^{28,29} y internacionales^{22,24}. Estos hallazgos confirman que jugadores profesionales de élite son relativamente homogéneos en cuanto a sus características antropométricas, independientemente de la raza.

Respecto a la valoración de la estructura ósea. Los resultados evidencian que los jugadores de raza negra muestran superioridad en cuanto a la cantidad y calidad ósea medida a través de la tecnología QUS en las falanges de la mano no-dominante. En este sentido, algunos estudios efectuados en hombres de raza negra utilizando el ultrasonido QUS en el calcáneo²⁷ y utilizando DEXA en diferentes regiones anatómicas³⁰⁻³² muestran valores significativos más altos que los de

raza blanca, aunque en el estudio de Sutton et al.³³ realizado en jugadores de futbol no se observó diferencias significativas respecto a la densidad mineral ósea, a pesar de que los jugadores de raza negra de este estudio mostraron valores relativamente más altos en relación a los blancos. En general, algunos estudios han informado que los futbolistas profesionales, independientemente de la raza y etnicidad, muestran mayor masa ósea y masa muscular que sus contra-partes de no-futbolistas^{34,35}, al igual que otras modalidades deportivas^{1,36}; sin embargo, destacamos que aun no están claras las diferencias raciales respecto a la estructura ósea en futbolistas profesionales, ya que el hecho de jugar en una posición de juego podría repercutir en una mayor y/o menor calidad y cantidad ósea. Esto en razón de que varios estudios fundamentan que la carga de peso y el ejercicio vigoroso está asociado con mayores niveles de densidad ósea^{19,37}, por lo que la intensidad y el tipo de ejercicio tienen importantes repercusiones sobre la masa ósea, y éstas son específicas de la región anatómica principalmente implicada en el trabajo³⁸. A su vez, durante el entrenamiento de fútbol y las competiciones, los jugadores realizan muchas carreras, giros, chutes y desarrollan combinaciones de acciones motoras que probablemente por el impacto ayuden a mejorar la estructura ósea. En este sentido, la clasificación de los jugadores por posiciones de juego hubiera permitido una mejor explicación de los resultados, ya que los estudios demuestran diferencias físicas y antropométricas entre posiciones de juego²²⁻²⁴. Sin embargo, en el presente estudio no fue posible tal clasificación, puesto que en la mayoría de los casos, el número de jugadores era limitado para la conformación de sub-grupos de trabajo. Por lo tanto, este aspecto es considerado como una posible limitación dentro de los resultados del estudio.

En general, algunos estudios muestran que la participación regular en el fútbol aumenta la masa ósea y la densidad ósea en hombres²⁷ en varias regiones corporales como la cadera derecha, la pierna derecha y el cuerpo total³⁹ y en mujeres⁴⁰, provocando una mejora significativa en el equilibrio postural y la fuerza muscular⁴⁰. En conjunto, estos efectos reducen el riesgo de caídas y fracturas óseas, por lo que en el presente estudio de acuerdo a los resultados obtenidos, los jugadores de raza blanca podrían sufrir mayores probabilidades de riesgo de fracturas en relación a los de raza negra. En este sentido, estudios previos informaron que las tasas más altas de fractura se produjeron en hombres blancos, y en menor proporción entre los negros, hispanos y asiáticos⁴¹⁻⁴⁵; aunque es necesario considerar algunos factores relacionados que pueden influir como la genética, estilo de vida y la nutrición⁴⁶⁻⁴⁷, respectivamente. Por lo tanto, destacamos que la valoración de la estructura ósea en futbolistas profesionales es de suma relevancia, ya que permite diagnosticar el estado de la estructura ósea, así como prevenir probables fracturas antes y durante el periodo preparatorio y el periodo competitivo.

El estudio presenta varias limitaciones, dentro de las cuales, podemos destacar la selección de la muestra fue de tipo no-probabilístico (accidental), el cual traería consigo sesgo en los resultados, por lo que los resultados se limitan al grupo estudiado sin capacidad de generalización a otras realidades. A su vez, la información dietética y los hábitos en la alimentación no fueron valoradas en el estudio. Tales variables, hubieran posibilitado una mejor caracterización del grupo, así como la comparación de la cantidad de energía consumida, ingesta de calcio y vitamina D entre ambos grupos. Inclusive, posibles asociaciones con el estructura ósea podrían explicar mejor los resultados obtenidos; aunque por lo general, como indica Laabes et al.²⁷ no habría razones para creer que la ingesta de calcio de los atletas podrían diferir de la población en general. En este sentido, sugerimos futuros estudios que impliquen mediciones bioquímicas como los marcadores de recambio óseo (NTX), comparar en función de las posiciones de juego, valorar el estructura ósea en otras regiones anatómicas y desarrollar estudios experimentales que permitan verificar los cambios antes y después de una pre-temporada. Además es necesario desarrollar estudios referenciales para nuestro medio con la intención de

proponer puntos de corte para deportes de medio impacto como el caso del fútbol, puesto que esta modalidad es un deporte que es practicado en todo el mundo en diversas latitudes, áreas geográficas, ámbitos socioculturales y con marcados hábitos alimenticios.

Conclusiones

Los jugadores de raza negra presentan mejor estructura ósea en las falanges de la mano no-dominante que sus similares de raza blanca. Estos resultados sugieren que los jugadores de raza blanca podrían presentar mayores posibilidades de fracturas en dicha región anatómica, sin embargo, debido al tipo de selección de la muestra, los resultados podrían carecer de validez externa, por lo que deben ser analizados con cautela.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Andreoli A, Monteleone M, Van Loan M, Promenzio L, Tarantino U, De Lorenzo A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2001; 33(4): 507-511.
2. Stevens A, Lowe J. *Histología Humana*. Harcourt Brace. Madrid; 1998.
3. Halaba P, Bursa J, Kostowska Kapłon U, Pluskiewicz W, Marciniak S, Drzewiecka U. Phalangeal quantitative ultrasound measurements in former preterm children aged 9-11 years. *The British Journal of Radiology.* 2007; 80: 401-405.
4. Marcus R. Role of exercise in preventing and treating osteoporosis. *Rheum Dis Clin North Am.* 2001; 27: 131-41.
5. Peña Arrebola A. Efectos del ejercicio sobre la masa ósea y la osteoporosis. *Rehabilitación.* 2003; 37(6): 339-53.
6. Grynblas MD. The role of bone quality on bone loss and bone fragility. In: Agarwal SC, Stout SD, editors. *Bone loss and osteoporosis: an anthropological perspective*. New York: Kluwer Plenum Academic Press; 2003. pp. 33-44.
7. Dalsky GP. Effect of exercise on bone: permissive influence of estrogen and calcium. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1990; 22: 281-285.
8. Kelly PJ, Eisman JA, Sambrook PN. Interaction of genetic and environmental influences on peak bone density. *Osteoporosis Int.* 1990; 1: 56-60.
9. Wagner DR, Heyward VH. Measures of body composition in blacks and whites: a comparative review. *Am J Clin Nutr.* 2000; 71: 1392-402.
10. Pluskiewicz W, Halaba Z, Chełmecka L, Drozdowska B, Sońta-Jakimczyk D, Karasek D. Skeletal status in survivors of acute lymphoblastic Leukemia assessed by quantitative ultrasound at the Hand phalanges: a longitudinal study. *Ultrasound in Med. & Biol.* 30(7): 893-898, 2004.
11. Pettersson U, Nordström P, Alfredson H, Henriksson-Larsén K, Lorentzon R. Effect of high impact activity on bone mass and size in adolescent females: A comparative study between two different types of sports. *Calcif Tissue Int.* 2000; 67: 207-14.
12. Chilibeck PD, Sale DG, Webber CE. Exercise and bone mineral density. *Sports Med.* 1995; 19: 103-122.
13. Nindl BC, Kraemer WJ, Emmert WH, et al. Comparison of body composition assessment among lean black and white male collegiate athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1998; 30(5): 769-776.
14. Nazarian AB, Khayambashi K, Rahnama N, Salamat MR. The Comparison of Bone Mineral Density in Lumbar Spines and Femoral Bone between Professional Soccer Players and Non-Athlete Subjects. *World J. Sport Sci.* 2009; 2(2): 106-111.
15. Emslander HC, Sinaki M, Muhs JM, et al. Bone mass and muscle strength in female college athletes (runner and swimmers). *Clin. Proc.* 1998; 73: 1151-1160.

16. Petterson U, Nordstrom P, Lorentzon R. A comparison of bone mineral density and muscle strength in young male adults with different exercise level. *Calcif. Tissue Int.* 1999; 64: 490-498.
17. O'Connor JA, Lanyon LE, Macfie H. The influence of strain rate on adaptive Bone remodelling. *J Biomechanics.* 1982; 15: 761-781.
18. Bouxsein ML, Marcus R. Overview of exercise and bone mass. *Rheum Dis Clin North Am.* 1994; 20: 787-99.
19. Block JE, Friedlander AL, Brooks GA, Steiger P, Stubbs HA, Genant HK. Determinants of bone density among athletes engaged in weight-bearing and non-weight-bearing activity. *J. Appl. Physiol.* 1989; 67: 1100 -1105.
20. Karlsson MK, Linden C, Karlsson C, Johnell O, Obrant K, Seeman E. Exercise during growth and bone mineral density and fractures in old age. *Lancet.* 2000; 355: 469-470.
21. Karlsson MK, Magnusson H, Karlsson C, Seeman E. The duration of exercise as a regulator of bone mass. *Bone.* 2001; 28: 128-132.
22. Rienzi T, Drust B, Reilly T, Carter JEL, Martin A. Investigation of anthropometrical and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.* 2000; 40: 162-169.
23. Silvestre R, Kraemer WJ, West C, Jedelson DA, Spiering BA, Vingren JL, Hatfield DL, Anderson JM, Maresh CM. Body composition and physical performance during a National Collegiate Athletic Association Division I men's soccer season. *J Strength Cond Res.* 2006; 20(4): 962-970.
24. Carling C, Orhant E. Variation in body composition in professional soccer players: interseasonal and intraseasonal changes and the effects of exposure time and player position. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(5): 1332-1339.
25. Wilmore JH. Sports Medicine. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R. (eds). *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign, IL: Human Kinetics, 1988. pp.155-159.
26. Drozdowska B, Munzer U, Adamczyk P, Pluskiewicz W. Skeletal Status Assessed by Quantitative Ultrasound at the Hand Phalanges in Karate Training Males. *Ultrasound in Medicine and Biology.* 2011; 37(2): 214-219.
27. Laabes EP, Vanderjagt DJ, Obadofin MO, Sendeh AJ, Glew RH. Assessment of the bone quality of black male athletes using calcaneal ultrasound: a cross-sectional study. *Nutrition & Metabolism.* 2008; 5: 13.
28. Prado WI, Botero JP, Fernandes Guerra RL, Lopes Rodrigues C, Cuvello LC, Dâmaso AR. Perfil antropométrico e ingestão de macronutrientes em atletas profissionais brasileiros de futebol de acordo com suas posições. *Rev Bras Med Esporte.* 2006; 12(2): 61-65.
29. Barbosa Coelho D, Gomes Coelho L, Figueiredo Morandi R, Ferreira Junior JB, Bouzas JC, Sales Prado L, Dias Soares D, Silami-Garcia E. Effect of player substitutions on the intensity of second-half soccer match play. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2012; 14(2): 183-191.
30. Ruffing JA, Cosman F, Zion M, Tendy S, Garrett P, Lindsay R, Nieves JW. Determinants of bone mass and bone size in a large cohort of physically active young adult men. *Nutrition & Metabolism.* 2006; 3: 14.
31. Wittich A, Mautalen CA, Oliveri MB, Bagur A, Rotemberg E. Professional football (soccer) players have a markedly greater skeletal mineral content, density and size than age- and BMI matched controls. *Calcif Tissue Int.* 1998; 63: 112-117.
32. Ettinger B, Sidney S, Cummings SR, et al. Racial differences in bone density between young adult black and white subjects persist after adjustment for anthropometric, lifestyle, and biochemical differences. *J Clin Endocrinol Metab.* 1997; 82: 429-34.
33. Sutton L, Scott M, Wallace J, Reilly T. Body composition of English Premier League soccer players: Influence of playing position, international status, and ethnicity. *Journal of Sports Sciences.* 2009; 27(10): 1019-1026.
34. Calbet JA, Dorado C, Diaz-Herrera P, Rodríguez-Rodríguez LP. High femoral bone mineral content and density in male football (soccer) players. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2001; 33: 1682-1687.
35. Wittich A, Oliveri MB, Rotemberg E, Mautalen C. Body composition of professional football (soccer) players determined by dual X-ray absorptiometry. *Journal of Clinical Densitometry.* 2001; 4: 51-55.

36. Sabo D, Bernd L, Pfeil J, Reiter A. Bone quality in the lumbar spine in high-performance athletes. *Eur Spine J.* 1996; 5(4): 258-63.
37. Carter DR, Orr TE. Skeletal development and bone functional adaptation. *J of Bone and Mineral Research.* 1992; 7: 389-395.
38. Bagur-Calafat C. Deporte y masa ósea (II). Características del ejercicio físico que condicionan el modelado y remodelado óseo. *APUNTS. Medicina de E'Esport.* 2007; 154: 92-98.
39. Fredericson M, Chew K, Ngo J, Cleek T, Kiratli J, Cobb K. Regional bone mineral density in male athletes: a comparison of soccer players, runners and controls. *Br J Sports Med.* 2007; 41(10): 664-668.
40. Helge EW, Aagaard P, Jakobsen MD, Sundstrup E, Randers MB, Karlsson MK, Krstrup P. Recreational football training decreases risk factors for bone fractures in untrained premenopausal women. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports.* 2010; 20: 31-39.
41. Silverman SL, Madison RE. Decreased incidence of hip fracture in Hispanics, Asians, and Blacks: California Hospital Discharge Data. *Am J Public Health.* 1988; 78: 1482-1483.
42. Anderson JJB, Pollitzer WS. Ethnic and genetic differences in susceptibility to osteoporotic fractures. *Adv Nutr Res.* 1994; 9: 129-149.
43. Lauderdale DS, Jacobsen SJ, Furner SE, Levy PS, Brody JA, Goldberg J. Hip fracture incidence among elderly Asian-American populations. *Am J Epidemiol.* 1997; 146: 502-509.
44. Lauderdale DS, Jacobsen SJ, Furner SE, Levy PS, Brody JA, Goldberg J. Hip fracture incidence among elderly Hispanics. *Am J Public Health.* 1998; 88: 1245-1247.
45. Henry YM, Eastell R. Ethnic and gender differences in bone mineral density and bone turnover in young adults: effect of bone size. *Osteoporos Int.* 2000; 11: 512-517.
46. Cooper C, Campion G, Melton LJ. Hip fractures in the elderly: a world-wide projection. *Osteoporosis Int.* 1992; 2(6): 285-289.
47. Pollitzer WS, Anderson JJB. Ethnic and genetic differences in bone mass: A review with a hereditary vs. environmental perspective. *Am J Clinical Nutrition.* 1989; 50: 1244-1259.

Estudo 2 – Artigo submetido à Revista *Apunts Medicina de l'Esport* no mês de abril de 2012.

Título: Parámetros hematológicos de futbolistas profesionales durante el periodo competitivo.

Thiago Santi Maria^{a,b} y Miguel de Arruda^{a,*}

^a *Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, Brasil*

^b *Associação Atlética Ponte Preta, Campinas-SP, Brasil*

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: miguela@fef.unicamp.br (M. Arruda).

Resumen

Objetivo: El objetivo del estudio fue describir y comparar los parámetros hematológicos de futbolistas de élite durante el periodo competitivo en función de las posiciones de juego y determinar la prevalencia de anemia.

Muestra: Participaron del estudio 38 futbolistas profesionales de un Club profesional de la Liga Nacional de Fútbol de primera división de Brasil (Sao Paulo). Se conformaron seis grupos para realizar las comparaciones: Porteros, defensa lateral, defensa central, volante lateral, volante central y atacantes. La recolección de los datos corresponde al inicio del periodo competitivo.

Métodos: Todas las evaluaciones antropométricas, hematológicas y del VO_{2max} fueron evaluadas en el primer día. Para determinar los parámetros hematológicos se utilizó muestras de sangre de la vena cubital en ayunas. El análisis de varianza Bomferroni *Post hoc* se utilizó para las comparaciones estadísticas entre las posiciones de juego.

Resultados: No hubo diferencias significativas entre las posiciones de juego en los tres parámetros hematológicos (conteo de glóbulos rojos, Hematocrito y Concentración de Hemoglobina). A su vez, no se observó prevalencia de anemia entre los jugadores.

Conclusión: Por lo tanto, los resultados sugieren que no hay diferencias en el conteo de glóbulos rojos, Hematocrito y Concentración de Hemoglobina entre los jugadores de diferentes posiciones de juego. Se asume que estos resultados podrían deberse a las características del programa de entrenamiento que desarrollaban los jugadores, aunque no se descarta la posibilidad del estricto cumplimiento de dietas equilibradas por parte de los jugadores.

PALABRAS CLAVE: Fútbol; Parámetros hematológicos; Profesionales.

Hematological parameters of professional soccer players during a competitive season

Abstract

Objective: The study objective was describe and compare the hematological parameters of professional`s soccer players during the competitive period on function of the game positions and determine the anemia prevalence.

Sample: Participated of the study 38 professional soccer players of a National Soccer Club of the Brazilian first division. They were divided in six groups for the realization of the comparisons: Goalkeepers, right and left backs, center backs, defensive midfielders, offensive midfielders and strikers. The collection was made in the beginning of the competitive period.

Method: All the anthropometrics valuation, hematological and the $VO_{2\text{máx}}$ were made on the first day. To determine the hematological parameters it was used a sample of blood of the cubital vein in fasting. The analysis of variance Bomferroni *Post hoc* it was used for the statistical comparisons between the game positions.

Results: There were no significant differences between the game positions in the three hematological parameters (Count of red blood cells, hematocrit and hemoglobin concentration). Nevertheless, here was no prevalence of anemia between the players.

Conclusion: Therefore, the results suggest that there are no differences in the Count of red blood cells, hematocrit and hemoglobin concentration between players of game positions. It is assumed that these results may be due to the characteristics of the training program that developed the players, but do not discard the possibility of strict enforcement of balanced diets on the part of players.

KEYWORD: Soccer; Hematological parameters; Professional.

Introducción

El fútbol es el deporte más popular de los deportes, y se está expandiendo en todas las naciones del mundo sin excepción¹. El rendimiento en el fútbol depende de un sinnúmero de factores, tales como técnicos/biomecánicos, táctica, mental y áreas fisiológicas². Aspectos tales como la experiencia, la composición corporal, resistencia y equilibrio, la potencia aeróbica y anaeróbica son importantes en la evaluación de los jugadores de fútbol de élite¹, inclusive, los parámetros hematológicos puede ser cruciales para predecir el rendimiento físico óptimo³; pues de hecho, en los últimos años, gran parte de las investigaciones se han centralizado en el estudio de variables antropométricas⁴, composición corporal^{5,6} y el perfil físico y fisiológico^{1,5,7} del futbolista de elite. Sin embargo, muy poca atención se le ha dado a la valoración y monitorización de los parámetros hematológicos en futbolistas profesionales; puesto que el seguimiento y la monitorización de los atletas según Schumacher et al.³ es fundamental para identificar el buen estado de salud a partir de parámetros hematológicos. A su vez, la estabilidad de los índices del estado hematológico puede ser considerada como determinantes claves del rendimiento deportivo.

Por lo tanto, los valores de los parámetros hematológicos se ven afectados por varios factores, incluso en poblaciones aparentemente sanos. Estos factores son: el tipo de entrenamiento^{3,8}, edad, sexo, origen étnico, la constitución corporal y social, nutricional y factores ambientales, especialmente la altitud⁹⁻¹¹. En este sentido, todo parece indicar que existe un consenso en la literatura acerca de la disminución del hematocrito, la concentración de hemoglobina y el recuento de glóbulos rojos (eritrocitos) inducido por el entrenamiento de la resistencia^{3,12}, puesto que la mayoría de los estudios que valoran los parámetros hematológicos en deportistas están basados en modalidades específicas que implican entrenamientos de resistencia y fuerza³. Sin embargo, en deportes colectivos como el fútbol, donde el perfil de la actividad y las demandas físicas se relacionan directamente con el ejercicio intermitente muy pocos estudios se han realizado en ese sentido.

Objetivos

El objetivo del estudio fue describir y comparar los parámetros hematológicos de futbolistas profesionales durante el periodo competitivo en función de las posiciones de juego y determinar la prevalencia de anemia.

Material y Métodos

Sujetos

Participaron del estudio 38 futbolistas profesionales de un Club profesional de la Liga Nacional de Fútbol de primera división de Brasil (Sao Paulo) con un promedio de edad de $24,6 \pm 3,9$ años, con un rango de edad entre 19-33 años, con un promedio de $7,01 \pm 3,9$ años de experiencia profesional como jugadores de futbol y en general el numero de sesiones de entrenamiento por semana era de 8-10 sesiones/semana con al menos 2 horas de entrenamiento por sesión. El programa de entrenamiento fue diseñado por la comisión Técnica del Club de Futbol, donde consideraron un volumen de entrenamiento de 16 horas/semana. Los contenidos programados para el periodo competitivo constó de: preparación física, técnica, táctica, estrategia y evoluciones. Todos los trabajos fueron desarrollados con intensidades de baja (50-60% del ritmo cardíaco máximo), media (70-80% del ritmo cardíaco máximo) y alta intensidad (80-90% del ritmo cardíaco máximo). En suma, el modelo de entrenamiento, tanto para los microciclos y mesociclos fue el ATR: acumulación, transformación y realización.

La selección de la muestra fue no-probabilística de tipo accidental, dado que se consideró a la totalidad de los jugadores inscritos como jugadores profesionales dentro de la Federación Brasileira de Futbol profesional.

La recolección de los datos corresponde al inicio del periodo competitivo del campeonato Brasileiro de Fútbol (Mayo 2011). Las evaluaciones fueron realizadas como parte de la rutina de los exámenes médicos, bioquímicos, físicos, técnicos, tácticos y psicológicos que el club programa durante todas las temporadas. Para el estudio se conformó seis grupos según las posiciones de juego en: Porteros, defensa central y lateral, volante central y lateral y atacantes. Se incluyeron en el estudio a todos los futbolistas que se encontraban en buenas condiciones de salud y se excluyeron a los presentaban síntomas de resfrío y lesiones deportivas.

Todas las evaluaciones antropométricas y hematológicas fueron evaluadas en el primer día en el periodo de la mañana (8,00–9,00h) en un laboratorio cerrado manteniendo una temperatura entre 20°C a 24°C. Ambos protocolos de evaluación fueron aprobados por el comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Estadual de Campinas, Sao Paulo (Brasil). Todos los jugadores fueron informados sobre los procedimientos de evaluación y firmaron la ficha de consentimiento.

Procedimientos

La evaluación de los parámetros hematológicos se realizaron en ayuno en el periodo de la mañana (8,00–9,00h) en un laboratorio cerrado, luego se evaluó las variables antropométricas y el VO_{2max} a través de una prueba de campo en grama natural.

Para determinar los recuento de glóbulos rojos ($\times 10^6/\mu l$) (RGR), Hematocrito (%) (Hct) y concentración de Hemoglobina (g/dl) (Hb) se utilizó muestras de sangre de la vena cubital en ayunas, cuya muestra de 10ml fue recolectada en recipientes de plástico estéril con anticoagulante (EDTA K3) incorporado en sus paredes como lo sugieren algunos estudios^{13,14}. En todos los casos un mismo evaluador con amplia experiencia estuvo a cargo de los procedimientos de recolección. El análisis se determinó por medio del Sysmex analizador hematológico automatizado XT-2000 (Sysmex Corporation, Kobe, Japón). El Error Técnico de medida intra-evaluador mostró valores inferiores al 1%.

En el laboratorio, la Estatura se midió con un estadiómetro (Holtain) con precisión de 0,1 cm, mientras que la masa corporal se obtuvo con una precisión de 0,1 kg con una balanza calibrada de marca Tanita. Los sujetos fueron medidos desnudos en el mismo estado

de hidratación y de nutrición, cuya valoración fue realizada después de la micción. Cuatro pliegues cutáneos fueron medidos utilizando un compás de pliegues cutáneos Lange. La presión de alto nivel de la zapata se comprobó de acuerdo a las especificaciones del fabricante y se mantuvo constante en 10 g/cm^2 . Las medidas fueron tomadas en la zona del tríceps, sub-escapular, supra-ilíaco y de la pantorrilla (mm). Los puntos anatómicos se identificaron y se midieron de acuerdo con las sugerencias de Wilmore¹⁵. Se aplicó dos mediciones en cada punto anatómico con la intención de verificar la fiabilidad de las medidas intra-observador (coeficiente de fiabilidad CR = 98,5%). El porcentaje de grasa se determinó de acuerdo con la fórmula de Siri¹⁶: $\%GC = (495/DC) - 450$. La densidad corporal fue determinada por la ecuación propuesta por Petroski¹⁷, donde: $DC = 1,10726863 - 0,00081201 (\text{Tríceps} + \text{Sub-escapular} + \text{Supra-ilíaco} + \text{Pantorrilla}) + 0,00000212 (\text{Tríceps} + \text{Sub-escapular} + \text{Supra-ilíaco} + \text{Pantorrilla})^2 - 0,00027884 (\text{edad})$. Los valores de masa libre de grasa y la masa grasa se obtuvieron a partir de las medidas de grasa corporal estimada y la masa corporal total.

Para la valoración del Yo-Yo Intermittent Recovery Test (Yo-Yo IR2) se utilizó los procedimientos sugeridos por Bangsbo^{18,19}. El test consiste en repetir $2 \times 20\text{m}$ corriendo en un sentido de ida y vuelta entre la línea de salida. La velocidad de corrida es cada vez mayor y es controlada por sonidos de audio que son emitidos desde un equipo o computador. Entre cada ida y vuelta, los sujetos tienen un período de 10 segundos de descanso activo, que consta en trotar en un espacio de $2 \times 5\text{m}$. Cuando los sujetos no llegaron conjuntamente con el sonido o no lograron llegar a la meta en el tiempo, la distancia recorrida se registra y representa el resultado. Para obtener el consumo máximo de oxígeno se utilizó la siguiente ecuación²⁰: $VO_{2\text{max}} (\text{mL}/\text{min}/\text{kg}) = \text{IR2 distancia (m)} \times 0,0136 + 45,3$. Respecto a la capacidad de reproductibilidad varios estudios evidenciaron razonable reproductibilidad^{21,22}, por lo que se debe tener en cuenta que es una prueba exhaustiva y engloba componentes psicológicos que pueden variar y afectar el rendimiento de manera diferente sobre una base diaria.

Antes de la realización del test, todos los jugadores efectuaron ejercicios de calentamiento por un lapso de 10-15 minutos utilizando zapatos de futbol para gras natural. Durante toda la prueba, los jugadores fueron alentados y motivados a rendir al máximo de sus posibilidades.

Análisis estadístico

Todos los resultados se presentan como promedios y desviaciones estándar (media \pm DE) calculados por procedimientos convencionales a menos que se indique lo contrario. Todos los cálculos se realizaron utilizando Microsoft Excel y el software estadístico SSPS 19 (Chicago, IL, EE.UU.). Un análisis de una vía de la varianza (ANOVA) fue utilizado para examinar los cambios en los valores medios para cada posición específica de los jugadores, y el ajuste de Bonferroni para comparaciones múltiples. Todos los datos fueron normalizados a través del test de Shapiro-Wilk.

Resultados

Tabla 1 Características antropométricas y fisiológicas de los sujetos estudiados (promedio \pm DE).

	Promedio	DE
Peso (kg)	78,9	6,1
Estatura (cm)	179,4	6,9
Grasa corporal (%)	10,8	2,5
Masa Grasa (kg)	8,7	2,6
Masa Libre de Grasa (kg)	70,1	4,3
VO _{2max} (mL/kg/min)	51,5	1,1

La tabla 1 muestra las variables de peso, estatura, % de grasa, masa grasa, masa libre de grasa y el VO_{2max} que caracterizan la muestra estudiada. En la tabla 2 se observan las variables de edad, experiencia profesional y los parámetros hematológicos de Recuento de glóbulos rojos, hematocrito y la concentración de hemoglobina. Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas entre las posiciones de juego en las cinco variables estudiadas. Estos resultados evidencian que el grupo de jugadores estudiados presentan una relativa homogeneidad entre ellos, a pesar de que los defensores centrales muestran una ligera superioridad en la edad y experiencia profesional en relación a las demás posiciones de juego, a su vez, los Porteros muestran valores ligeramente inferiores en los parámetros hematológicos en relación a las demás posiciones de juego.

Tabla 2 Parámetros hematológicos de la élite del fútbol jugador profesional en función de la posición de juego (n = 38).

	N	Edad (años)	Experiencia (años)	Conteo de glóbulos rojos (x106/ μ l)	Hematocrito (%)	Concentración Hemoglobina (g/dl)
Porteros	5	23,7 \pm 5,6	5,7 \pm 4,6	4,9 \pm 0,4	43,4 \pm 3,3	14,1 \pm 0,4
Defensa lateral	6	22,6 \pm 2,6	5,0 \pm 3,2	5,2 \pm 0,3	45,4 \pm 1,4	14,8 \pm 0,5
Defensa central	6	26,0 \pm 4,5	8,5 \pm 4,2	5,1 \pm 0,3	44,0 \pm 1,7	14,6 \pm 0,2
Volante central	8	25,6 \pm 2,9	7,8 \pm 2,3	5,1 \pm 0,3	45,1 \pm 3,7	14,7 \pm 0,9
Volante lateral	6	25,0 \pm 3,3	7,2 \pm 3,9	5,1 \pm 0,1	43,6 \pm 1,1	14,2 \pm 0,3
Atacantes	7	24,3 \pm 4,7	7,3 \pm 4,9	5,3 \pm 0,4	44,9 \pm 1,9	14,6 \pm 0,6
Total	38	24,6 \pm 3,9	7,0 \pm 3,9	5,1 \pm 0,3	44,5 \pm 2,4	14,5 \pm 0,6
p		0,6741	0,6694	0,4021	0,6286	0,5145

Discusión

Las variables antropométricas y el fraccionamiento de la composición corporal (dos componentes) de los jugadores de fútbol del presente estudio de forma general son similares a estudios internacionales^{4-6,23} y muestran ligera superioridad en relación a estudios nacionales^{24,25}. Sin embargo, respecto a la edad, los jugadores de nuestro estudio muestran valores inferiores en relación a estudios internacionales^{1,4} a su vez, en cuanto a los años de experiencia profesional varios estudios internacionales^{26,27} evidenciaron valores similares a los encontrados en el presente estudio. En general, estos resultados de alguna forma confirman que jugadores de alto nivel son

relativamente homogéneos en cuanto a sus características morfológicas²⁸, salvo ligeras diferencias que podrían ser atribuidas a aspectos como las técnicas, procedimientos, y equipamientos utilizados durante la valoración antropométrica. Aunque no se descarta la posibilidad de factores étnicos y raciales que podrían afectar el tamaño corporal de los jugadores.

Parámetros hematológicos

En el presente estudio se investigó a jugadores Brasileños de fútbol profesional debido a la falta de información respecto a los parámetros hematológico durante el periodo competitivo en función de la posición de juego y de forma conjunta. En este sentido, respecto a las posiciones de juego no se observó diferencias significativas en el RGR, Hct, y Hb cuando se comparó entre las seis posiciones de juego (porteros, defensas centrales, defensa lateral, volante central y lateral y atacantes). De hecho, los porteros mostraron una ligera tendencia a la disminución en los parámetros hematológico en relación a las demás posiciones de juego, aunque esas diferencias según el análisis estadístico (ANOVA) no fue significativo, por lo que estos resultados sugieren que jugadores de fútbol profesional no evidenciaron diferencias respecto a los parámetros hematológicos.

En general, varios estudios utilizando atletas de deportes colectivos como Rugby²⁹ y el Hockey³⁰ muestran valores promedios relativamente superiores a los del presente estudio, a su vez, en deportes de resistencia y fuerza Schumacher et al.³ verificó valores sorprendentemente mayores en relación a los del presente estudio; sin embargo, los valores de RGR ($5,1 \pm 0,3 \times 10^6/\mu\text{l}$), Hct ($44,5 \pm 2,4\%$) y Hb ($14,5 \pm 0,6 \text{g/dl}$) fueron similares respecto a los futbolistas serbios⁸ y cuando se comparó con futbolistas Brasileños²⁵ que desarrollaban un similar programa de entrenamiento, los valores del presente estudio son mayores en las tres pruebas (RGR, Hct y Hb), respectivamente. Evidentemente estas diferencias entre atletas de diferentes modalidades deportivas probablemente puedan diferir principalmente al tipo y a la intensidad del entrenamiento. Aunque no se descarta la posibilidad de variaciones respecto a las técnicas, procedimientos y tipos de equipamientos utilizados durante las evaluaciones.

De cualquier forma, varios autores como Weight et al.³¹, Schumacher et al.³ y Mayr et al.³⁰ han realizado múltiples intentos por establecer valores referenciales en muestras de deportistas, sin embargo, hasta la fecha no existe un consenso definido entre los investigadores respecto a los parámetros hematológicos en poblaciones de deportistas. En este sentido, varios estudios sugieren que la disminución de la hemoglobina y el hematocrito durante una temporada es una señal de esfuerzo físico intenso y pesado, sobre todo en deportes de resistencia³³ como el ciclismo y triatlón³⁴, inclusive en deportes como el fútbol³⁵, a pesar de ser considerado un juego en el que predomina el componente aeróbico y anaeróbico³⁶, diferente a las demás modalidades deportivas indicadas.

Desde esa perspectiva, la estabilidad de los índices del estado hematológico en individuos deportistas dependerá de la administración de la carga del entrenamiento (volumen e intensidad), puesto que la monitorización regular de los parámetros hematológicos en deportistas de elite durante una temporada se esbozan como posibles ocurrencias de deficiencia de hierro y anemia³⁷. Por lo tanto, teniendo en cuenta que la esperanza de vida de los glóbulos rojos o eritrocitos ascienden a unos 100-120 días^{38,39}, la medición de los parámetros hematológicos podría ser valorada con una frecuencia de 4 meses aproximadamente. A su vez, los indicadores de hemoglobina y hematocrito son las variables que se relacionan directamente con el volumen e intensidad del entrenamiento⁴⁰, así como sus rangos de referencia posibilitan usos adecuados³⁵ en poblaciones de deportistas y no deportistas; por lo que deberían ser considerados dentro de los programas de valoración deportiva.

Por otro lado, respecto a la prevalencia de anemia, varios estudios evidenciaron deficiencia de hierro entre atletas⁴¹, determinándose por ejemplo en futbolistas aproximadamente 15% de anemia⁴² y entre 11-14% a lo largo de una temporada según lo informado por Ostojic y Ahmetovic⁸ en futbolistas Profesionales Serbios. En este sentido, en el presente estudio, no se observó casos de deficiencia de hierro, puesto que todos los futbolistas se encontraban por encima de los valores recomendados por la Organización Mundial de Salud⁴³, considerando como límites de normalidad (>13,0g/dl de Hemoglobina). Desde esa perspectiva, la nula prevalencia de anemia observada en el presente estudio, probablemente se deba a una adecuada dosificación de la carga de trabajo durante el periodo competitivo, en el que se desarrolló contenidos técnicos, tácticos y físicos con un volumen semanal de 16 horas cronológicas, aunque una adecuada alimentación y una suplementación adicional de nutrientes por parte de los futbolistas podría contrarrestar el déficit de hierro. Tales variables no fueron controladas en el estudio, por lo que dicha información hubiera sido de gran ayuda para analizar de mejor forma nuestros resultados.

Por lo tanto, de esa forma, respecto a las limitaciones del estudio, destacamos que no se pudo controlar el tipo de alimentación, la suplementación de nutrientes y el grado de hidratación de los futbolistas, puesto que tales variables podrían producir sesgo en los resultados, inclusive, la selección de la muestra de tipo accidental (no-probabilística) impide la generalización de los resultados a otras realidades. Por lo tanto, se sugiere futuros estudios valorando los parámetros hematológicos a partir de estudios longitudinales y experimentales que permitan un mejor control de variables.

Conclusiones

De forma general, los resultados sugieren que no hubo diferencias de RCB, Hct y Hb en futbolistas profesionales Brasileños en función de las posiciones de juego. Tales parámetros hematológicos se encuentran dentro del rango de los valores normales, no evidenciándose de esta forma casos de anemia entre los futbolistas. Se asume que estos resultados podrían deberse a las características del programa de entrenamiento que desarrollaban los jugadores durante el inicio del periodo competitivo, aunque no se descarta la posibilidad del estricto cumplimiento de dietas equilibradas o hasta la suplementación de nutrientes por parte de los jugadores. Por lo tanto, desde el punto de vista práctico, estas informaciones son relevantes para las comisiones técnicas de los equipos de fútbol, a través del cual, se podría seleccionar y dirigir la carga de trabajo durante el periodo competitivo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Sporis, G, Jukic, I, Ostojic, SM, Milanovic, D. Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players. *J Strength Cond Res*, 2009; 23(7): 1947-1953.
2. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of Soccer - An Update. *Sports Med*. 2005; 35(6): 501-536.
3. Schumacher YO, Schmid A, Grathwohl D, Bultermann D, Berg A. Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2002; 34: 869-875.
4. Rienzi T, Drust B, Reilly T, Carter JEL, Martin A. Investigation of anthropometrical and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2000; 40: 162-169.

5. Silvestre R, Kraemer WJ, West C, Jedelson DA, Spiering BA, Vingren JL, Hatfield DL, Anderson JM, Maresh CM. Body composition and physical performance during a National Collegiate Athletic Association Division I men's soccer season. *J. Strength Cond. Res.* 2006; 20(4): 962-970.
6. Carling C, Orhant E. Variation in body composition in professional soccer players: interseasonal and intraseasonal changes and the effects of exposure time and player position. *J Strength Cond Res.* 2010; 24(5): 1332-1339.
7. Ostojic SM. Elite and nonelite soccer players: preseasonal physical and physiological characteristics. *Research in Sports Medicine.* 2004; 12: 143-150.
8. Ostojic SM, Ahmetovic Z. Indicators of iron status in elite soccer players during the sports season. *Int. Jnl. Lab. Hem.* 2009; 31: 447-452.
9. Frerichs RR, Webber LS, Srinivasan SR, Berenson GS. Hemoglobin levels in children from a biracial Southern community. *Am J Public Health.* 1977; 67: 841-5.
10. Serjeant GR, Grandison Y, Mason K, Serjeant B, Sewell A, Vaidya S. Hematological indices in normal Negro children: a Jamaican cohort from birth to five years. *Clin Lab Haematol.* 1980; 2: 169-78.
11. Evans DM, Frazer IH, Martin NG. Genetic and environmental causes of variation in basal levels of blood cells. *Twin Res.* 1999; 2: 250-7.
12. Convertino VA. Blood volume: its adaptation to endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 1991; 23: 1338-1348.
13. Kuipers H, Brouwer T, Dubravcic-Simunjak S, Moran J, Mitchell D, Shobe J, Sakai H, Stray Gundersen J, Vanhoutvin S. Hemoglobin and hematocrit values after saline infusion and tourniquet. *Int J Sports Med.* 2005; 26: 405-408.
14. Kuipers H, Moran J, Dubravcic-Simunjak S, Mitchell SW, Shobe J, Sakai H, Ambartsumov R. Hemoglobin Level in Elite Speed Skaters from 2000 up to 2005, and its Relationship with Competitive Results. *Int J Sports Med.* 2007; 28: 16-20.
15. Wilmore JH. Sports Medicine. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R. (eds). *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign, IL: Human Kinetics, 1988. pp.155-159.
16. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: Brozek J, Henschel A. (eds). *Techniques for measuring body composition.* Washington: National Academy of Sciences, 1961, pp.223-224.
17. Petroski EL. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para a estimativa da densidade corporal em adultos. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, 1995. 126f.
18. Bangsbo J. *Fitness Training in Football, a scientific approach.* Publisher August Krogh Institute - Copenhagen University, 1994.
19. Bangsbo, J. *Yo-yo Test.* Copenhagen: Ho+Storm, 1996.
20. Bangsbo J, Iaia M, Krustup P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. *Sports Med.* 2008; 38(1): 37-51.
21. Krustup P, Mohr M, Nybo L, et al. The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Med Sci Sports Exerc.* 2006; 38(9): 1666-73.
22. Thomas A, Dawson B, Goodman C. The Yo-Yo test: reliability and association with a 20-m run and $\dot{V} O_2\max$. *Int J Sports Physiol Perf.* 2006; 1: 137-49.
23. Poulmedis P. Isokinetics maximal torque power of Greek elite soccer players. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy.* 1985; 6(5): 293-295.
24. Silva ASR, Santos FNC, Santhiago V, Gobatto CA. Comparison between invasive and non-invasive methods for the determination of the aerobic capacity of professional soccer players. *Brazilian Journal of Sports Medicine.* 2005; 11: 233-237.
25. Silva, ASR, Santhiago V, Papoti M, Gobatto CA. Hematological parameters and anaerobic threshold in Brazilian soccer players throughout a training program. *Int. Jnl. Lab. Hem.* 2008; 30: 158-166.

26. Ostojic, SJ. Seasonal alterations in body composition and sprint performance of elite soccer players. *JEPonline*. 2003; 6(3): 11-14.
27. Mirkov, DM, Nedeljkovic, A, Kukulj, M, Ugarkovic, D, Jaric, S. Evaluation of reliability of soccer-specific field tests. *J Strength Cond Res*. 2008; 22: 1046-1050.
28. Bell W, Rhodes G. The morphological characteristics of the association football player. *Br J Sports Med*. 1975; 9: 196-200.
29. Banfi G, del Fabbro M, Mauri C, Corsi MM, Melegati G. Haematological parameters in elite rugby players during a competitive season. *Clinical and Laboratory Haematology*. 2006; 28: 183-188.
30. Hinrichs T, Franke J, Voss S, Bloch W, Schänzer W, Platen P. Total hemoglobin mass, iron status, and endurance capacity in elite field hockey players. *J Strength Cond Res*. 2010; 24(3): 629-638.
31. Weight LM, Klein M, Noakes D, Jacobs P. "Sports anemia"- a real or apparent phenomenon in endurance-trained athletes. *Int J Sports Med*. 1992; 13: 344-7.
32. Mayr A, Kuipers H, Falk M, Santer P, Wierer B. Comparison of Hematologic Data in World Elite Junior Speed Skaters and in Non-Athletic Juniors. *Int J Sports Med*. 2006; 27: 283-8.
33. Fallon KE, Sivyer G, Sivyer K, Dare A. Changes in haematological parameters and iron metabolism associated with a 1600 kilometre ultramarathon. *British Journal of Sports Medicine*. 1999; 33: 27-31.
34. Rietjens GJ, Kuipers H, Hartgens F, Keizer HA. Red blood cell profile of elite Olympic triathletes. A three-year follow-up. *International Journal of Sports Medicine*. 2002; 23: 391-396.
35. Malcovati L, Pascutto C, Cazzola M. Hematologic passport for athletes competing in endurance sports: a feasibility study. *Hematology*. 2003; 88(5): 570-581.
36. Al-Hazzaa HM, Almuzaini KS, Al-Rafae A, Sulaiman MA, Dafterdar MY, Al-Ghamedi A, Khuraiji KN. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001; 41: 54-61.
37. Banfi G, Dolci A, Freschi M, Verdini C. Immature reticulocyte fraction (IRF) monitored in elite athletes during a whole season. *Clinical and Laboratory Hematology*. 2005; 27: 213-214.
38. Foller M, Huber SM, Lang F. Erythrocyte Programmed Cell Death. *IUBMB Life*. 2008; 60(10): 661-668.
39. Arese P, Turrini F, Schwarzer E: Band 3/ complement-mediated recognition and removal of normally senescent and pathological human erythrocytes. *Cell Physiol Biochem*. 2005; 16: 133-146.
40. Schumacher YO, Grathwohl D, Barturen JM, Wollenweber M, Heinrich L, Schmid A, Huber G, Keul J. Haemoglobin, haematocrit and red blood cell indices in elite cyclists. Are the control values for blood testing valid?. *Int J Sports Med*. 2000; 21: 380-5.
41. Mercer KW, Densmore JJ. Hematologic disorders in the athlete. *Clinics in Sports Medicine*. 2005; 24: 599-621.
42. Resina A, Gatteschi K, Giamberardino MA, Imreh F, Rubenni MG, Vecchiet L. Hematological comparison of iron status in trained top-level soccer players and control subjects. *International Journal of Sports Medicine*. 1991; 12: 453-456.
43. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2011 (http://www.who.int/vmnis/indicators/haemoglobin_es.pdf). Acceso 31/01/2012.

5 CONCLUSÕES

Estudo 1:

Os resultados encontrados no estudo 1 deste presente trabalho mostram que os jogadores de raças negra e branca apresentam valores semelhantes nas características antropométricas de peso corporal, estatura e somatório de dobras. Estes resultados obtidos de forma independente e em grupo (todos) mostram valores semelhantes aos estudos nacionais e internacionais. Esses achados confirmam que jogadores profissionais são relativamente homogêneos em suas características antropométricas, independentemente da raça. Outros fatores importantes de comparação que mostraram homogeneidade entre os grupos são idade e experiência profissional (anos de treinamentos), que refletem o tempo de exposição dos atletas à prática da modalidade futebol.

Em respeito à avaliação da estrutura óssea, mesmo os grupos apresentando homogeneidade em relação às variáveis antropométricas, idade e ao tempo de prática do esporte, os resultados encontrados no estudo 1 mostraram que os jogadores negros possuem uma superioridade, em termos de quantidade e qualidade óssea, medida pela tecnologia QUS nas falanges da mão não-dominante, concluindo-se que os jogadores profissionais de raça negra apresentam uma melhor estrutura óssea em relação aos de raça branca. Sendo assim, estes resultados sugerem que os jogadores brancos que têm maiores chances de fraturas na região anatômica, no entanto, devido ao tipo de seleção da amostra, os resultados podem não ter validade externa, por isso, devem ser analisados com cautela.

Estudo 2:

As variáveis antropométricas e fracionamento de composição corporal dos jogadores de futebol do estudo 2 são semelhantes aos estudos internacionais e mostraram ligeira superioridade em relação aos estudos nacionais. No entanto, em relação à idade, os jogadores do presente estudo mostram valores inferiores em relação aos estudos internacionais, por sua vez, em termos de anos de experiência profissional de vários estudos internacionais apresentaram valores semelhantes aos encontrados no presente estudo. No geral, estes resultados confirmam que de alguma forma os jogadores de alto nível são relativamente homogêneos em termos de suas características morfológicas, com exceção de pequenas diferenças que podem ser atribuídas a fatores com as técnicas, procedimentos e equipamentos utilizados para a avaliação

antropométrica. Apesar de não descartar a possibilidade de fatores étnicos e raciais que podem afetar o tamanho do corpo dos jogadores.

O presente estudo investigou atletas profissionais do futebol, devido à falta de informações sobre os parâmetros hematológicos em relação à posição de jogo e de forma feral (grupo todo de jogadores). A este respeito, a partir das posições de jogo, não foi observada diferença significativa na RGR, Hct e Hb quando comparado entre as seis posições de jogo (goleiros, zagueiros, laterais, volantes, meias e atacantes), mesmo, observando que os goleiros mostraram uma leve tendência de queda nos parâmetros hematológicos em relação às outras posições de jogo, embora essas diferenças por meio de análise estatística (ANOVA) não foram significativas, sendo assim, estes resultados sugerem que os jogadores de futebol profissional não apresentam diferenças em parâmetros hematológicos.

Além disso, no presente estudo, não foi observado nenhum caso de deficiência de ferro, uma vez que todos os jogadores estavam acima dos valores recomendados pela Organização Mundial de Saúde, considerando faixa normal ($> 13,0$ g/dl hemoglobina). A partir dessa perspectiva, a prevalência zero de anemia observada no presente estudo, provavelmente se deu devido à dosagem adequada da carga de trabalho, em que o conteúdo técnico, tático e físico, foi desenvolvido com um volume de 16 horas semanais, embora uma possível alimentação adequada e suplementação adicional de nutrientes pelos jogadores poderiam contrariar os défices de ferro. Estas variáveis nutricionais não foram controladas no estudo, porém, estas informações teriam sido importantes para analisar melhor os nossos resultados.

Em geral, os resultados sugerem que não houve diferença no RGR, Hct e Hb entre os jogadores brasileiros de futebol profissional de acordo com as posições táticas. Tais parâmetros hematológicos estão dentro de valores normais, evidenciando nenhum caso de anemia entre futebolistas. Supõe-se que estes resultados podem ser devidos às características do programa de treino que desenvolveram os jogadores para o início do período competitivo, embora não exclua a possibilidade de estrita adesão a dietas equilibradas ou suplementação de nutrientes pelos jogadores. Portanto, do ponto de vista prático, estas informações são relevantes para as comissões técnicas de times de futebol, através do qual, pode-se selecionar e direcionar o trabalho durante o período competitivo.

6 SUGESTÕES

Nestes contextos estudados podemos ainda sugerir novos estudos com mesma temática, porém usando outras opções para maior conhecimento sobre essas variáveis que interferem no desempenho do futebolista. Assim, torna-se de extrema importância o monitoramento sistemático destas variáveis em diferentes momentos do ciclo anual, possibilitando verificar as alterações de ordem fisiológica, óssea, hematológica, bioquímica e psicológicas. Estudos correlacionais entre essas diferentes variáveis também se tornam necessárias, uma vez que, no momento não existe um simples marcador que possa prevenir as lesões e as quedas de desempenho no esporte.

Nos futuros estudos também será importante verificar como essas diferentes variáveis se comportam em grupos distintos, como: titulares, reservas e os jogadores que não são frequentemente convocados para os jogos. Outra possibilidade de estudo é a divisão dos jogadores por faixas etárias ou pelo percentual de gordura, analisando as variáveis aqui estudadas, com esses diferentes grupos. E por fim, uma última sugestão de estudo, é a comparação dos marcadores sanguíneos e do desempenho físico nos diferentes grupos raciais.

7 LIMITAÇÕES

Foram assumidas as seguintes limitações para o estudo:

- A falta de pesquisas com as variáveis aqui estudadas na modalidade futebol, impossibilitando maior discussão dos resultados encontrados.
- Baixo número de participantes integrantes do estudo, que pode interferir na análise e interpretação dos resultados.
- O tipo de amostra, não probabilística (acidental), pois este tipo de seleção de amostra impede a generalização dos resultados para outras realidades. Caso fosse do tipo probabilística seria mais fácil de reproduzir esse estudo em outros locais.
- A impossibilidade de controle da variável nutricional e dietética, que agiu como variável interveniente.

8 APLICAÇÕES PRÁTICAS

Os estudos relacionados com modalidades desportivas específicas têm como objetivo fornecer subsídios para a melhora e evolução do esporte e dos atletas envolvidos, bem como, proporcionar uma melhor qualidade no que se refere ao treinamento, diminuindo o empirismo muitas vezes praticado.

Logo, o estudo 1, que comparou a estrutura óssea de jogadores negros e brancos, teve como maior relevância, a identificação de grupos de risco durante o período competitivo. E os resultados encontrados sugerem que os jogadores de raça branca podem apresentar maiores possibilidades de lesões por fraturas, pois seus valores de qualidade e quantidade óssea são estatisticamente inferiores.

E o estudo 2, que comparou os parâmetros hematológicos dos jogadores de diferentes posições táticas, mostrou que do ponto de vista prático, estas informações são relevantes para as comissões técnicas das equipes de futebol, através da qual, se poderia selecionar e direcionar a carga de trabalho durante o período competitivo, além de possibilitar uma reestruturação alimentar, quando se diagnosticar a falta de algum nutriente na alimentação de algum atleta avaliado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ADLERCREUTZ, H.; HARKONEN, M.; KUOPPASALMI, K. et al. Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. **Int J Sports Med**. v. 7, n. 1, p. 27-8, 1986.

AL-HAZZAA, H. M.; ALMUZAINI, K. S.; AL-REFAEE, A. S. et al. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v. 41, p. 54-61, 2001.

ALI, A.; WILLIAMS, C.; NICHOLAS, C. W.; FOSKETT, A. The Influence of Carbohydrate-Electrolyte Ingestion on Soccer Skill Performance. **Med Sci Sports Exerc**. v. 39, n. 11, p. 1969-1976, 2007.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand: exercise and fluid replacement. **Med Sci Sports Exerc**. v. 29, p. 1-7, 1996.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: Complicaciones por calor asociadas al esfuerzo durante el entrenamiento y la competencia. **Med Sci Sports Exerc**. v. 39, n. 3, p. 556-572, 2007.

ANANIAS, G. E. O.; KOKUBUN, E.; MOLINA, R. et al. Capacidade funcional, desempenho e solicitação metabólica em futebolistas profissionais durante situação real de jogo monitorado por análise cinematográfica. **Rev Bras Med Esporte**. v. 4, n. 3, p. 87-95, 1998.

ANDREOLI, A.; MONTELEONE, M.; VAN LOAN, M.; PROMENZIO, L.; TARANTINO, U.; DE LORENZO, A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. **Med Sci Sports Exerc**. v. 33, n.4, p. 507-511, 2001.

ARNASON, A.; SIGURDSSON, S. B.; GUDMUNDSSON, A.; HOLME, I.; ENGBRETSSEN, L.; BAHR, R. Physical Fitness, Injuries, and Team Performance in Soccer. **Med Sci Sports Exerc**. v. 36, n. 2, p. 278-285, 2004.

ASCENSÃO, A.; REBELO, A.; OLIVEIRA, E.; MARQUES, F.; PEREIRA, L.; MAGALHÃES, J. Biochemical impact of a soccer match – analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. **Clin Biochem**. v. 41, n. 10-11, p. 841-51, 2008.

BADILLO, J. J. G.; AYESTARÁN, E. G. **Fundamentos do treinamento de força aplicação ao alto rendimento desportivo**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

BALIKIAN, P.; LOURENÇÃO, A.; RIBEIRO, L. F. P.; FESTUCCIA, W. T. L.; NEIVA, C. M. 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.

BALSOM, P. Evaluation of Physical performance. In: EKBLUM, B. J. (ed.). **Football (soccer)**. London: Blackwell, 1994. p.102-123.

BANDYOPADHYAY, A. Anthropometry and body composition in soccer and volleyball players in West Bengal, India. **J Physiol Anthropol**. v. 26, n. 4, p. 501-505, 2007.

- BANGSBO, J. Energy demands in competitive soccer. **Journal of Sports Sciences**. v. 12, p. 5-12, 1994a.
- BANGSBO, J. The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. **Acta Physiologica Scandinavica**. v. 151, n. 619, p. 5-154, 1994b.
- BANGSBO, J. **Yo-yo Test**. Copenhagen: Ho+Storm, 1996.
- BANGSBO, J. **Fútbol: entrenamiento de la condición física en el fútbol**. 4ª ed., Barcelona: Editora Paidotribo, 2008.
- BANGSBO, J.; NORREGAARD, L.; THORSO, F. Activity profile of competition soccer. **Can J Sports Sci**. v. 16, p. 110-116, 1991.
- BANGSBO, J.; LINDQUIST, F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. **International Journal of Sports Medicine**. v. 13, p. 125-132, 1992.
- BANGSBO, J.; MOHR, M. Variations in running speed and recovery time after a sprint during top-class soccer matches. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 37, p. 87, 2005.
- BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. **Journal of Sports Sciences**. v.24, n. 7, p. 665-674, 2006.
- BANGSBO, J.; IAIA, F. M.; KRUSTRUP, P. Metabolic Response and Fatigue in Soccer. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v. 2, p. 111-127, 2007.
- BANGSBO, J.; IAIA, F. M.; KRUSTRUP, P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. **Sports Med**. v. 38, n. 1, p. 37-51, 2008.
- BARBANTI, V. J. Manifestação da força motora no esporte de rendimento. In: BARBANTI, V. J.; AMADIO, A. C.; BENTO, J. O.; MARQUES, A. T. (eds.). **Esporte e atividade física: interação entre rendimento e saúde**. Barueri: Manole, 2002, p.13-26.
- BARREIROS, N. A.; GARGANTA, J. M.; FREITAS, S. P. F.; DUARTE, D. F. T. S.; FONSECA, A. M. L. F. M. O que pensam os treinadores portugueses da 1ª liga sobre a importância da intervenção psicológica no Futebol profissional? **Motriz**. v. 17, n. 1, p. 128-137, 2011.
- BARROS, T. L.; LOTUFO, R. F.; MINE, F. Consumo máximo de oxigênio em jogadores de futebol. **Treinamento Esportivo**. v. 1, n. 1, p. 24-26, 1996.
- BARROS, R. M. L.; MISUTA, M. S.; MENEZES, R. P. et al. Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. **J Sports Sci Med**. v. 6, p. 233-242, 2007.
- BARTSCH, P.; SALTIN, B.; DVORAK, J. Consensus statement on playing football at different altitude. **Scand J Med Sci Sports**. v. 18, n. 1, p. 96-99, 2008.
- BEALL, C. M. Adaptations to altitude: a current assessment. **Annu Rev Anthropol**. v. 30, p. 423-456, 2001.
- BEUNEN, G.; BORMS, J. Cineantropometria: raízes, desenvolvimento e futuro. **Rev Bras Ci Esporte**. v. 4, n. 3, p. 76-97, 1990.

- BILLAT, V. L.; SIRVENT, P.; PY, G. K.; KORALSZTEIN, J. P.; MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state. A bridge between biochemistry, physiology and sport science. **Sports Medicine**. v. 33, p. 407-426, 2003.
- BJORDAL, J. M.; ARNLY, F.; HANNESTAD, B. et al. Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in soccer. **Am J Sports Med**. v. 25, p. 341-5, 1997.
- BLANCO, M.; LANDAETA, M. **Manual de crecimiento y desarrollo**. FUNDACREDESA, Serono, Venezuela, 1988.
- BLOOMFIELD, J.; POLMAN, R.; O'DONOGHUE, P. Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. **Journal of Sports Science and Medicine**. v. 6, p. 63-70, 2007.
- BOHME, M. T. S. Cineantropometria: componentes da constituição corporal. **Revista Brasileira Cineantropometria Desempenho Humano**. v. 2, p. 72-79, 2000.
- BOSCO, C. **A força muscular: aspectos fisiológicos e aplicações práticas**. São Paulo: Phorte, 2007.
- BOSCO, C.; TIHANYI, J.; VIRU, A. Relationships between field fitness test and basal serum testosterone and cortisol levels in soccer players. **Clin Physiol**. v. 16, p. 317-22, 1996.
- BOUCHARD, C.; LORTIE, G. Heritability and endurance performance. **Sports Medicine**. v. 1, p. 38-64, 1984.
- BOUCHARD, C.; MALINA, R. M.; PERUSSE, L. **Genetics of Fitness and Physical Performance**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1997.
- BRANDÃO, R. M. Psicologia do Esporte. In: NETO, A. F. (ed.). **As ciências do esporte no Brasil**. Campinas, Autores Associados, 1995, pp. 133-147.
- BREWER, J.; DAVIS, J. A physiological comparison of English professional soccer players. **J Sports Sci**. v. 10, p. 146-147, 1992.
- BRINK, M. S.; VISSCHER, C.; ARENDS, S.; ZWERVER, J.; POST, W. J.; LEMMINK, K. A. P. M. Monitoring stress and recovery: new insights for the prevention of injuries and illnesses in elite youth soccer players. **Br J Sports Med**. v. 44, p. 809-815, 2010.
- BRODIE, D. A. Techniques of measurement of body composition. **Sport Medicine**. v. 5, p. 11-40, 1988.
- BUCHHEIT, M.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; SIMPSON, B. M.; BOURDON, P. C. Match Running Performance and Fitness in Youth Soccer. **Int J Sports Med**. v. 31, p. 818-825, 2010.
- BULATOVA, M. M.; PLATANOV, V. N. **Entrenamiento em condiciones extremas** (altura, frio y variaciones horarias). Editorial paidotribo, 1998.
- BUNC, V.; PSOTTA, R. Physiological profile of very young soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v. 41, n. 3, p. 337-341, 2001.
- BURKE, L. M.; HAWLEY, J. Fluid balance in team sports – Guidelines for optimal practices. **Sports Med**. v. 24, p. 38-54, 1997.
- CAICEDO, J. G.; MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R. Teste específico para mensurar agilidade em futebolistas e sua correlação com o desempenho no passe em situação real de jogo. **Rev Bras Ci e Mov**. v. 7, n. 2, p. 7-15, 1993.

- CAMPOS, L. M. A.; LIPHAUS, B. L.; SILVA, C. A. A.; PEREIRA, R. M. R. Osteoporose na infância e adolescência. **J Pediatr**. v. 79, n. 6, p. 481-488, 2003.
- CAPRANICA, L.; TESSITORE, A.; GUIDETTI, L.; FIGURA, F. Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. **J Sports Sci**. v. 19, n. 6, p.379-84, 2001.
- CARLING, C.; GALL, F. L.; DUPONT, G. Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. **Journal of Sports Sciences**. v. 30, n. 4, p. 325-336, 2012.
- CASA, D. J. Exercise in the Heat. I. Fundamentals of Thermal Physiology, Performance Implications, and Dehydration. **Journal of Athletic Training**. v. 34, n. 3, p. 246-252, 1999.
- CASAJÚS, J. A. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v. 41, n. 4, p. 463-469, 2001.
- CASTANHEDE, A. L. K.; DANTAS, P. M. S.; FERNANDES FILHO, J. Perfil dermatoglífico e somatotípico de atletas de futebol de campo masculino, de alto rendimento no Rio de Janeiro, Brasil. **Fitness & Performance Journal**. Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 234-239, 2003.
- CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F. M.; CHAMARI, K.; CARLOMAGNO, D.; RAMPININI, E. Aerobic Fitness and Yo-Yo Continuous and intermittent tests performance in soccer players: a correlation study. **J Strength Cond Res**. v. 20, p. 320-325, 2006.
- CHAMARI, K.; HACHANA, Y.; AHMED, Y. B.; GALY, O.; SGHAIER, F.; CHATARD, J. C.; HUE, O.; WISLOFF, U. Field and laboratory testing in young elite soccer players. **Br J Sports Med**. v. 38, p. 191-196, 2004.
- CHAMARI, K.; MOUSSA-CHAMARI, I.; BOUSSAÏDI, L.; HACHANA, Y.; KAOUECH, F.; WISLOFF, U. Appropriate interpretation of aerobic capacity: allometric scaling in adult and young soccer players. **Br J Sports Med**. v. 39, p. 97-101, 2005.
- CHIN, M. K.; LO, Y. S. A.; MPHIL, C. T. L.; SO, C. H. Physiological profiles of Hong Kong elite soccer players. **Br J Sports Med**. v. 26, n. 4, p. 262-266, 1992.
- CLARK, K. Nutritional guidance to soccer players for training and competition. **J Sport Sci**. v. 12, p. 42-50, 1994.
- CLARKSON, P. M.; HUBAL, M. J. Exercise-induced muscle damage in humans. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**. v. 81, p. 52-69, 2002.
- COELHO, D. B.; MORTIMER, L. A. C. F.; CONDESSA, L. A.; SOARES, D. D.; BARROS, C. L. M.; GARCIA, E. S. Limiar anaeróbio de jogadores de futebol de diferentes categorias. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**. v. 11, n. 1, p. 81-87, 2009.
- COELHO, D. B.; COELHO, L. G. M.; BRAGA, M. L.; PAOLUCCI, A.; CABIDO, C. E. T.; FERREIRA JUNIOR, J. B.; MENDES, T. T.; PRADO, L. S.; SILAMI-GARCIA, E. Correlação entre o desempenho de jogadores de futebol no teste de sprint de 30m e no teste de salto vertical. **Motriz**. v. 17, n. 1, p. 63-70, 2011a.
- COELHO, D. B.; MORANDI, R. F.; MELO, M. A. A.; SILAMI-GARCIA, E. Cinética da creatina quinase em jogadores de futebol profissional em uma temporada competitiva. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**. v. 13, n. 3, p. 189-194, 2011b.

- COLEDAM, D. H. C.; TALAMONI, G. A.; COZIN, M.; SANTOS, J. W. Efeito do aquecimento com corrida sobre a agilidade e a impulsão vertical em jogadores juvenis de futebol. **Motriz**. v. 15, n. 2, p. 257-262, 2009.
- COMETTI, G.; MAFFIULETTI, N. A.; POUSSON, M.; CHATARD, J. C.; MAFFULLI, N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. **International Journal of Sports Medicine**. v. 22, n. 1, p. 45-51, 2001.
- CORRÊA, D. K. A.; ALCHIERI, J. C.; DUARTE, L. R. S.; STREY, M. N. Excelência na Produtividade: A Performance dos Jogadores de Futebol Profissional. **Psicologia: Reflexão e Crítica**. v. 15, n. 2, p. 447-460, 2002.
- CORREIA, P. **Avaliação da agilidade como factor de selecção e detecção de talentos**. Dissertação de licenciaturas – Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, 2008.
- CORTIS, C.; TESSITORE, A.; D'ARTIBALE, E.; MEEUSEN, R.; CAPRANICA, L. Effects of Post-Exercise Recovery Interventions on Physiological, Psychological, and Performance Parameters. **Int J Sports Med**. v. 31, p. 327-335, 2010.
- COSTA, F. F.; LIPAROTTI, J. R. Estudo morfológico de futebolistas profissionais no RN-Brasil. In: XXVI Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, 2003, São Paulo. **Anais...** São Caetano do Sul: CELAFISCS, 2003. p.117.
- COYLE, E. F. Fluid and fuel intake during exercise. **Journal of Sports Sciences**. v. 22, p. 39-55, 2004.
- CUMMING, J.; HALL, C. Deliberate imagery practice: The development of imagery skills in competitive athletes. **Journal of Sports Sciences**. v. 20, p. 137-145, 2002.
- CURREL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Validity, Reliability and Sensitivity of Measures of Sporting Performance. **Sports Medicine**. v. 38, p. 297-316, 2008.
- DANIEL, J. F.; CAVAGLIERI, C. R. Efeitos da suplementação crônica de glutamina sobre a performance de atletas de futebol da categoria juvenil. **Rev Bras Ci e Mov**. v. 13, n. 4, p. 55-64, 2005.
- DI SALVO, V.; BARON, R.; TSCHAN, H. et al. Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. **International Journal of Sports Medicine**. v. 28, n. 3, p. 222-27, 2007.
- DOWAON, M. N.; CRONIN, J. B.; PRESLAND, J. D. Anthropometric and physiological differences between gender and age groups of New Zeland National Soccer. In: SPINKS, W.; REILLY, T.; MURPHY, A (eds.). **Science and Football IV**. London: Routledge, 2002, 63-71.
- DRUST, B.; REILLY, T.; CABLE, N. T. Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. **Journal of Sports Science**. v. 18, p. 885-892, 2000.
- DUPONT, G.; NEDELEC, M.; MCCALL, A.; MCCORMACK, D.; BERTHOIN, S.; WISLOFF, U. Effect of 2 Soccer Matches in a Week on Physical Performance and Injury Rate. **Am J Sports Med**. v. 38, n. 9, p. 1749-51, 2010.
- DURAND-BUSH, N.; SALMELA, J. The development and maintenance of expert athletic performance: Perceptions of world and Olympic champions. **Journal of Applied Sport Psychology**. v. 14, p. 154-171, 2002.

- EKBLUM, B. **Football (Soccer)**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994.
- FAINA, M.; GALLOZZI, C.; LUPO, S.; COLLI, R.; SASSI, R.; MARTINI, C. Definition of the physiological profile of the soccer player. In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVID, K.; MURPHY, W. J. (eds.). **Science and Football**. London: E & FN Spon, 1988, p.158-163.
- FALLON, K. E. Utility of hematological and iron-related screening in elite athletes. **Clinical Journal of Sports Medicine**. v. 14, p. 145-152, 2004.
- FEBRAIO, M. A.; MURTON, P.; SELIG, S. E.; CLARK, A. S.; LAMBERT, D. L.; ANGUS, D. J. et al. Effect of carbohydrate ingestion on exercise metabolism and performance in different ambient temperatures. **Med Sci Sports Exerc**. v. 28, p. 1380-7, 1996.
- FERRARI BRAVO, D.; IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; CASTAGNA, C.; BISHOP, D.; WISLOFF, U. Sprint vs. Interval Training in Football. **Int J Sports Med**. v. 29, p. 668-674, 2008.
- FILAIRE, E.; BERNAIN, X.; SAGNOL, M.; LAC, G. Preliminary results on mood state, salivary testosterone: cortisol ratio and team performance in professional soccer team. **Eur J Appl Physiol**. v. 86, p. 179-84, 2001.
- FILAIRE, E.; LAC, G.; PEQUIGNOT, J. M. Biological, Hormonal, And Psychological parameters in professional soccer players throughout a competitive season. **Perceptual and Motor Skills**. v. 97, p. 1061-1072, 2003.
- FILAIRE, E.; LEGRAND, B.; LAC, G.; PEQUIGNOT, J. M. Training of elite cyclists: effects on mood state and selected hormonal responses. **J Sports Sci**. v. 22, p. 1025-33, 2004.
- FONSECA, A. M. L. F. M. Revisitando a relação entre a psicologia do desporto e o futebol profissional. In: GARGANTA, J. M.; OLIVEIRA, J.; MURAD, J. (Eds.). **Futebol de muitas cores e sabores**. Porto: Campo das Letras, 2004. p. 263-270.
- FORNAZIERO, A. M. **Efeitos de um jogo de futebol sobre marcadores fisiológicos, bioquímicos e de performance**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Educação Física, Universidade Federal do Paraná, 2009.
- FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; CHARRO, M. A. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano**. v. 9, n. 1, p. 101-106, 2007.
- FOX, E. L.; BOWERS, R. W.; FOSS, M. L. **Bases fisiológicas da educação física e dos desportos**. 4ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.
- FREITAS, D. S.; MIRANDA, R.; BARA FILHO, M. Marcadores psicológico, fisiológico e bioquímico para determinação dos efeitos da carga de treino e do overtraining. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**. v. 11, n. 4, p. 457-465, 2009.
- GALLOWAY, S. D. R.; MAUGHAN, R. J. Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 29, p. 1240-1249, 1997.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ªed., São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, S. M.; GIL, J.; RUIZ, F.; IRAZUSTA, A.; IRAZUSTA, J. Anthropometrical characteristics and somatotype of young soccer players and with the general population. **Biol. Sport.** v. 27, p. 17-24, 2010.

GILSON, S. F.; SAUNDERS, S. J.; MORAN, C. W.; MOORE, S. W.; WOMACK, C. J.; TODD, M. K. Effects of chocolate milk consumption on markers of muscle recovery following soccer training: a randomized cross-over study. **Journal of the International Society of Sports Nutrition.** v. 7, p.19-25, 2010.

GONZÁLEZ-GROSS, M.; GUTIÉRREZ, A.; MESA, L. M. La nutrición en la práctica deportiva: adaptación de la pirámide nutricional a las características de la dieta del deportista. **Archivos latinoamericanos de nutrición.** v. 51, n. 4, p. 321-331, 2001.

GORE, C. J.; HAHN, A. G.; BURGE, C. M.; TELFORD, R. D. VO₂max and hemoglobin mass of trained athletes during high intensity training. **International Journal of Sports Medicine.** v. 18, p. 477-482, 1997.

GOROSTIAGA, E. M.; IZQUIERDO, M.; RUESTA, M.; IRIBARREN, J.; GONZALEZ-BADILLO, J. J.; IBANEZ, J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. **Eur J Appl Physiol.** v. 91, n. 5-6, p. 698-707, 2004.

GOULD, D.; GUINAN, D.; GREENLEAF, C.; MEDBERY, R.; PETERSON, K. Factors affecting olympic performance: Perceptions of athletes and coaches from more and less successful teams. **The Sports Psychology.** v. 13, p. 371-394, 1999.

GREEN, S. Anthropometric and physiological characteristics of South Australian Soccer Players. **Australian Journal of Science and Medicine in Sport.** v. 24, n. 1, p. 3-7, 1992.

GREGSON, W.; DRUST, B.; ATKINSON, G.; SALVO, V. D. Match-to-Match Variability of High-Speed Activities in Premier League Soccer. **Int J Sports Med.** v. 31, p. 237-242, 2010.

GRYNPAS, M. D. The role of bone quality on bone loss and bone fragility. In: AGARWAL, S. C.; STOUT, S. D. (Eds). **Bone loss and osteoporosis: an anthropological perspective.** New York: Kluwer Plenum Academic Press; 2003. pp. 33-44.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes.** Clr, Bolieiro, São Paulo, 1997.

GUERRA, I.; SOARES, E. A.; BURINI, RC. Aspectos nutricionais do futebol de competição. **Rev Bras Med Esporte.** v. 7, n. 6, p. 200-206, 2001.

GUERRA, I.; CHAVES, R.; BARROS, T.; TIRAPEGUI, J. The influence of fluid ingestion on performance of soccer players during a match. **Journal of Sport Science and Medicine.** v. 31, n. 3, p. 198-202, 2004.

GUTTIERRES, A. P. M.; NATALI, A. J.; ALFENAS, R. C. G.; MARINS, J. C. B. Efeito ergogênico de uma bebida esportiva cafeinada sobre a performance em testes de habilidades específicas do futebol. **Rev Bras Med Esporte.** v. 15, n. 6, p. 450-454, 2009.

HALABA, P.; BURSA, J.; KOSTOWSK, A.; KAPŁON, U.; PLUSKIEWICZ, W.; MARCINIAK, S.; DRZEWIECKA, U. Phalangeal quantitative ultrasound measurements in former preterm children aged 9-11 years. **The British Journal of Radiology.** v. 80, p. 401-405, 2007.

- HAWLEY, J. A.; TIPTON, K. D.; MILLARD-STAFFORD, M. I. Promoting training adaptations through nutritional interventions. **Journal of Sports Sciences**. v. 24, n. 7, p. 709-721, 2006.
- HELGERUD, J.; ENGEN, L. C.; WISLOFF, U.; HOFF, J. Aerobic endurance training improves soccer performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 33, n. 11, p. 1925-1931, 2001.
- HESPANHOL, J. E.; SANTI MARIA, T.; SILVA NETO, L. G.; ARRUDA, M.; PRATES, J. Mudanças no desempenho da força explosiva após oito semanas de preparação com futebolistas da categoria sub-20. **Movimento & Percepção**. v.6, n. 9, p. 82-94, 2006.
- HESPEL, P.; MAUGHAN, R. J.; GREENHAFF, P. L. Dietary supplements for football. **Journal of Sports Sciences**. v. 24, n. 7, p. 749-761, 2006.
- HEYWARD, V.; STOLARCZYK, L. **Avaliação da composição corporal**. Editora Manole, São Paulo, 2000.
- HOFF, J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. **Journal of Sports Science**. v. 23, p. 573-582, 2005.
- HOFF, J.; HELGERUD, J. Maximal strength training enhances running playeconomy and aerobic endurance performance. In: HOFF, J.; HELGERUD, J. (eds). **Football (soccer)**. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology, 2002.
- HOFF, J.; WISLOFF, U.; ENGEN, L. C.; KEMI, O. J.; HELGERUD, J. Soccer specific aerobic endurance training. **Br J Sports Med**. v. 36, p. 218-221, 2002.
- IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; CASTAGNA, C.; MARTINO, F.; FIORINI, S.; WISLOFF, U. Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness and jumping and sprinting ability in soccer players. **Br J Sports Med**. v. 42, p. 42-46, 2008.
- ISPIRLIDIS, I.; FATOUROS, I. G.; JAMURTAS, A. Z.; NIKOLAIDIS, M. G.; MICHAELIDIS, I.; DOUROUDOS, I.; MARGONIS, K.; CHATZINIKOLAOU, A.; KALISTRATOS, E.; KATRABASAS, I.; ALEXIOU, V.; TAXILDARIS, K. Time course of Changes in Inflammatory and Performance Responses Following a Soccer Game. **Clin J Sport Med**. v. 18, n. 5, p. 423-431, 2008.
- JOHNSON, U.; IVARSSON, A. Psychological predictors of sport injuries among junior soccer players. **Scand J Med Sci Sports**. v. 21, p. 129-136, 2011.
- KANSTRUP, I. L.; EKBLUM, B. Blood volume and hemoglobin concentration as determinants of maximal aerobic power. **Med Sci Sports Exerc**. v. 16, p. 256-262, 1984.
- KIRKENDALL, D. T. Effects of nutrition on performance in soccer. **Med Sci Sports Exerc**. v. 25, p. 1370-4, 1993.
- KIRKENDALL, D. T.; LEIPER, J. B.; BARTAGI, Z.; DVORAK, J.; ZERGUINI, Y. The influence of Ramadan on physical performance measures in young Muslim footballers. **Journal of Sports Sciences**. v. 26, n. 3, p. 15-27, 2008.
- KISS, M. A. P. D. M. Potência e capacidade aeróbias: importância relativa em esporte, saúde e qualidade de vida. In: AMADIO, A. C.; BARBANTI, V. J. **A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares**. São Paulo: Estação Liberdade, 2000, p.175-184.

- KLISSOURAS, V. Heritability of adaptive variation. **Journal of Applied Physiology**. v. 31, p. 338-344, 1971.
- KLISSOURAS, V. Heritability of adaptive variation: An old problem revisited. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v. 37, p. 1-6, 1997.
- KOLLATH, E.; QUADE, K. Measurement of sprinting speed of professional and amateur soccer players. In: **Proceedings of Second World Congress of Science and Football**. Eindhoven, 1991.
- KOMI, P. V. Ciclo alongamento-encurtamento. In: KOMI, P. V. (ed.). **Força e potência no esporte**. 2.ed., Porto Alegre: Artmed, 2006, p.200-18.
- KRAEMER, W. J.; FRENCH, D. N.; PAXTON, N. J.; HÄKKINEN, K.; VOLEK, J. S.; SEBASTIANELLI, W. J. et al. Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters. **J Strength Cond Res**. v. 18, p. 121-8, 2004.
- KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; STEENBERG, A. et al. Muscle and blood metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance. **Med Sci Sports Exerc**. v. 38, n. 6, p. 1-10, 2006a.
- KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; NYBO, L.; JENSEN, J. M.; NIELSEN, J. J.; BANGSBO, J. The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. **Med Sci Sports Exerc**. v. 38, p. 1666-1673, 2006b.
- LAZARIM, F. L.; ANTUNES-NETO, J. M. F.; SILVA, F. O. C.; NUNES, L. A. S.; BASSINI-CAMERON, A.; CAMERON, L. C.; ALVES, A. A.; BREZIKOFER, R.; MACEDO, D. V. The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v. 12, p. 85-90, 2009.
- LEAL, B. J. F. **Monitorização e Controlo de Treino – Avaliação da via Anaeróbia numa equipa de Futebol Júnior**. Monografia de Licenciatura. FCDEF-UC, Coimbra, 2005.
- LEGER, L. C.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂max. **European Journal Applied Physiology**. v. 49, p. 1-12, 1982.
- LIPPI, G.; LONGO, U. G.; MAFFULLI, N. Genetics and sports. **Br Med Bull**. v. 93, p. 27-47, 2010.
- LITTLE, T.; WILLIAMS, A. G. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. **J Strength Cond Res**. v. 19, p. 76-78, 2005.
- LOHMAN, T. G. Skinfold and body density and their relation to body fatness - A review. **Human Biology**. v. 53, p. 181-225, 1981.
- LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988.
- MACARTHUR, D. G.; NORTH, K. N. Genes and human elite athletic performance. **Hum Genet**. v. 116, n. 5, p. 331-9, 2005.
- MACHADO, M.; BREDER, A. C.; XIMENES, M. C.; SIMÕES, J. R.; VIGO, J. F. F. Caffeine Supplementation and muscle damage in soccer players. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 45, p. 2, 2009.

- MAHL, A. C.; RAPOSO, J. V. Perfil psicológico de prestação de jogadores profissionais de futebol do Brasil. **Rev Port Cien Desp.** v. 7, n. 1, p. 80-91, 2007.
- MARGONIS, K.; FATOUROS, I. G.; JAMURTAS, A. Z.; NIKOLAIDIS, M. G.; DOUROUDOS, I.; CHATZINIKOLAOU, A. et al. Oxidative stress biomarkers responses to physical overtraining: Implications for diagnosis. **Free Radic Biol Med.** v. 43, n. 6, p. 901-910, 2007.
- MARQUES, M. C.; TRAVASSOS, B.; ALMEIDA, R. A força explosiva, velocidade e capacidades motoras específicas em futebolistas juniores amadores: Um estudo correlacional. **Motricidade.** v. 6, n. 3, p. 5-12, 2010.
- MARTINS, M.; WALTORTT, L. C. Antropometria: Uma revisão histórica. In: PETROSKI, E. L. (ed.). **Antropometria, técnicas e padronizações.** Editora Pallotti, Porto Alegre. 1999, p. 9-28.
- MASO, F.; LAC, G.; FILAIRE, E.; MICHAUX, O.; ROBERT, A. Salivary testosterone and cortisol in rugby players: correlation with physiological overtraining items. **Br J Sports Med.** v. 38, p. 260-3, 2004.
- MATKOVIC, V.; FONTANA, D.; TOMINAC, C.; GOEL, P.; CHESNUT III, C. H. Factors that influence peak bone mass formation: a study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. **Am J Clin Nutr.** v. 52, p. 878-888, 1990.
- MATKOVIC, B. R.; MISIGOJ-DURAKOVIC, M.; MATKOVIC, B.; JANKOVIC, S.; RUZIC, L.; LEKO, G. et al. Morphological differences of elite Croatian soccer players according to the team position. **Coll Antropol.** v. 27, n. 1, p. 167-174, 2003.
- MAUGHAN, R. J.; MERSON, S. J.; BROAD, N. P.; SHIRREFFS, S. M. Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. **Int J Sport Nutr Exerc Metab.** v. 14, p. 333-346, 2004.
- MAYHEW, S. R.; WENGER, H. A. Time-motion analysis of professional soccer. **Journal of Human Movement Studies.** v. 11, p. 49-52, 1985.
- McARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. **Fisiologia do exercício: Energia, nutrição e desempenho humano.** Editoria Guanabara, 1998.
- McMILLAN, K.; HELGERUD, J.; MACDONALD, R.; HOFF, J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. **Br J Sports Med.** v. 39, p. 273-277, 2005.
- MENDEZ-VILLANUEVA, A.; BUCHHEIT, M.; KUITUNEN, S.; DOUGLAS, A.; PELTOLA, E.; BOURDON, P. Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young soccer players. **Journal of Sports Sciences.** v. 29, n. 5, p. 477-484, 2011.
- METAXAS, T. L.; KOUTLIANOS, N. A.; KOUIDI, E. J.; DELIGIANNIS, A. P. Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players. **J Strength Cond Res.** v. 19, n. 1, p. 79-84, 2005.
- MILANOVIC, Z.; SPORIS, G.; TRAJKOVIĆ, N.; FIORENTINI, F. Differences in agility performance between futsal and soccer players. **Sport Science.** v. 4, n. 2, p. 55-59, 2011.

- MILLS, W. L.; HACKELT, P. H.; SCHOENE, R. B.; ROACH, R. Treatment of hypothermia: In the field. In: SUTTON, J. R.; HOUSTON, C. S.; COALES, G. (eds.). **Hypoxia and cold**. New York, pracger publisher, 1987, p. 271-285.
- MINETTO, M. A.; LANFRANCO, F.; TIBAUDI, A.; BALDI, M.; TERMINE, A.; GHIGO, E. Changes in awakening cortisol response and midnight salivary cortisol are sensitive markers of strenuous training-induced fatigue. **J Endocrinol Invest**. v. 31, p. 16-24, 2008.
- MISUTA, M. S. Rastreamento automático de trajetórias de jogadores de futebol por videogrametria. Dissertação de Mestrado. Campinas-SP, Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **Journal Sports Science**. v. 21, n. 7, p. 519-28, 2003.
- MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Fatigue in soccer: a brief review. **Journal of Sports Sciences**. v. 23, n. 6, p. 593-599, 2005.
- MOORE, L. G.; NIERMEYER, S.; ZAMUDIO, S. Human adaptation to high altitude: regional and life-cycle perspectives. **Am J Phys Anthropol**. v. 27, p. 25-64, 1998.
- MORTIMER, L.; CONDESSA, L.; RODRIGUES, V. et al. Comparação entre a intensidade do esforço realizada por jovens futebolistas no primeiro e no segundo tempo do jogo de Futebol. **Rev Port Cien Desp**. v. 6, n. 2, p. 154-9, 2006.
- MUJIKA, I.; PADILLA, S.; IBANEZ, J.; IZQUIERDO, M.; GOROZTIAGA, E. Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. **Med Sport Sci Exerc**. v. 32, n. 2, p. 518-525, 2000.
- MUJIKA, I.; SANTISTEBAN, J.; IMPELLIZZERI, F. M.; CASTAGNA, C. Fitness determinants of success in men's and women's football. **Journal of Sports Sciences**. v. 27, n. 2, p. 107-114, 2009.
- NIH, National Institutes of Health. Consensus development panel on osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. **JAMA**. v. 285, p. 785-795, 2001.
- NIKOLAIDIS, P. T.; KARYDIS, N. K. Physique and Body Composition in Soccer Players across Adolescence. **Asian Journal of Sports Medicine**. v. 2, n.2, p. 75-82, 2011.
- NUNES, C. G. **Associação entre a força explosiva e a velocidade de deslocamento em futebolistas profissionais**. 2004, 71p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Desporto) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Educação Física, Campinas.
- OSIECKI, R.; GOMES, A. C.; MEIRA, A. L. J.; ERICHSEN, A. O.; SILVA, S. G. Estudo comparativo dos aspectos funcionais e de composição corporal entre atletas de futebol de diferentes categorias. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**. v. 1, n. 1, p. 75-87, 2002.
- OTT, S. M. Attainment of peak bone mass. **J Clin Endocrinol Metabol**. v. 71, p. 1082A-C, 1990.
- PADILLA ALVARADO, J. R. Perfil de proporcionalidad y la velocidad del lanzamiento en jugadores de béisbol. **Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**. v. 10, n. 37, p. 93-116, 2010.

- PASQUARELLI, B. N.; DOURADO, A. C.; STANGANELLI, L. C. R.; MATTOS, B. R. Relação entre força rápida de membros inferiores e velocidade em jogadores de futebol sub-20. **Rev Bras Futebol**. v. 3, n. 2, p. 65-72, 2010.
- PATE, R. R. Special considerations for exercise in cold weather. **Gatorade Sport Science Exchange**. v. 10, n. 1, p. 1-5, 1988.
- PETROSKI, E. L. **Antropometria, técnicas e padronizações**. Editora Pallotti, Porto Alegre, 1999.
- PLUSKIEWICZ, W.; HALABA, Z.; CHEŁMECKA, L.; DROZDZOWSKA, B.; SO'NTA-JAKIMCZYK, D.; KARASEK, D. Skeletal status in survivors of acute lymphoblastic Leukemia assessed by quantitative ultrasound at the Hand phalanges: a longitudinal study. **Ultrasound in Med & Biol**. v. 30, n. 7, p. 893-898, 2004.
- POLAT, Y.; BIÇER, M.; PATLAR, S.; AKIL, M.; GUNAY, M.; ÇELENK, Ç. Examination on the anthropometric features and somatotypes of the male children at the age of 16. **Sci Sports**. v. 26, n. 3, p. 150-156, 2011.
- POLMAN, R. et al. Effective conditioning of female soccer players. **Journal of Sports Science**. v. 22, p. 191-203, 2004.
- PRADO, W. L.; BOTERO, J. P.; GUERRA, R. L. F.; RODRIGUES, C. L.; CUVELLO, L. C.; DÂMASO, A. R. Perfil antropométrico e ingestão de macronutrientes em atletas profissionais brasileiros de futebol, de acordo com suas posições. **Rev Bras Med Esporte**. v. 12, n. 2, p. 61-65, 2006.
- PUTHUCHEARY, Z.; SKIPWORTH, J. R. A.; RAWAL, J.; LOOSEMORE, M.; VAN SOMEREN, K.; MONTGOMERY, H. E. Genetic Influences in Sport and Physical Performance. **Sports Med**. v. 41, n. 10, p. 845-859, 2011.
- RAMADAN, J.; BYRD, R. Physical characteristics of elite soccer players. **Journal of Sports Medicine**. v. 27, p. 424-428, 1987.
- RAMPININI, E.; BISHOP, D.; MARCORA, S. M. et al. Validity of Simple Field Tests as Indicators of Match-Related Physical Performance in Top-Level Professional Soccer Players. **Int J Sports Med**. v. 28, n. 3, p. 228-235, 2007.
- RAMPININI, E.; COUTTS, A. J.; CASTAGNA, C.; SASSI, R.; IMPELLIZZERI, F. M. Variation in Top Level Soccer Match Performance. **Int J Sports Med**. v. 28, p. 1018-1024, 2007.
- RAVEN, P. B.; GETMAN, L. R.; POLLOCK, M. L.; COOPER, K. H. A physiological evaluation of professional soccer players. **British Journal of Sports Medicine**. v. 10, n. 4, p. 209-216, 1976.
- REBELO, N. A.; OLIVEIRA, J. Relação entre a velocidade, a agilidade e a potência muscular de futebolistas profissionais. **Rev Port Cien Desp**. v. 6, n. 3, p. 342-8, 2006.
- REILLY, T. **Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, Procedures and Data**. 2nd ed. London: Routledge, 2001.
- REILLY, T. An ergonomics model of the soccer training process. **J Sports Sci**. v. 23, n. 6, p. 561-572, 2005.

- REILLY, T.; BANGSBO, J.; FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. **J Sports Sci.** v. 18, n. 9, p. 669-83, 2000.
- REILLY, T. et al. A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. **Journal of Sports Science.** v. 18, p. 695-702, 2000.
- REILLY, T.; DRUST, B.; CLARKE, N. Muscle Fatigue during Football Match-Play. **Sports Med.** v. 38, n. 5, p. 357-367, 2008.
- REILLY, T.; GEORGE, K.; MARFELL-JONES, M.; SCOTT, M.; SUTTON, L.; WALLACE, J. A. How Well do Skinfold Equations Predict Percent Body Fat in Elite Soccer Players? **Int J Sports Med.** v. 30, p. 607-613, 2009.
- REZENDE, L. F. M.; SANTOS, M.; ARAÚJO, T. L.; MATSUDO, V. K. R. A prática do futebol acentua os graus de Geno Varo? **Rev Bras Med Esporte.** v. 17, n. 5, p. 329-333, 2011.
- RHODES, E. C.; MOSHER, R. E.; MCKENZIE, D. C. et al. Physiological profiles of the Canadian Olympic Soccer Team. **Canadian Journal of Applied Sports Science.** v. 11, n. 1, p. 31-36, 1986.
- RICO-SANZ, J.; FRONTERA, W. R.; RIVERA, M. A. et al. Effects of hyperhydration on total body water, temperature regulation and performance of elite young soccer players in a warm climate. **Int J Sports Med.** v. 17, p. 85-91, 1996.
- RICO-SANZ, J.; FRONTERA, W. R.; MOLÉ, P. A. et al. Dietary and performance assessment of elite soccer players during a period of intense training. **Int J Sports Nutr.** v. 8, p. 230-40, 1998.
- RIENZI, E.; MAZZA, J. C.; CARTER, J. E. L.; REILLY, T. **Futbolista Sudamericano de Elite: Morfologia, Analisis del Juego y Performance.** Rosario: Biosystem Servicio Educativo, 1998.
- RIENZI, E.; DRUST, B.; REILLY, T. et al. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American International soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.** v. 40, n. 2, p. 162-169, 2000.
- RIVERA SOSA, J. M. Valoración del somatotipo y proporcionalidad de futbolistas universitarios mexicanos respecto a futbolistas profesionales. **Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.** v. 6, n. 21, p. 16-28, 2006.
- ROBERGS, R. A.; ROBERTS, S. **Princípios fundamentais de Fisiologia do exercício, para aptidão, desempenho e saúde.** Editora Phorte. 2002.
- ROGAN, S.; HILFIKER, R.; CLARYS, P.; CLIJSEN, R.; TAEYMANSA, J. Position-specific and Team-ranking-related Morphological Characteristics in German Amateur Soccer Players - a Descriptive Study. **International Journal of Applied Sports Sciences.** v. 23, n. 1, p. 168-182, 2011.
- ROOZEN, M. Illinois agility test. **NSCA's Performance Training Journal.** v. 3, n. 5, p. 5-6, 2004.
- ROSS, W. D.; MARFELL-JONES, M. J. Kinanthropometry. In: MacDOUGALL, J. D.; WENGER, H. A.; GREEN, H. J (eds.). **Evaluación fisiológica del deportista.** Ed. Paidotribo: Barcelona, 2000, p. 277-379.

- SALGADO, B.; VIDAL, S.; SILVA, S.; MIRANDA, R.; DEUS, R.; GARGANTA, R.; MAIA, J.; REBELO, A.; SEABRA, A. Somatotype and body composition in Portuguese youth soccer players. **Internacional Research in Science and Soccer**. v.4, p. 141-145, 2009.
- SALOKUN, S. O. Minimizing injury rates in soccer through preselection of players by somatotypes. **J Sports Med Phys Fitness**. v. 34, n. 1, p. 64-69, 1994.
- SANTI MARIA, T.; ARRUDA, M.; HESPANHOL, J. E. Alterações da Força Explosiva após o período competitivo em futebolistas juniores. **Movimento & Percepção**. v. 9, n. 12, p. 52-61, 2008.
- SANTOS, J. A. R. 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.
- SAYERS, S. P.; CLARKSON, P. M. Short-term immobilization after eccentric exercise. Part II. Creatine kinase and myoglobin. **Med Sci Sports Exerc**. v. 35, n. 5, p. 762-68, 2003.
- SAWKA, M. N.; MONTAIN, S. J.; LATZKA, W. A. Body fluid balance during exercise/heat exposure. In: BUSKIRK, E. W.; PUHL, S. M. (eds.). **Body Fluid Balance: Exercise and Sport**. New York, NY: CRC Press, 1996, p. 139-157.
- SAWKA, M. N.; CONVERTINO, V. A.; EICHNER, E. R.; SCHNIEDER, S. M.; YOUNG, A. J. Blood volume: importance and adaptations to exercise training, environmental stresses, and trauma/sickness. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 32, p. 332-348, 2000.
- SCHOKMAN, C. P.; RUTISHAUSER, I. H. E.; WALLACE, R. J. Pre and post game macronutrient intake of a group of elite Australian football players. **Int J Sports Nutr**. v. 9, p. 60-9, 1999.
- SCHUMACHER, Y. O.; SCHMID, A.; GRATHWOHL, D.; BULTERMANN, D.; BERG, A. Hematological indices and iron status in athletes of various sports and performances. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 34, p. 869-875, 2002.
- SEEMAN, E.; HOPPER, J. L.; YOUNG, N. R.; FORMICA, C.; GOSS, P.; TSALAMANDRIS, C. Do genetic factors explain associations between muscle strength, lean mass and bone density? A twin study. **American Journal of Physiology**. v. 270, p. 320-327, 1996.
- SHARRY, P. Altitude and athletic performance: statistical analysis using football results. **BMJ Sports**. v. 335, p. 22-29, 2007.
- SHEFER, V. I.; TALAN, M. I. The effect of exercise training in a cold environment on thermoregulation in adult and aged c57bl/6j mice. **Experimental Gerontology**. v. 32, n. 6, p. 695-705, 1997.
- SHELDON, W. H. **The varieties of human physique**. Harper and Brothers, 1940.
- SHEPARD, R. J. Biology and medicine of soccer: an update. **J Sports Sci**. v. 17, p. 757-786, 1999.
- SHEPARD, R. J, LABARRE, R.; JÉQUIER, J. C.; LAVALLEE, H.; RAJIC, M.; VOLLE, M. The “Unisex Phantom”, Sexual Dimorphism, and Proportional Growth Assessment. **American Journal of Physical Anthropology**. v. 67, p. 403-412, 1985.
- SHEPARD, R. J.; YOUNG, W. B. Agility literature review: classifications, training and testing. **Journal of Sports Science**. v. 24, p. 919-932, 2006.

- SILVA, A. S. R.; SANTHIAGO, V.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A. Psychological, biochemical and physiological responses of Brazilian soccer players during a training program. **Science & Sports**. v. 23, p. 66-72, 2008a.
- SILVA, A. S. R.; SANTHIAGO, V.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A. Hematological parameters and anaerobic threshold in Brazilian soccer players throughout a training program. **Int Jnl Lab Hem**. v. 30, p. 158-166, 2008b.
- SILVA, A. S. R.; PAPOTI, M.; SANTHIAGO, V.; PAULI, J. R.; GOBATTO, C. A. Serum and plasma hormonal concentrations are sensitive to periods of intensity and volume of soccer training. **Science & Sports**. v. 26, p. 278-285, 2011.
- SILVA, J. F.; GUGLIELMO, L. G. A.; FLORIANO, L. T.; ARINS, F. B.; DITTRICH, N. Aptidão aeróbia e capacidade de *sprints* repetidos no futebol: comparação entre as posições. **Rev Motriz**. v. 15, n. 4, p. 861-870, 2009.
- SILVA, J. F.; GUGLIELMO, L. G. A.; BISHOP, D. Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. **J Strength Cond Res**. v. 24, n. 8, p. 2115-21, 2010.
- SILVA, L. J.; ANDRADE, D. R.; OLIVEIRA, L. C.; ARAÚJO, T. L.; SILVA, A. P.; MATSUDO, V. K. R. Associação entre “shuttle run” e “shuttle run” com bola e sua relação com o desempenho do passe no futebol. **Rev Bras Ci e Mov**. v. 14, n. 3, p. 7-12, 2006.
- SILVA, M. V.; FREITAS, D. S.; CASTRO, P. L.; LIMA, J. P.; BARA FILHO, M. Análise do efeito da carga de treinamento sobre os sentimentos de vigor e fadiga durante um macrociclo de treinamento. **Coleção Pesquisa em Educação Física**. v. 6, n. 1, p. 73-78, 2007.
- SILVA, P. M. M. **Monitorização e Controlo de Treino – Avaliação da via Aeróbia numa equipa de Futebol Júnior**. Monografia de Licenciatura. FCDEF-UC, Coimbra, 2005.
- SILVA, P. R. S.; VISCONTI, A. M.; ROLDAN, A.; TEIXEIRA, A. A. A.; SEMAN, A. P.; LOLLA, J. C. C. R.; GODOY, J. R. R.; LEPÉRA, C.; PARDINI, F. O.; FIRMINO, M. T.; ZANIN, M. T.; ROXO, C. D. M. N.; ROSA, A. F.; BASÍLIO, S. S.; MONTEIRO, J. C. S.; CORDEIRO, J. R. Avaliação funcional multivariada em jogadores de futebol profissional. **Acta fisiátrica**. v. 4, n. 2, p. 65-81, 1997.
- SILVA, P. R. S.; ROXO, C. D. M. N.; VISCONTI, A. M. et al. Índices de aptidão funcional em jogadores de futebol da Seleção Nacional da Jamaica. **Acta Fisiátrica**. v.6, n. 1, p. 14-20, 1999.
- SILVA, P. R. S.; INARRA, L. A.; VIDAL, J. R. R.; OBERG, A. A. R. B.; FONSECA, J. R. A.; ROXO, C. D. M. N.; MACHADO, G. S.; TEIXEIRA, A. A. A. Níveis de lactato sanguíneo, em futebolistas profissionais, verificados após o primeiro e o segundo tempos em partidas de futebol. **Acta Fisiátrica**. v. 7, n. 2, p. 68-72, 2000.
- SILVA, S. G.; PEREIRA, J. L.; KAISS, L.; KULAITIS, A.; DA SILVA, M. Diferenças antropométricas e metabólicas entre jogadores de futebol das categorias profissional, junior e juvenil. **Revista Treinamento Desportivo**. v. 10, p. 35-39, 1998.
- SILVA NETO, L. G. **Mudanças nas variáveis de aptidão física numa equipe de futebol da 1ª divisão do campeonato nacional durante uma pré-temporada**. 2006. 140p. Tese (Doutorado em Ciência do Desporto) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Educação Física, Campinas.

- SMITH, M.; CLARKE, G.; HALE, T. et al. Blood lactate levels in college soccer players during match play. In: REILLY, T.; CLARYS, J.; STIBBE, A. (eds). **Science and football II**. London: E&FN Spon, 1993, p. 129-34.
- SINGH, A.; MOSES, F. M.; DEUSTER, P. A. Chronic multivitamin-mineral supplementation does not enhance physical performance. **Med Sci Sports Exerc.** v. 24, p. 726-32, 1992.
- SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: BROZEK, J.; HENSCHL, A. (eds). **Techniques for measuring body composition**. Washington: National Academy of Sciences, 1961, p. 223-224.
- SPORIS, G.; JUKIC, I.; OSTOJIC, S. M.; MILANOVIC, D. Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite players. **J Strength Cond Res.** v. 23, n. 7, p. 1947-1953, 2009.
- STANCANELLI, M. **Efeito ergogênico do caldo de cana**. Tese de mestrado apresentada no Instituto de Biologia da UNICAMP, 2006.
- STEVENS, A.; LOWE, J. **Histología Humana**. Harcourt Brace. Madrid; 1998.
- STOLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLOFF, U. Physiology of Soccer. **Sports Medicine.** v. 35, n. 6, p. 501-36, 2005.
- STROYER, J.; HANSEN, L.; HANSEN, K. Physiological profile and activity pattern of young soccer during match play. **Med Sci Sports Exerc.** v. 36, n. 1, p. 168-74, 2004.
- STRUDWICK, A.; REILLY, T.; DORAN, D. Anthropometric and fitness profiles of elite players in two football codes. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.** v. 42, n. 2, p. 239-242, 2002.
- SUNDET, J. M.; MAGNUS, P.; TAMBS, K. The heritability of maximal aerobic power: Study of Norwegian twins. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.** v. 4, p. 181-185, 1994.
- SUTTON, L.; SCOTT, M.; WALLACE, J.; REILLY, T. Body composition of English Premier League soccer players: Influence of playing position, international status, and ethnicity. **Journal of Sports Sciences.** v. 27, n. 10, p. 1019-1026, 2009.
- SVENSSON, M.; DRUST, B. Testing soccer players. **Journal of Sports Science.** v. 23, p. 601-618, 2005.
- THOMIS, M. A.; BEUNEN, G. P.; VAN LEEMPUTTE, M.; MAES, H. H.; BLINKIE, C. J.; CLAESSENS, A. L.; MARCHAL, G.; WILLEMS, E.; VLIETINCK, R. F. Inheritance of stature and dynamic arm strength and its inheritance. **Acta Physiologica Scandinavica.** v. 163, p. 159-171, 1998.
- TSCHOLL, P.; JUNGE, A.; DVORAK, J. The use of medication and nutritional supplements during FIFA World Cups 2002 and 2006. **Br J Sports Med.** v. 42, p. 725-730, 2008.
- TUMILTY, D. Physiological characteristics of Elite Soccer Players. **Sports Medicine.** v. 16, n. 2, p. 80-96, 1993.
- URZUA, R.; VON OETINGER, A.; CANCINO, J. Potencia aeróbica máxima, fuerza explosiva del miembro inferior y peak de torque isocinético em futbolistas chilenos profesionales y universitários. **Rev Kronos.** v. 14, p. 49-52, 2009.

- VAN GOOL, D.; VAN GERVEN, D.; BOUTMANS, J. The physiological load imposed on soccer players during real match play. In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVIDS, K.; MURPHY, W. J. **Science and Football**. London: E & FN Spon, 1988, p. 51-59.
- VARGAS, D. M.; RIGOTTI, T.; GUTZ, C. N. R. M.; LOBE, M. C. S.; FERNANDES, J. A. Mineralização óssea em crianças e adolescentes com diabetes melito tipo 1. **J Pediatr**. v. 79, n. 3, p. 253-258, 2003.
- VIGNE, G.; GAUDINO, C.; ROGOWSKI, I.; ALLOATTI, G.; HAUTIER, C. Activity profile in elite Italian soccer team. **Int J Sports Med**. v. 31, p. 304-310, 2010.
- YOUNG, W. B. et al. Specificity of Sprint and Agility Training Methods. **J Strength Cond Res**. v. 15, p. 315-319, 2001.
- WADE, A. The training of young players. **Med Sports**. v. 3, p. 1245-1251, 1962.
- WAGNER, D. R.; HEYWARD, V. H. Measures of body composition in blacks and whites: a comparative review. **Am J Clin Nutr**. v. 71, p. 1392-402, 2000.
- WEINBERG, R. S.; GOULD, D. **Fundamentos da Psicologia do Esporte e do Exercício**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2001.
- WEST, J. B. The Physiologic Basis of High-Altitude Diseases. **Ann Intern Med**. v. 141, p. 789-800, 2004.
- WHITE, J. E.; EMERY, T. M.; KANE, J. E.; GROVES, R.; RISMAN, A. B. Pre-season fitness profiles of professional soccer players. In: REILLY, T.; LEES, A.; DAVIDS, K.; MURPHY, W. J. (eds.). **Science and Football**. London: E & FN Spon, 1988, p. 164-171.
- WINTERBOTTOM, W. **Soccer Coaching**. Naldrett Press, London, 1952.
- WISLOFF, U.; CASTAGNA, C.; HELGERUD, J. et al. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **Br J Sports Med**. v. 38, p. 285-88, 2004.
- WONG, P. L.; CHAOUACHI, A.; CHAMARI, K.; DELLAL, A.; WISLOFF, U. Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. **J Strength Cond Res**. v. 24, n. 3, p. 653-660, 2010.
- ZIOGAS, G. G.; PATRAS, K. N.; STERGIU, N.; GEORGOULIS, A. D. Velocity at Lactate threshold and running economy must also be considered along with maximal oxygen uptake when testing elite soccer players during preseason. **J Strength Cond Res**. v. 25, n. 2, p. 414-9, 2010.

ANEXOS

Anexo 1: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

PROJETO PESQUISA: **Análise transversal da estrutura óssea e parâmetros hematológicos em futebolistas profissionais.**

RESPONSÁVEL PELO PROJETO:

PESQUISADOR: Prof. Esp. Thiago Santi Maria

Eu _____, Idade _____, RG n.º _____, residente na _____ rua _____ (avenida) _____, concordo em participar como voluntário da pesquisa mencionada e detalhada a seguir, locada na Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, vinculada ao projeto de pesquisa, sabendo que não terei despesas monetárias, pois essas serão de responsabilidade da instituição.

Tenho conhecimento de que:

- A pesquisa será realizada nas dependências do clube (campo de futebol, sala de fisiologia e departamento médico), tendo condições adequadas para atividades específicas, em caráter científico, com o objetivo em investigar as diferenças de estrutura óssea e de parâmetros hematológicos em futebolistas profissionais do sexo masculino no início do período competitivo.
- Os benefícios estão associados à pesquisa para produção de informações nas prescrições do treinamento durante a temporada competitiva. E como justificativa, a importância desta pesquisa para entendimento dos processos inerentes ao desenvolvimento da modalidade do futebol.
- Os riscos que possa ter durante os testes são devidos às alterações orgânicas: aumento na frequência cardíaca e respostas atípicas na condição cardiorrespiratória, outros fatos que raramente poderão acontecer são: tonturas, náuseas e moleza devido ao cansaço.
- Serei submetido à medidas antropométricas (estatura, massa corporal, diâmetros e dobras cutâneas), avaliações fisiológicas do desempenho físico (teste de potência aeróbia), exame de sangue (parâmetros hematológicos) e avaliações da estrutura óssea por meio de ultra-som qualitativo.
- Para o desenvolvimento dessa pesquisa despenderei certa quantia de horas, e que posso deixar de participar da pesquisa a qualquer tempo, sem prejuízo para o relacionamento entre as partes envolvidas.
- Tanto a avaliação antropométrica, como a avaliação física, exame de sangue e de quantidade e qualidade óssea serão realizadas no início e meio do Campeonato Brasileiro.
- Os dados obtidos serão utilizados exclusivamente com finalidade científica, e quaisquer dúvidas acerca dos assuntos pertinentes com a pesquisa receberão respostas e esclarecimentos adicionais.
- Posso deixar de participar como voluntário do projeto de pesquisa a qualquer momento e que as partes não perderam relacionamentos.
- Nas publicações científicas é garantido pelos pesquisadores, que manterão sigilo e o caráter confidencial das informações, zelando pela minha privacidade e garantindo que minha identificação não será exposta nas conclusões ou publicações.

Declaro ter lido e entendido as informações descritas acima, assim como ter esclarecido dúvidas com os responsáveis pelo desenvolvimento do projeto de pesquisa sobre os procedimentos, riscos e benefícios, a qual serei submetido. As dúvidas futuras que possam vir a ocorrer poderão ser prontamente esclarecidas, bem como o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta de dados.

Assinatura do Voluntário: _____

Data: ____ / ____ /2011

Em caso de reclamações ou dúvidas sobre a ética deste projeto, deverei entrar em contato com:
Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Telefone - (19) 3521-8936/ 3521-7187

Em caso de intercorrência, deverei entrar em contato com:
Prof. Esp. Thiago Santi Maria
Telefone – (19) 9627-0422

Anexo 2: Termo Liberatório da Comissão Técnica e da Diretoria do Departamento de Futebol do Clube

PROJETO PESQUISA: Análise transversal da estrutura óssea e parâmetros hematológicos em futebolistas profissionais.

RESPONSÁVEL PELO PROJETO:

PESQUISADOR: Prof. Esp. Thiago Santi Maria

Eu _____, Idade _____, RG n.º _____, residente na rua _____ (avenida) _____, integrante da comissão técnica e/ou da diretoria do departamento de futebol do clube, autorizo a participação dos voluntários da pesquisa mencionada e detalhada a seguir, locada na Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, vinculada ao projeto de pesquisa, sabendo que o clube não terá despesas monetárias, pois essas serão de responsabilidade da instituição.

Tenho conhecimento de que:

- A pesquisa será realizada nas dependências do clube (campo de futebol, sala de fisiologia e departamento médico), tendo condições adequadas para atividades específicas, em caráter científico, com o objetivo em investigar as diferenças de estrutura óssea e de parâmetros hematológicos em futebolistas profissionais do sexo masculino no início do período competitivo.
- Os benefícios estão associados à pesquisa para produção de informações nas prescrições do treinamento durante a temporada competitiva. E como justificativa, a importância desta pesquisa para entendimento dos processos inerentes ao desenvolvimento da modalidade do futebol.
- Os atletas serão submetidos à medidas antropométricas (estatura, massa corporal, diâmetros e dobras cutâneas), avaliações fisiológicas do desempenho físico (teste de potência aeróbia), exames de sangue (parâmetros hematológicos) e avaliações da estrutura óssea por meio de ultra-som qualitativo.
- Tanto as medidas antropométricas, como a avaliação física, o exame de sangue e de estrutura óssea serão realizadas no início do Campeonato Brasileiro.
- Os dados obtidos serão utilizados exclusivamente com finalidade científica, e quaisquer dúvidas acerca dos assuntos pertinentes com a pesquisa receberão respostas e esclarecimentos adicionais.
- Nas publicações científicas é garantido pelos pesquisadores, que manterão sigilo e o caráter confidencial das informações, zelando pela minha privacidade e garantindo que as identificações do clube e dos integrantes da comissão técnica e diretoria não serão expostas nas conclusões ou publicações.

Declaro ter lido e entendido as informações descritas acima, assim como ter esclarecido dúvidas com os responsáveis pelo desenvolvimento do projeto de pesquisa sobre os procedimentos e benefícios, a qual será submetido o participante e o clube. As duvidas futuras que possam vir a ocorrer poderão ser prontamente esclarecidas, bem como o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta de dados.

Assinatura do Responsável: _____

Data: ____ / ____ /2011

Em caso de reclamações ou dúvidas sobre a ética deste projeto, deverei entrar em contato com:
Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Telefone - (19) 3521-8936/ 3521-7187

Em caso de intercorrência, deverei entrar em contato com:
Prof. Esp. Thiago Santi Maria
Telefone – (19) 9627-0422

Anexo 3: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



**FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

 www.fcm.unicamp.br/fcm/pesquisa

CEP, 27/01/12
(Grupo III)

PARECER CEP: Nº 1206/2011 (Este nº deve ser citado nas correspondências referente a este projeto).
CAAE: 2228.0.000.146-11

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “ESTRUTURA ÓSSEA, COMPOSIÇÃO CORPORAL, DESEMPENHO FÍSICO E MARCADORES BIOQUÍMICOS EM FUTEBOLISTAS PROFISSIONAIS”.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Thiago Santi Maria

INSTITUIÇÃO: Associação Atlética Ponte Preta

APRESENTAÇÃO AO CEP: 08/11/2011

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 27/01/13 (O formulário encontra-se no *site* acima).

II – OBJETIVOS.

Avaliar a quantidade e qualidade óssea em futebolistas profissionais por meio de ultrassom qualitativo e relacionar com composição corporal, marcadores bioquímicos, variáveis de desempenho físico e de acordo com o número de participações nos jogos.

III – SUMÁRIO.

Pesquisa para dissertação de mestrado. Participarão do estudo aproximadamente 30 futebolistas entre 18 e 32 anos de idade. Estes serão submetidos a medidas antropométricas (massa corporal, estatura, dobras cutâneas e diâmetros ósseos); a testes físicos (força isocinética, saltos verticais, velocidade de 5 e 20m, agilidade de 20m e YoYo intermitente de recuperação); a exame de sangue (testosterona, cortisol, CK, uréia, ácido úrico, PCR, leucócitos, hematócritos, hemácias e hemoglobina) e exame de quantidade óssea (AD-SoS) e a qualidade óssea (UBPI) que serão avaliadas em dois momentos: no início da competição e no meio da competição. Os dados serão analisados estatisticamente.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES.

Após respostas às pendências, o projeto encontra-se adequadamente redigido e de acordo com a Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

V - PARECER DO CEP.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13083-887 Campinas – SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/fcm/pesquisa

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES.

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).


O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VII- DATA DA REUNIÃO.

Homologado na XI Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 22 de novembro de 2011.


Prof. Dr. Carlos Eduardo Steiner
PRESIDENTE do COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP